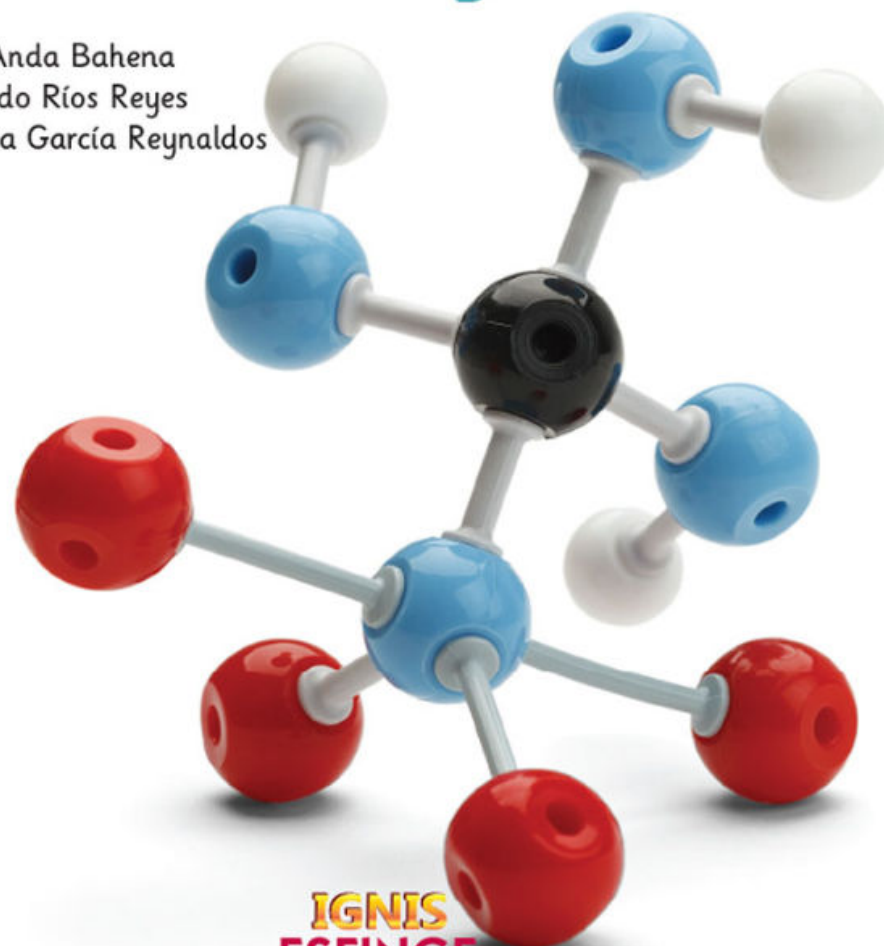


# Ciencias 3

## Química

### Tercer grado

Amado De Anda Bahena  
Julio Armando Ríos Reyes  
Paula Ximena García Reynaldos



IGNIS  
ESFINGE

Dirección general: Gabriel Torres Messina  
Dirección editorial: Rosa María Núñez Ochoa  
Coordinación editorial Ciencias: Gabriel Calderón López  
Edición: Mireya Sánchez Velasco  
Revisión técnica: Carmen Villavicencio Caballero  
Corrección de estilo: Rubén Fischer, Vanessa López y Nadia Liliana Ortega Martínez  
Diseño de portada: Adrián Trejo Luna  
Diseño de interiores: Berenice Hinojosa Rodríguez e Hilda Bustos Barrera (acHeBe-Diseño)  
Diagramación: Hilda Bustos Barrera (acHeBe-Diseño)  
Iconografía: Guadalupe Sánchez  
Ilustración: Karla García Atanacio y Fernando González  
Fotografía: Foto Disk y Matías Olivera

Colaboración especial: Amado De Anda Bahena, Julio Armando Ríos Reyes, Paula Ximena García Reynaldos

*Química Ciencias 3. Serie Ignis*

Derechos reservados:

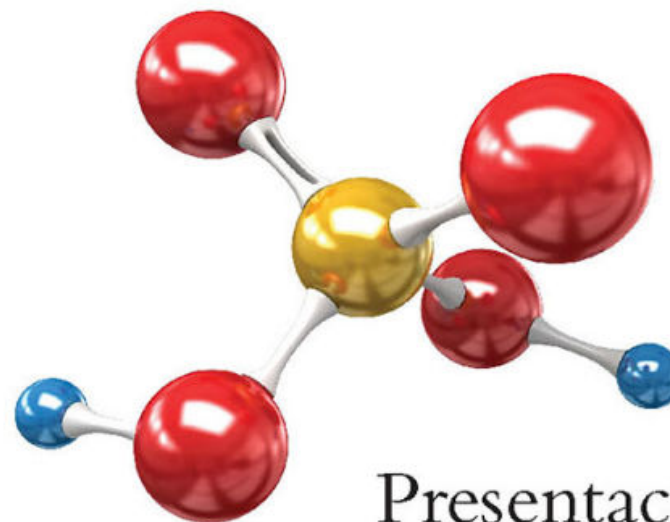
© 2014, Editorial Esfinge, S. de R. L. de C.V.  
Átomo 24  
Colonia Parque Industrial Naucalpan  
Naucalpan de Juárez, Estado de México  
C.P. 53489

ISBN: 978-607-10-0599-1 Edición revisada

La presentación, disposición y demás características de esta obra son propiedad de Editorial Esfinge, S. de R.L. de C.V. Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial, mediante cualquier sistema o método electrónico o mecánico de recuperación y almacenamiento de información, sin la autorización escrita de la editorial.

Primera edición: 2014  
Octava reimpresión: 2018

Impreso en México  
*Printed in Mexico*



## Presentación

*Química Ciencias 3* se ha diseñado como un instrumento básico para redondear la instrucción científica necesaria de los alumnos de secundaria, con la finalidad de que adquieran una serie de aprendizajes, desarrollen habilidades y obtengan las competencias para explicar el mundo circundante desde una perspectiva científica y, en consecuencia, estén preparados como ciudadanos conscientes para tomar decisiones o emprender acciones responsables que impactarán en la sociedad en la que se desenvuelven y en su propia calidad de vida.

Esta obra pretende ser una herramienta didáctica que sirva al docente como un auxiliar para conducir, planificar y aplicar las estrategias necesarias, con el fin de que los estudiantes a su cargo logren una adquisición exitosa del conocimiento. Asimismo, su diseño permite al alumno acceder a una guía y fuente de información que le aporte los conocimientos necesarios para reflexionar y cuestionar los fenómenos inherentes a la ciencia química, que pueden estar presentes en su entorno inmediato.

Este libro también induce a los estudiantes a investigar a fondo sus propias inquietudes, la indagación de referencias bibliográficas, hemerográficas y electrónicas, el planteamiento de hipótesis, y su validación mediante la experimentación; favorece el análisis de problemas concretos a los que se enfrentan las personas, en que la ciencia y en particular la química son fundamentales para su comprensión; en consecuencia, alienta a la búsqueda de soluciones prácticas y fomenta la comunicación, así como la socialización de las propuestas de los estudiantes para sensibilizar e impactar en la comunidad en que se desarrollan, con la intención de poner en práctica nuevos hábitos responsables cuyo efecto sea la mejora en la calidad de vida y del ambiente.

Los autores

## Presentación para el docente

*Química Ciencias 3* se divide en cinco bloques. En cada uno se introduce el tema y se aborda desde la perspectiva de que la química es la ciencia que nos permite entender, por un lado, de qué está hecha la materia, sus propiedades, y cómo organizamos para su estudio las reglas y leyes fundamentales que explican la manera en que se unen los átomos para formar nuevas sustancias; por otro lado, se estudia el papel de la ciencia y la tecnología en su carácter de instrumentos para la satisfacción de necesidades e intereses de las sociedades humanas. Por último, cada bloque promueve la realización de un proyecto que permita al alumno poner en práctica habilidades y actitudes que desarrolla la comunidad científica, así como a utilizar los conocimientos obtenidos durante el bloque.

Para el desarrollo óptimo de los contenidos, en este libro se considera fundamental que el alumno realice actividades que promuevan métodos reflexivos y de investigación que le permitan alcanzar sus primeras aproximaciones a la naturaleza de los conocimientos planteados. Una vez que el adolescente se ha hecho cuestionamientos y planteamientos a partir del intercambio de ideas y su discusión, emprendió actividades y obtuvo datos con sus compañeros, investigó las fuentes sugeridas e hizo experimentos de laboratorio, el texto le provee de información relevante con la que tendrá una recepción más propicia y podrá incorporarla en forma coherente y perdurable a su bagaje de conocimientos.

En diversas actividades se solicita a los alumnos que trabajen en equipo para propiciar la participación colaborativa, a partir de organizar la presentación de un producto, y la comunicación de procedimientos y resultados; por su parte, las actividades individuales también requieren del alumno el esfuerzo y la reflexión personal necesarios en el proceso de aprendizaje.

Cabe mencionar que *Química Ciencias 3* plantea cada contenido desde una perspectiva basada en la práctica docente de los autores, y en el intercambio de experiencias y el trabajo colegiado con otros docentes de ciencias e investigadores educativos. Esperamos, estimada profesora, estimado profesor, que este libro se convierta en una herramienta para efectuar con éxito el proceso de enseñanza, a partir de los conocimientos y la creatividad que le caracterizan como docente.

Los autores

## Presentación para el alumno

Tienes en tus manos el libro que será tu compañero en el viaje que, este año escolar, emprenderás por los caminos de la ciencia de los materiales y sus transformaciones. Puedes considerarlo una guía que te señalará algunos caminos que se dirigen al conocimiento de la química en este período escolar. En él encontrarás preguntas que, a lo largo de tu vida y tu educación, quizá ya te planteaste: ¿de qué están hechas las cosas? ¿Cómo se transforman unas sustancias en otras mediante las reacciones químicas? ¿Cuáles son las propiedades químicas y físicas de los materiales? ¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra? ¿Cómo puede la química ayudarnos a conservar, cuidar y mejorar nuestra salud y la del ambiente? ¿Qué alcances y limitaciones tiene la ciencia en el entendimiento y la resolución de los problemas que nos interesan?

A lo largo de estas páginas, te darás cuenta de que la química no sólo es una asignatura que debes aprobar, sino que, con las demás ciencias, representa una manera de pensar, donde se cuestiona el mundo y cómo funciona de una manera lógica, sistemática y escéptica, considerando lo que muchos investigadores han logrado descubrir y crear a partir de la observación, del cuestionamiento de los fenómenos, de la elaboración de hipótesis que se contrastan con actividades experimentales para ver si tienen sentido o no, y discutiendo sus hallazgos y métodos con comunidades científicas para, finalmente, encontrar respuestas que siempre estarán sujetas a revisiones y cambios a partir de nuevos enfoques y nuevas evidencias.

En este acercamiento a la química, donde aprenderás de sus conocimientos, los métodos y procedimientos de que se vale para llegar a ellos, irás construyendo en tu propia mente un sistema para entender al mundo, tomando elementos del método científico, de manera que puedas concebir los fenómenos y anticipar sus consecuencias y, sobre todo, las de tus acciones y actitudes respecto a tu alimentación, tu salud y el ambiente para mejorar tu calidad de vida.

Te invitamos a que explores este texto y lo aprecies como un material que podrá apoyarte para resolver dudas, además de que entiendas cómo se forman y transforman las sustancias que usamos en la vida cotidiana. ¡Bienvenido a *Química Ciencias 3*!

Presentación	3
Presentación para el docente	4
Presentación para el alumno	5
Conoce tu libro	8
Dosificación	10
<b>BLOQUE I Las características de los materiales</b>	<b>12</b>
Evaluación diagnóstica	14
<b>Tema 1. La ciencia y la tecnología en el mundo actual</b>	<b>15</b>
1.1.1. Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente.	15
<b>Tema 2. Identificación de las propiedades físicas de los materiales</b>	<b>25</b>
1.2.1. Propiedades físicas cualitativas.	25
1.2.2. Propiedades extensivas.	30
1.2.3. Propiedades intensivas.	35
<b>Tema 3. Experimentación con mezclas</b>	<b>41</b>
1.3.1. Mezclas homogéneas y heterogéneas.	41
1.3.2. Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.	47
<b>Tema 4. ¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?</b>	<b>53</b>
1.4.1. Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla.	53
1.4.2. Toma de decisiones relacionada con: concentración y efectos.	59
<b>Tema 5. Primera revolución de la química. ¿Por qué arde una vela?</b>	<b>65</b>
1.5.1. Aportaciones de Lavoisier: la Ley de la conservación de la masa.	65
<b>Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación</b>	<b>71</b>
<b>Evaluación</b>	<b>77</b>
<b>Autoevaluación</b>	<b>79</b>
<b>BLOQUE II Las propiedades de los materiales y su clasificación química</b>	<b>80</b>
Evaluación diagnóstica	82
<b>Tema 1. Clasificación de los materiales</b>	<b>83</b>
2.1.1. Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos.	83
<b>Tema 2. Estructura de los materiales</b>	<b>91</b>
2.2.1. El modelo atómico de Bohr.	91
2.2.2. El enlace químico.	96
<b>Tema 3. ¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?</b>	<b>102</b>
2.3.1. Propiedades de los metales.	102
2.3.2. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales.	106
<b>Tema 4. Segunda revolución de la química</b>	<b>113</b>
2.4.1. El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev.	113
<b>Tema 5. Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos</b>	<b>120</b>
2.5.1. Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos.	120
2.5.2. Carácter metálico, valencia, número y masa atómica.	125
2.5.3. Importancia de los elementos químicos para los seres vivos.	130
<b>Tema 6. Enlace químico</b>	<b>138</b>
2.6.1. Modelos de enlace covalente e iónico.	138
2.6.2. Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico.	142
<b>Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación</b>	<b>149</b>
<b>Evaluación</b>	<b>155</b>
<b>Autoevaluación</b>	<b>157</b>

<b>BLOQUE III La transformación de los materiales: la reacción química</b>	<b>158</b>
Evaluación diagnóstica	160
<b>Tema 1. Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química</b>	<b>161</b>
3.1.1. Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).	161
<b>Tema 2. ¿Qué me conviene comer?</b>	<b>172</b>
3.2.1. La caloría como unidad de medida de la energía.	172
3.2.2. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico.	176
<b>Tema 3. Tercera revolución de la química. Aportaciones de Lewis y Pauling</b>	<b>182</b>
3.3.1. Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling.	182
3.3.2. Uso de la tabla de electronegatividad. La electronegatividad de Linus Pauling.	187
<b>Tema 4. Comparación y representación de escalas de medida</b>	<b>193</b>
3.4.1. Escalas y representación.	193
3.4.2. Unidad de medida: mol.	198
<b>Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación</b>	<b>205</b>
<b>Evaluación</b>	<b>211</b>
<b>Autoevaluación</b>	<b>213</b>
<b>BLOQUE IV La formación de nuevos materiales</b>	<b>214</b>
Evaluación diagnóstica	216
<b>Tema 1. Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria</b>	<b>217</b>
4.1.1. Propiedades y representación de ácidos y bases.	217
<b>Tema 2. ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los “alimentos ácidos”?</b>	<b>225</b>
4.2.1. Toma de decisiones relacionadas con: la importancia de una dieta correcta.	225
<b>Tema 3. Importancia de las reacciones de óxido y de reducción</b>	<b>232</b>
4.3.1. Características y representaciones de las reacciones redox.	232
4.3.2. Número de oxidación.	238
<b>Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación</b>	<b>245</b>
<b>Evaluación</b>	<b>251</b>
<b>Autoevaluación</b>	<b>253</b>
<b>BLOQUE V Química y tecnología</b>	<b>254</b>
<b>Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación</b>	<b>256</b>
<b>Evaluación</b>	<b>266</b>
<b>Autoevaluación</b>	<b>267</b>
<b>Bibliografía consultada</b>	<b>268</b>
<b>Bibliografía recomendada para el docente</b>	<b>268</b>
<b>Bibliografía recomendada para el estudiante</b>	<b>269</b>
<b>Sitios de internet y multimedia</b>	<b>269</b>
<b>Tabla periódica</b>	<b>270</b>



Bloque I. Las características de los materiales			
Tema	Contenido	Semana	Planeación del profesor
La ciencia y la tecnología en el mundo actual.	• Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente.	1	
Identificación de las propiedades físicas de los materiales.	• Cualitativas • Extensivas • Intensivas	2 a 4	
Experimentación con mezclas.	• Homogéneas y heterogéneas. • Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.	5 y 6	
¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?	• Toma de decisiones relacionada con: • Contaminación de una mezcla. • Concentración y efectos.	7 y 8	
Primera revolución de la química.	• Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa.	9	
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración aplicación.	• ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?	10 y 11	

Bloque II. Las propiedades de los materiales y su clasificación química			
Tema	Contenido	Semana	Planeación del profesor
Clasificación de los materiales.	• Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos.	12	
Identificación de las propiedades físicas de los materiales.	• Modelo atómico de Bohr. • Enlace químico.	13 y 14	
¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?	• Propiedades de los metales. • Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales.	15 y 16	
Segunda revolución de la química.	• El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev.	17	
Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos.	• Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos. • Carácter metálico, valencia, número y masa atómica. • Importancia de los elementos químicos para los seres vivos.	18 y 19	
Enlace químico.	• Modelos de enlace: covalente e iónico. • Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico.	20 y 21	
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.	• ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?	22 y 23	

Bloque III. La transformación de los materiales: la reacción química			
Tema	Contenido	Semana	Planeación del profesor
Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química.	• Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).	24	
¿Qué me conviene comer?	• La caloría como unidad de medida de la energía. • Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico.	25 y 26	
Tercera revolución de la química.	• Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling. • Uso de la tabla de electronegatividad.	27 y 28	
Comparación y representación de escalas de medida.	• Escalas y representación. • Unidad de medida: mol.	29 y 30	
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.	• ¿Cómo elaborar jabones? ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?	31 y 32	

Bloque IV. La formación de nuevos materiales			
Tema	Contenido	Semana	Planeación del profesor
Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria.	• Propiedades y representación de ácidos y bases.	33	
¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?	• Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta.	34	
Importancia de las reacciones de óxido y de reducción.	• Características y representaciones de las reacciones redox. • Número de oxidación.	35 y 36	
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.	• ¿Cómo evitar la corrosión? • ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?	37	

Bloque V. Química y tecnología			
Tema	Contenido	Semana	Planeación del profesor
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.	• ¿Cómo se sintetiza un material elástico? • ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México? • ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas? • ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran? • ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas? • ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas? • ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?	38 y 39	

# BLOQUE I

## Las características de los materiales

### Aprendizajes esperados:

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

### Competencias para la formación científica básica:

- 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.

## Evaluación diagnóstica



Instrucciones

1. Observa las imágenes.



2. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.
  - ¿Cuáles imágenes tienen relación con la química?
  - Describe qué relación tiene con la química cada una de las imágenes que seleccionaste.
  - ¿Cuáles imágenes no tienen relación con la química? Explica por qué.
  - ¿Consideras que las aportaciones del conocimiento químico y su aplicación tecnológica ayudan en tu vida diaria? Explica por qué y para qué.
3. Compartan sus respuestas en grupo.

# La ciencia y la tecnología en el mundo actual

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

En nuestra vida diaria utilizamos diferentes objetos, como los cubiertos para comer o los vasos para tomar alguna bebida; también usamos productos, como los detergentes para lavar la ropa, crema para hidratar la piel o comemos alimentos enlatados. Asimismo, en algún momento habrás observado que un trozo de papel se transforma en cenizas al quemarse, que si mezclas ciertos ingredientes como harina, huevo, royal, azúcar y leche, al hornearlos obtenemos un rico pastel, o que si dejas un trozo de hierro a la intemperie se **corroe**.

Como toda ciencia, la química busca entender y explicar el mundo que nos rodea y producir conocimiento. Los conocimientos que se tienen de los diversos materiales y las diferentes sustancias y, principalmente, la transformación de unas sustancias en otras, es lo que estudia la química. Este conocimiento se puede utilizar para fabricar productos y formular técnicas que satisfagan necesidades y resuelvan problemas; es decir, para producir tecnología.

Desde los **métodos metalúrgicos** prehistóricos que permitieron la fabricación de objetos de bronce (una mezcla entre estaño y cobre), hasta los cohetes espaciales que hoy en día permiten explorar el espacio, la tecnología química ha tenido un papel decisivo en el modo de vida del ser humano. Sólo mira a tu alrededor y descubrirás que estás rodeado de productos que sin la tecnología química, sería imposible tener: plásticos, medicinas, ropa de fibras sintéticas y alimentos enlatados, entre otros. Estos productos tienen un gran impacto en tu vida.

### Aprendizaje esperado:

- Identifica las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico para 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.



### Glosario

**corroer.** Desgastar progresivamente una superficie por rozamiento o por reacción química.

**métodos metalúrgicos.** Proceso para obtener y tratar los metales.



### Para empezar

¿En qué actividades diarias está presente la tecnología química?

1. Hagan en su cuaderno una lista de las actividades que realizan en un día común.
2. Identifiquen en esa lista algunos de los productos químicos tecnológicos que influyen en sus actividades, por ejemplo, la fabricación de combustible para el transporte que usan o los recipientes en los que toman su desayuno.



- Elijan tres de los productos que identificaron e investiguen en internet cómo se fabrican estos objetos.
- Elaboren un cartel ilustrado con la información que encontraron. No olviden incluir las referencias de las fuentes de información que consultan.
- Presenten su cartel al grupo.

### Para profundizar

Es importante aclarar que, mientras que el conocimiento científico no tiene implicaciones éticas por sí mismo ni puede ser juzgado como positivo o negativo, porque se trata de una forma de explicar el mundo, la aplicación de este conocimiento para generar tecnología sí tiene implicaciones éticas y morales importantes. Lo que sucede es que la tecnología ha generado avances que mejoran la calidad de vida de las personas, pero también tiene consecuencias adversas. Considera el caso del poliestireno, conocido como unicel, ese material blanco esponjoso con el que se fabrican platos y vasos desechables: aunque el uso de objetos de unicel permite un estilo de vida más cómodo, tarda tanto en biodegradarse que se acumula en los basureros, el agua y el suelo, así que termina siendo un contaminante del ambiente (figura 1.1).



Fig. 1.1 Los objetos de unicel tardan mucho en degradarse; se acumulan y terminan siendo contaminantes.

Por si fuera poco, además de productos cuyo uso contamina al medio, hay algunos que se han fabricado específicamente para destruirse. Un ejemplo de esto es el gas mostaza, creado para ser usado en el campo de batalla y causar quemaduras en la piel y el sistema respiratorio de los soldados enemigos (figura 1.2). La aplicación del conocimiento científico y el empleo de productos tecnológicos son responsabilidad de quienes los usan y la forma en que lo hagan.



Fig. 1.2 El uso del gas mostaza para dañar a los soldados enemigos en una guerra es un ejemplo de cómo la tecnología puede usarse para destruir.

Todos los seres humanos tenemos una serie de necesidades que cubrir para vivir dignamente, al menos en lo básico. Gracias al conocimiento químico y a las aportaciones tecnológicas, paulatinamente se han alcanzado ciertos niveles de bienestar. Nuestro estilo de vida actual depende, en gran medida, de los productos tecnológicos que usamos a diario. Si buscas y analizas la participación de la química en las cosas que utilizas cotidianamente, encontrarás que tiene un impacto profundo en los alimentos que consumes, las telas con que vistes, las medicinas que son prescritas para curarte y los objetos de plástico que usas para diversas tareas (figura 1.3).



Fig. 1.3 Muchos de los productos que usas se obtuvieron gracias a la aplicación del conocimiento químico.

Una de las necesidades básicas de todo ser humano es la alimentación, pero en las sociedades actuales sólo una pequeña parte de la población se dedica al cultivo de alimentos, la pesca o la crianza de animales para satisfacer la demanda alimentaria de todos. Producir alimentos para la población humana, que en 2016 se estimó en 7 440 millones de habitantes, no es tarea fácil y, en muchos casos también resulta caro. Para dotar de comestibles suficientes a tantas personas, se han desarrollado y aplicado diversas tecnologías basadas en el conocimiento químico. Hay muchos ejemplos y abordaremos algunos.

El uso intenso de las tierras de cultivo provoca que se agoten los nutrientes

que las plantas requieren para crecer. En un sistema natural, estas sustancias se reponen mediante los ciclos del carbono, del nitrógeno y otros elementos; sin embargo, la velocidad con que deben producirse cultivos es mayor que la velocidad de reposición natural de dichos nutrientes y es preciso enriquecer la tierra con abonos o fertilizantes artificiales. El conocimiento biológico sobre las necesidades nutricionales de las plantas, junto con el conocimiento químico acerca de cómo producir estos nutrientes, han permitido la creación de una enorme industria con representación mundial que se dedica a la producción y comercialización de fertilizantes artificiales, gracias a los cuales se ha logrado incrementar la producción agrícola (figura 1.4).



Fig. 1.4 En muchos cultivos se agregan fertilizantes artificiales para proporcionar a las plantas los nutrientes que requieren para crecer.

Otro problema que presentan los cultivos modernos es la proliferación de plagas y enfermedades que rápidamente pueden devastar una región con la pérdida de la producción esperada y el colapso económico del productor. Con el fin de evitar estas catástrofes, la industria química ha desarrollado diferentes insecticidas y herbicidas para mantener los cultivos libres de plagas (figura 1.5).

Si bien es cierto que estas estrategias han funcionado por algún tiempo, hoy nos enfrentamos a problemas provocados por el abuso de fertilizantes e insecticidas como el deterioro de los ecosistemas, la contaminación del suelo y los mantos acuíferos, y la aparición de poblaciones de plagas resistentes a los insecticidas, entre otros. Ahora, el reto es desarrollar técnicas y sustancias que permitan fertilizar los cultivos y eliminar plagas sin que sean tan agresivas para el ambiente.

Además de la producción agrícola, la química también ha tenido un impacto importante en la producción ganadera. Gracias al conocimiento químico se han desarrollado alimentos para nutrir y acelerar el crecimiento de los animales, y se han creado medicamentos y vacunas que aseguran su estado de salud (figura 1.6).

Por otro lado, la química ha participado activamente en el desarrollo de alimentos industrializados que, si bien suelen ser más caros que los no industrializados, son más prácticos en su almacenaje, comercialización y consumo. Los alimentos industrializados, como los enlatados y empaquetados, suelen tener conservadores que los hacen durar más sin descomponerse, así como aditivos para mejorar su color, sabor y valor nutricional. El estilo de vida de la sociedad actual, donde muchas personas no tienen tiempo para comprar alimentos frescos y consumirlos antes de que se estropeen, ha hecho de los alimentos industrializados una verdadera necesidad y un hábito. Tanto así, que la mayoría de las personas tienen algún tipo de alimento procesado en su casa (figura 1.7). ¿Hay alimentos industrializados en tu casa?



Fig. 1.5 En los cultivos que cubren grandes extensiones de terreno, los insecticidas se esparcen por medio de avionetas de fumigación.



### Glosario

- insecticida.** Producto tecnológico que se usa para eliminar insectos no deseados.
- herbicida.** Producto tecnológico cuyo uso es para eliminar plantas no deseadas.
- conservador.** Sustancia química que se adiciona a los alimentos procesados para evitar su descomposición.



- Entra a la página de internet [http://www.profeco.gob.mx/tecnologias/usohogar/insec\\_ecologico.asp](http://www.profeco.gob.mx/tecnologias/usohogar/insec_ecologico.asp) (Consulta: 22 de enero de 2017), y sigue las instrucciones para elaborar tu propio insecticida ecológico. Puedes sustituir las semillas de neem por un puñado grande de zacate de limón o, bien, por dos cucharadas pequeñas de extracto de citronela.
- Pide permiso en tu casa para utilizar este insecticida y úsalo durante una semana de prueba. ¿Funcionó? Comparte la receta que usaste con tu familia y las personas de tu comunidad, háblales de las ventajas de que el insecticida no sea tóxico para plantas, humanos ni animales.



Fig. 1.6 Los animales se vacunan para mantenerlos sanos.

Fig. 1.7 Los alimentos procesados contienen conservadores químicos que evitan su descomposición.



INGREDIENTES: AGUA, AZÚCAR, CONCENTRADO DE Jugo DE NARANJA, SAZÓN Y MEXICALINO COMO CONSERVADOR.



Fig. 1.8 Las fibras sintéticas se usan para fabricar desde chamarras hasta zapatos.

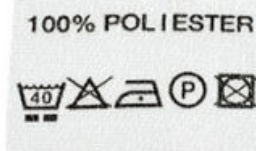


Fig. 1.9 El poliéster es una fibra sintética muy utilizada en la industria textil.

Si bien no es fácil alimentar a la población actual de nuestro planeta, tampoco resulta sencillo cubrir la necesidad básica de vestido de tantas personas. Buena parte de la investigación química se ha dedicado a buscar que nuevos materiales se puedan usar para hacer fibras. El nailon, la licra (o elastano), el poliéster y el rayón, son ejemplos de **fibras sintéticas** que se usan con frecuencia en la industria textil. Hay muchas prendas de vestir fabricadas con estos materiales: pantalones, playeras, blusas, vestidos, chamarras y ¡hasta zapatos!

En la actualidad, la producción de fibras sintéticas es más rápida y barata de lo que resulta cultivar algodón, obtener seda de insectos y criar animales por su piel o lana, e incluso las fibras sintéticas son más versátiles que las naturales (figura 1.8). El poliéster, por ejemplo, se puede usar para producir hilos para coser, manufacturar productos que imitan la piel (plastipiel) y fabricar telas aptas para hacer desde ligeras playeras hasta resistentes paracaídas; todo depende del proceso de acabado que se adicione (figura 1.9).

La existencia de fibras sintéticas permite que tengamos a nuestro alcance un sin fin de productos de vestir de características y propiedades muy distintas. Si la humanidad sólo contara con los recursos naturales para cubrir su necesidad de vestido, este sería extremadamente caro y escaso.

**Glosario**

**fibras sintéticas.** Fibras producidas de manera artificial que se usan con frecuencia en la industria textil.

**Explica, reflexiona y comunica**

• ¿De qué están hechas las prendas de vestir que usas? Selecciona tus cinco prendas de vestir favoritas. Revisa las etiquetas para ver de qué están hechas. En tu cuaderno elabora una tabla donde anotes la descripción de la prenda, las fibras de que está hecha (y su porcentaje) y luego investiga en internet para clasificar cada tipo de fibra como natural o sintética. Sigue el ejemplo que aparece a continuación y presenta tu trabajo al profesor para que lo evalúe.

	Prenda	Composición	¿Natural o sintética?
	Playera de tela elástica	95% algodón 5% elastano	Algodón: natural Elastano: sintético
1			
etcétera			

• Según los datos que recabaste, ¿qué tipo de fibras son más abundantes en tu ropa preferida, sintéticas o naturales? Comparte tus conclusiones con tus compañeros de clase y determinen qué tipo de fibras (sintéticas o naturales) se utilizan más en el grupo. Reflexionen, todos juntos, cómo cambiaría su vida si no existieran las fibras sintéticas.

Los **medicamentos** son un importante producto del avance tecnológico y constituyen un gran ejemplo de cómo la química se ha utilizado para mejorar y mantener la **salud** de las personas. Sin la existencia de medicamentos, no sólo la salud y la calidad de vida de las personas empeoraría, sino que la expectativa de vida se acortaría: hay muchas enfermedades, como la diabetes, la hipertensión arterial y las infecciones bacterianas que, de no ser controladas con medicinas, cobrarían la vida de muchas personas.

La historia de los medicamentos modernos se remonta a tiempos muy antiguos, porque desde siempre la humanidad ha buscado aliviar enfermedades, dolores y malestares haciendo remedios con los recursos naturales a su alcance. Conforme la química se fue constituyendo como una ciencia, nació la inquietud de explicar por qué algunos remedios naturales funcionaban y qué sustancia era la responsable de un determinado efecto terapéutico. Desde el momento histórico en que empezó la necesidad de saciar esta curiosidad, el estudio científico ha permitido aislar, purificar y caracterizar sustancias con efectos terapéuticos de muchos remedios naturales. Una vez que se logra reconocer el **principio activo** de un remedio, el siguiente paso consiste en determinar si se puede sintetizar en el laboratorio para hacer medicamentos que lo contengan, en qué dosis puede tomarse (algunas sustancias resultan terapéuticas en ciertas dosis pero tóxicas cuando son más elevadas), y si se puede modificar para mejorar su acción terapéutica. La síntesis a gran escala de un principio activo y su comercialización en forma de pastillas, soluciones inyectables y jarabes, ayuda a cubrir la demanda de salud y bienestar poblacional. Y es que no es lo mismo conseguir varios ingredientes para preparar remedios arriesgándose a tomar dosis más elevadas que las debidas, que simplemente ir a la farmacia y comprar, por ejemplo, una caja con pastillas en que la cantidad del principio activo no resulta tóxica (figura 1.10).

**Glosario**

**medicamento.** Sustancia que sirve para prevenir, curar o aliviar alguna enfermedad, algún dolor o un malestar.

**salud.** Estado en que un ser vivo ejerce todas sus funciones normalmente.

**principio activo.** Sustancia que tiene un efecto terapéutico.



Fig. 1.10 En la actualidad hay muchos medicamentos sintéticos que permiten aliviar y controlar enfermedades.

**Explica, reflexiona y comunica**

La fabricación y comercialización de la aspirina, uno de los medicamentos más utilizados hoy en día debido a sus propiedades analgésicas (reduce el dolor), antipiréticas (reduce la fiebre) y antiinflamatorias (reduce la inflamación), es un claro ejemplo de cómo se pueden generar avances tecnológicos importantes al aplicar el conocimiento científico.

Por parejas, investiguen sobre la aspirina y elaboren una línea de tiempo para explicar su historia. Deben utilizar las palabras y nombres siguientes:



Presenten su trabajo al profesor para ser evaluado y explíquenlo a sus compañeros.

En relación con el ambiente, la tecnología tiene un impacto negativo, pero también positivo. Negativo porque, los productos tecnológicos suelen obtenerse mediante procesos industriales que producen desechos contaminantes, o bien son los propios productos los que dañan al medio. Y positivo porque, muchas veces, los estragos que genera el ser humano al medio ambiente pueden ser revertidos



Fig. 1.11 El PET es un plástico muy utilizado para comercializar una gran cantidad de productos.



Fig. 1.12 El uso de combustibles fósiles para la producción de envases de PET genera grandes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).



**Glosario**

**efecto invernadero.** Fenómeno mediante el que algunos gases de la atmósfera retienen parte del calor de la Tierra.

**Leer:**

Ciencia del siglo xx a Einstein  
En este libro encontrarás interesantes descripciones del trabajo de científicos que han sentado las bases del conocimiento actual.  
Fresnel, Agustín y cols., *Ciencia del siglo xx a Einstein*, México, SEP-Aguilar, 2005.

o aminorados con el uso de tecnología. A continuación abordaremos ejemplos destacados del impacto tecnológico positivo y negativo al ambiente. Nos centraremos en la producción de politereftalato de etileno (PET, por sus siglas en inglés: *polyethylene terephthalate*), un plástico sintético muy resistente usado para fabricar contenedores en que se venden desde bebidas refrescantes y agua, hasta productos cosméticos, como cremas y champús. El uso del PET en la fabricación de botellas contendedoras empezó a popularizarse a finales del siglo xx, y gracias a ello se facilitó, en gran medida, la comercialización de productos que antes sólo podían venderse en envases de vidrio o de plástico quebradizo. Si miras a tu alrededor e inspeccionas los envases de los productos que te rodean, te darás cuenta de que el PET es un material de uso muy común (figura 1.11). ¿Te imaginas cómo sería la vida cotidiana sin este material?

Los envases de PET se producen en grandes plantas industriales que funcionan gracias a la energía eléctrica producida por la quema de combustibles fósiles (gas natural, petróleo y carbón mineral), que genera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un gas que en exceso resulta dañino, porque fomenta el **efecto invernadero** y el calentamiento global; es decir, un aumento anómalo de la temperatura terrestre. Esto, desde luego, es un impacto negativo de la tecnología en el ambiente (figura 1.12).



Explica, reflexiona y comunica

Ve a la página de internet de [http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct\\_art78.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf) (consulta 22 de enero de 2017), y analiza su contenido con atención. Luego ve a la página de internet

[www.huellacarbono.es](http://www.huellacarbono.es) (consulta 22 de enero de 2017) e investiga qué es la huella de carbono y cómo se puede reducir la huella de CO<sub>2</sub>.

En equipos de cuatro a seis personas, elaboren un folleto de máximo una hoja carta que incluya las siguientes secciones informativas:

- ¿Qué son el efecto invernadero y el calentamiento global?
- ¿Por qué el calentamiento global es peligroso?
- ¿Qué es la huella de carbono?
- Acciones que puedes tomar para reducir tus emisiones de CO<sub>2</sub>

Finalmente, vayan a algún lugar concurrido y repartan a las personas copias impresas del folleto que elaboraron. Recuerden pedir autorización para distribuir los folletos.

La producción de PET no sólo afecta al ambiente por la cantidad de CO<sub>2</sub> que se emite a la atmósfera durante su producción, sino que, debido a que es un plástico que tarda mucho tiempo en biodegradarse, se acumula ocasionando un problema grave de basura.

Afortunadamente, la aplicación del conocimiento químico también puede ayudar a mejorar la calidad del ambiente, aminorando el impacto del uso de recursos tecnológicos. En el caso del PET, por ejemplo, se han formulado procesos y técnicas para **reciclarlo** y volver a producir envases contenedores o, bien, para fabricar telas que luego sirvan para hacer desde playeras hasta bolsas (figura 1.13 y 1.14).

En cuanto al CO<sub>2</sub> también se han implementado métodos tecnológicos para evitar que se emita a la atmósfera. Uno de los métodos más promisorios, el llamado “captura y almacenamiento de carbono”, consiste en recolectar el CO<sub>2</sub> de las chimeneas de escape y enterrarlo en depósitos bajo bosques y áreas verdes. La expectativa es que el dióxido de carbono almacenado bajo tierra salga a la superficie lentamente, de tal forma que pueda ser aprovechado por las plantas durante el proceso de fotosíntesis en el que transforman CO<sub>2</sub> y agua en glucosa (figura 1.15).



Fig. 1.14 Los envases contenedores de PET pueden reciclarse para hacer telas.

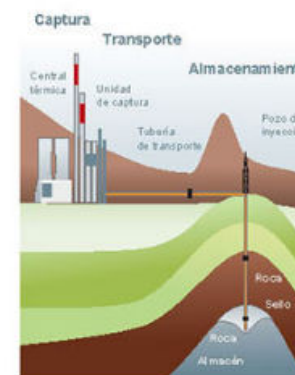


Fig. 1.13 El PET se acumula ocasionando un grave problema al ambiente.

Fig. 1.15 El CO<sub>2</sub> emanado de las fábricas, puede capturarse y almacenarse en depósitos subterráneos.

**Influencia de los medios de comunicación y actitudes personales en la química y la tecnología**

En general, el lenguaje con que nos expresamos cotidianamente carece de rigor científico, lo cual puede ocasionar confusiones. Tal es el caso de los productos que se anuncian como mejores que otros, porque claman “no contener químicos” (figura 1.16). Esta frase, desde luego, está orientada a influir en los hábitos de consumo de las personas.

En química, toda sustancia que puede ser transformada en otra recibe el nombre de **sustancia química**. A las sustancias químicas también se les llama compuestos químicos, productos químicos o, incluso, sólo químicos. La cuestión es que todas las sustancias que conocemos, desde el oxígeno que respiramos hasta el agua sin la cual no podríamos vivir, pueden ser transformadas en otras. Esto quiere decir que todas las sustancias son productos químicos. Como podrás concluir, cuando un producto comercial se anuncia como “libre de químicos”, no puede indicar que no tiene sustancias químicas, porque toda sustancia conocida es un compuesto químico. Entonces, ¿a qué se refiere?

Estrictamente hablando, las sustancias químicas se dividen en dos: naturales (que se obtienen directamente de la naturaleza) y sintéticas (que sólo pueden producirse en un laboratorio). Cuando en el lenguaje común se dice que un producto “no contiene químicos”, en realidad se refiere a alguna de las siguientes descripciones:



Fig. 1.16 En algunos productos se lee “no contiene químicos”.



**Glosario**

**reciclar.** Someter un material a un proceso para que se pueda volver a usar.  
**sustancia química.** Toda sustancia que puede ser transformada en otra. Todas las sustancias que conocemos, hasta el agua, son sustancias químicas.

- Que sólo contiene sustancias químicas de origen natural (es decir, que se pueden obtener directamente de la naturaleza).
- Que no contiene sustancias químicas tóxicas (como algunos pesticidas o sustancias que han probado ser perjudiciales).
- Que no se han añadido aditivos (sustancias químicas que se agregan a un producto para mejorar su apariencia y duración, como saborizantes, colorantes y conservadores).



Fig. 1.17 Los productos orgánicos están libres de sustancias sintéticas y evitan cualquier tipo de aditivos y compuestos que puedan resultar tóxicos.

Además de artículos comerciales que ostentan “no contener químicos”, hoy en día también hay muchos productos que se catalogan como **orgánicos** (o biológicos). Lo que esta frase quiere decir en realidad es que se trata de productos que se obtienen cuidando que las plantas y los animales no se expongan a sustancias químicas tóxicas, como pesticidas sintéticos o aditivos que aceleren su desarrollo, por ejemplo hormonas de crecimiento, en el caso de los animales (figura 1.17).



Ve a la página de internet <http://goo.gl/REcxT> y lee con atención el artículo titulado “Cafetaleros piden combate a plaga sin químicos” del periódico virtual Informador.com.mx.

Organiza, junto con tus compañeros de clase, una discusión grupal en la que den respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué significa que un cultivo sea “orgánico”?
2. La roya naranja es una plaga causada por un hongo que destruye los cultivos. ¿A qué se refiere la frase “luego de que la roya naranja y químicos que la combaten afectan sus cultivos”? ¿Qué tipo de compuestos son los “químicos” que combaten la roya naranja?
3. Si el agua es una sustancia química, ¿será que la frase “extreme las precauciones en el uso de productos químicos, por el eventual riesgo de que contaminen los orgánicos” implica que no se debe usar agua en estos cultivos? ¿Por qué?

Hay cientos de productos químicos sintéticos y naturales que tienen usos importantes; por ejemplo, hay telas hechas de fibras sintéticas, como el poliéster, y de fibras naturales, como el algodón; medicinas sintéticas (la aspirina) y naturales (el té de corteza de sauce); alimentos naturales, como el azúcar, y sintéticos, como la sacarosa (un edulcorante comercializado con el nombre de endulzante artificial). Aun cuando existe la sensación general de que los productos de origen natural son mejores que los sintéticos, porque tienen menos consecuencias adversas en la salud y en el ambiente, se debe tomar en cuenta que muchos adelantos se deben a productos químicos sintéticos; por ejemplo, el mejor medicamento para controlar la hipertensión arterial, la atorvastatina, es de origen sintético y no natural.



**Glosario**

**producto orgánico.** Producto que se ha obtenido sin el uso de aditivos ni de sustancias químicas sintéticas o tóxicas.



**¡Manos a la Química!**

**Boligoma**

► **Introducción**

Las fibras sintéticas, como el nailon y la licra, y muchos plásticos, como el PET, son polímeros que no existen en la naturaleza y se fabrican a nivel industrial en grandes reactores químicos. En esta actividad experimental fabricarás tu propio polímero: boligoma.

La boligoma es un polímero que se forma entre el acetato de polivinilo (el principal componente del pegamento blanco) y el tetraborato de sodio, o bórax.

► **Necesitas:**

- 2 vasos de precipitados de 100 ml
- Un vidrio de reloj o papel encerado
- Una espátula
- Una balanza
- Una servilleta de papel
- 20 ml de pegamento líquido blanco

- 20 ml de agua de la llave
- 2 g de tetraborato de sodio (también llamado borato de sodio, o bórax; lo puedes encontrar en droguerías, tiendas de materias primas o tlapalerías)
- Cinco gotas de colorante vegetal de tu color preferido (los encuentras en el supermercado; los usan para dar color a los alimentos)

► **Precauciones:**

- No ingieras ni inhales el bórax.
- No ingieras la boligoma.
- El experimento requiere la supervisión de un adulto.

► **¿Cómo hacerlo?**

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos de cinco o seis personas.

- 1) Coloca el vidrio de reloj o el papel encerado sobre la balanza y, con ayuda de la espátula, pesa 2 g de bórax.
- 2) Añade 20 ml de agua de la llave en uno de los vasos de precipitados (utiliza las marcas en el vaso para medir las cantidades requeridas). Luego añade el bórax a este vaso con agua. Agita con la espátula. Cuando acabes, quita la espátula y límpiala con la servilleta.
- 3) En el otro vaso de precipitados añade 20 ml del pegamento líquido y cinco gotas de colorante vegetal. Utiliza la espátula para mezclar bien el colorante.
- 4) Vacía la solución de bórax y agua al vaso de precipitados que contiene el pegamento líquido con colorante. Utiliza la espátula para ayudarte a mezclar todo.
- 5) Cuando la mezcla se torne espesa, sácala del vaso de precipitados y pónla en la servilleta para quitarle el exceso de líquido. Luego tómalala con las manos y amásala.
- 6) ¿Listo? ¡Has hecho boligoma! Prueba a calentarla un poco friccionándola entre tus manos, ¡es muy divertido ver hasta dónde se puede estirar!



La boligoma te puede durar mucho tiempo si la guardas dentro de una bolsa de plástico bien cerrada. Si se reseca, ponle unas gotas de agua y amásala con las manos.

► **Explica**

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Qué características tienen el bórax y el pegamento cuando están por separado?
2. ¿Qué características tiene la mezcla de bórax y pegamento?
3. ¿Qué propiedades tiene el material resultante en el experimento?



Explica,  
reflexiona  
y comunica

Elabora una lista de los productos que se compran a lo largo de un mes en tu casa y señala lo que se te pide:

- Empaques innecesarios, como dobles bolsas para el pan, cereales con empaque de cartón y bolsa, y otros más.
- Se puedan adquirir a granel sin empaques, tan sólo con una bolsa biodegradable, como los frijoles, el arroz, las verduras y otros más.
- Se vendan en envases rellenables, como el detergente líquido, blanqueador de ropa, refrescos y otros.
- Elabora un plan de compras en el que sustituyas los productos que identificaste y cuenta los empaques innecesarios que se tiran a la basura al mes. Presenta tu trabajo al profesor para ser evaluado y organiza una discusión con el grupo con el tema: Recursos que desperdiciamos con los empaques innecesarios.

## Actividad Integradora



Para integrar

Reúnete con tus compañeros de equipo y contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué estudia la química? ¿Qué diferencia tiene el estudio de la química con la tecnología? ¿Cómo impacta la tecnología química en la vida cotidiana? ¿Qué implicaciones éticas y morales tiene el uso de productos tecnológicos, tomando en cuenta que muchas veces ocasionan un deterioro del ambiente?
- ¿De qué manera el conocimiento químico ha aminorado los efectos negativos que causa el uso de productos tecnológicos? Busquen algunos ejemplos.

Con base en sus respuestas, participen en un debate con el grupo a partir del tema: ¿debemos terminar con la química? Escriban las conclusiones del debate en su cuaderno.



Para concluir

Parte del estudio de la naturaleza es responsabilidad de la química y el conocimiento generado ha empleado la tecnología como base para la fabricación de diversos productos, pero el uso de muchos de ellos ha provocado daños a nuestro ambiente, aunque la responsabilidad no recae en la química ni en los profesionales que la estudian sino en las personas que los consumimos.

# Identificación de las propiedades físicas de los materiales

## 1.2.1 Propiedades físicas cualitativas

Nuestra percepción y descripción del mundo depende de los estímulos que llegan a nuestros sentidos. Si tienes que describir los objetos de tu alrededor. ¿Cómo lo haces? Hacer buenas descripciones es importante para aproximarse al conocimiento de algo.

La ciencia, en especial la química, busca conocer el tipo de **materia** de la que están hechas las cosas que nos rodean, de las sustancias que conocemos y usamos, de los componentes de la vida y, en general, del universo.

La materia posee una serie de características y propiedades que la definen, y mediante su estudio, clasificación y conocimiento es posible diferenciar las distintas sustancias con las que nos ponemos en contacto o forman parte de nuestro cuerpo. Con el conocimiento de las propiedades de los materiales también es posible estudiar y prever los procesos en que participan.

### Aprendizaje esperado:

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



### Glosario

**materia.** Se refiere a la sustancia de la que están formados todos los objetos.  
**relativo.** Discutible, susceptible de ser puesto en cuestión, que no es absoluto.



Para empezar

### Describe la materia

Busca en la cocina de tu casa una fruta o verdura. En tu cuaderno escribe una descripción con la mayor cantidad de detalles que puedas, pero sin mencionar su nombre; puedes hacer esquemas o alguna alusión al uso que se le da.

Comparte tu descripción con la de tus compañeros de equipo y, si pueden identificar a qué fruta o verdura

corresponde, anota la cantidad de características que fueron necesarias para lograrlo. Si no la identificaron, escribe en tu cuaderno las características que tus compañeros piensan que te faltaron.

Contesta las preguntas en tu cuaderno:

¿Cuesta trabajo identificar un objeto con una descripción simple, por qué?



Para profundizar

La materia tiene varias características que, en algunos casos, podemos describir mediante el uso de nuestros cinco sentidos. Esta apreciación, en muchos casos, es **relativa** y depende de otros factores diferentes a la propiedad misma; por ejemplo, las cosas tienen un color propio, pero a veces este color cambia de acuerdo con la luz que recibe o la temperatura a la que se encuentra. Nosotros podemos percibir aún más variaciones que no dependen del objeto sino de

### Leer:

Te sugerimos leer, al menos, los primeros capítulos del libro de Isaac Asimov: *Breve historia de la química*, donde encontrarás una narrativa amena de diversos aspectos que la humanidad ha descubierto para responder a la pregunta: ¿de qué estamos hechos?



Fig. 1.18 Todas estas manzanas son rojas, pero, ¿son igual de rojas?

nuestro sentido de la vista, la percepción del color puede variar de una a otra persona debido al estado de salud y a la calidad de la imagen que percibe cada quien, según su capacidad visual.

El olfato es otro sentido de que estamos dotados para describir las características de un objeto o material. En este caso, también la calidad de la percepción depende de características personales, además de las propias del objeto. La capacidad olfativa y de la memoria que tenga cada quien respecto a los olores, influye en lo que percibimos y en cómo podemos describirlo. Los demás sentidos no son la excepción; a pesar de la relatividad del uso de nuestros sentidos, la descripción que podemos hacer de los objetos es muy valiosa (figura 1.18).

Existen ciertas características de la materia que podemos percibir con algunos de nuestros sentidos y son **indiscutibles**; los estados de la materia, o estados de agregación, son un ejemplo, debido a que sus diferencias son tan claras que no hay lugar a dudas cuando se está en presencia de un objeto en un estado de la materia. Las propiedades físicas son características de las sustancias que pueden estudiarse usando nuestros sentidos o algún instrumento de medida, siempre que no haya transformaciones químicas, porque en ese caso las características cambiarían.

La descripción de las propiedades físicas cualitativas depende de dos cosas: la primera es que no cambien el objeto o el material ni las condiciones en que se encuentra; la segunda es contar con patrones de referencia diferentes a la medición, como puede ser un código de colores, un código de olores y sabores, una apreciación de los sonidos en graves y agudos, así como el conocimiento preciso de las características de los estados físicos de la materia.



**Glosario**

**indiscutible.** Que es tan obvio y certero que no admite discusión.



**Explica, reflexiona y comunica**

**Realiza un experimento en la cocina de tu casa**

**Necesitas:** tu cuaderno para ir registrando las observaciones, un marcador indeleble, una charola para hacer hielos, la cantidad suficiente de agua, alcohol desnaturalizado y glicerina pura para llenar por lo menos un espacio de la charola para hacer hielos con cada sustancia. Puedes conseguir el alcohol desnaturalizado y la glicerina en la farmacia.

**Precauciones:** el alcohol desnaturalizado y la glicerina son tóxicos y no debes ingerirlos.

**¿Cómo hacerlo?**

1. En uno de los espacios de la charola para hacer hielos coloca agua; en otro espacio coloca glicerina y, en otro, alcohol desnaturalizado. Utiliza el marcador indeleble para escribir el nombre de la sustancia sobre el plástico de la charola.  
**Describe:** antes de meterse en el congelador, ¿en qué se parecen y en qué son diferentes el agua, el alcohol y la glicerina? Registra tus observaciones en el cuaderno.
2. Mete la charola en el congelador y déjala ahí al menos cuatro horas. Una vez transcurrido este tiempo, sácala y observa qué pasó con las sustancias.  
**Reflexiona:** ¿Las tres sustancias que usaste se pudieron congelar? ¿Cuáles sí se congelaron y cuáles no? ¿Por qué crees que esto sea así? Registra tus observaciones en tu cuaderno.
3. Finalmente, toma la sustancia que se haya congelado y colócala dentro de un vaso que tenga agua líquida a temperatura ambiente.  
**Observa y explica:** ¿Cuál de las tres sustancias fue la que pusiste dentro del vaso con agua? ¿Qué pasa con la sustancia congelada dentro del agua? ¿Por qué piensas que pasa eso?
4. Compara tus respuestas con las de tus compañeros y, con ayuda del maestro, registra la conclusión a la que hayan llegado.

Las propiedades cualitativas de la materia son las que se describen y no se miden, se refieren a la calidad de las cosas. Si las condiciones en las que se encuentra la materia se cambian, algunas de sus propiedades también pueden cambiar cuando las observamos, tal es el caso del estado físico. Cuando variamos la temperatura y/o la presión, los materiales cambian, se transforman de sólidos a líquidos o de líquidos a gases si la temperatura aumenta; se afecta una característica, pero se trata del mismo material en una presentación diferente; a este fenómeno le llamamos cambio físico (figura 1.19). Puede pasar que un mango, por ejemplo, cambie su color de amarillo a negro con el paso del tiempo; esto se debe a una serie de cambios en la constitución de los compuestos que forman la cáscara y de la pulpa al degradarse por la acción de microorganismos descomponedores. En este caso no son los mismos materiales y tampoco son las mismas características, a este cambio se le llama cambio químico (figura 1.20).

Cuando dices que una sustancia es sólida, líquida o gaseosa, lo que estás describiendo es su estado de agregación, que es una característica física de la materia. Los estados de agregación más comunes en la naturaleza son el sólido, el líquido y el gaseoso, cada uno tiene características o peculiaridades que los hace diferentes entre ellos y, por tanto, fáciles de reconocer.



Fig. 1.19 Cuando un cubo de hielo se derrite, ocurre sólo un cambio físico porque el agua no se transforma en una sustancia distinta.



Fig. 1.20 Cuando el gas doméstico se quema, hay un cambio químico, da lugar a otros gases que, si bien tienen el mismo estado de la materia, son sustancias diferentes.



**Explica, reflexiona y comunica**

Observa las imágenes y clasifica a cada uno de los materiales que se señalan en ellas como un sólido, un líquido, o un gas. Escribe las respuestas en tu cuaderno y compara con tus compañeros tus respuestas.



Si se calienta un cubo de hielo podemos ver que se derrite y lo interpretamos como un ejemplo de un fenómeno físico porque el agua no se transforma en otra sustancia durante este proceso: sólida o líquida ¡sigue siendo agua!

Los sólidos se caracterizan por tener una forma y un volumen definidos, que sólo pueden cambiar cuando se aplica una fuerza sobre ellos. Los líquidos, por su parte, son **fluidos** que tienen un volumen definido pero no una forma: toman la forma del recipiente que los contiene. Los gases no tienen forma ni volumen definidos y tienden a ocupar todo el espacio disponible.



**Glosario**

**fluido.** Sustancia que puede ser conducida a través de un tubo.



Fig. 1.21 Por medio de tu sentido del tacto puedes reconocer un sólido por la forma que tiene.

Toda tu vida has estado en contacto con sólidos, líquidos y gases, puedes diferenciarlos rápidamente con sólo verlos, aunque explicar sus diferencias puede ser un poco más complicado; para explicar las características de éstos se propuso la teoría cinética molecular de la materia.

Dicha teoría explica las características macroscópicas de los distintos estados de agregación con base en lo que ocurre a **nivel molecular**. Las partículas que conforman un sólido están muy cerca unas de otras (experimentan fuerzas de atracción fuertes entre sí) y casi no se mueven, se mantienen en un lugar definido y sólo vibran; debido a ello, un sólido siempre tiene una forma constante (figura 1.21).

En un líquido las partículas tienen más **energía cinética**, por lo que se mueven de un lugar a otro y están más alejadas entre sí que las de un sólido; por tanto, hay mayor posibilidad de movimiento y las fuerzas de atracción entre las partículas ya no son tan fuertes; esto basta para que los líquidos no tengan una forma definida, pero suficiente para mantener un volumen definido.

En un gas las partículas tienen aún más energía cinética, así que se mueven más rápido que las de un líquido y quedan muy separadas entre sí, básicamente no hay fuerzas de atracción entre ellas. El movimiento de las partículas es el responsable de que las sustancias gaseosas adquieran la forma del recipiente que las contiene y permite que las moléculas se separen tanto que no tienen un volumen definido; es decir, los gases se expanden. Es necesario aclarar que al expandirse un gas, las partículas que lo componen no se hacen más grandes, sino que cada partícula ocupa mucho espacio.



**Glosario**

**nivel molecular.** Se refiere a lo que ocurre en el mundo microscópico de las moléculas y los átomos.  
**energía cinética.** Energía debida al movimiento.



**Explica, reflexiona y comunica**

Ve a la página de internet <http://goo.gl/Nz6c> y acciona la simulación (pulsas el botón de "encendido" de la imagen que aparece) para ver cómo un aumento de temperatura ocasiona un cambio en la energía cinética de las partículas y esto, a su vez, ocasiona un cambio en el estado de agregación.

Copia la siguiente tabla en tu cuaderno para comparar los siguientes aspectos de un sólido, un líquido y un gas:

Estado de agregación	Temperatura	Energía cinética de las partículas	Separación entre partículas	Atracción entre partículas
Sólido				
Líquido				
Gaseoso				



**¡Manos a la Química!**

**Propiedades cualitativas**

► **Introducción**

La descripción de sustancias mediante sus propiedades cualitativas, como forma, color, textura y estado de agregación, entre otras, es parte fundamental del conocimiento científico y de nuestras actividades diarias.

► **Necesitas:**

- Un hielo
- Un pedazo pequeño de madera
- Alrededor de 15 ml de miel de abeja
- Alrededor de 1 g de sal de mesa
- Alrededor de 15 ml de agua
- Alrededor de 15 ml de aceite para cocinar
- Alrededor de 15 ml de salsa catsup
- Alrededor de 15 ml de vinagre

► **Precauciones:**

- El experimento requiere la supervisión de un adulto.
- Aunque todas las sustancias con las que trabajarás no son peligrosas para los seres humanos, debes recordar que las sustancias desconocidas no se deben tocar ni probar, puesto que pueden ser tóxicas o venenosas.

► **¿Cómo hacerlo?**

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos de cinco o seis personas.

- 1) Observa detenidamente cada una de las sustancias que tienes (hielo, agua, madera, aceite para cocinar, miel de abeja, salsa catsup, sal de mesa y vinagre). Excepto por el hielo y la madera, prueba todas las sustancias introduciendo la punta de uno de tus dedos en cada una de ellas, por separado, y luego llevándotela a la boca.
- 2) Registra en tu cuaderno las siguientes propiedades cualitativas de cada sustancia: estado de agregación, color, textura, sabor y olor.

► **Explica**

De manera individual elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Este reporte deberá formar parte de un portafolio donde vayas guardando los reportes de todas las actividades experimentales ¡Manos a la Química!

1. Haz una tabla donde registres las cinco propiedades cualitativas de cada sustancia.
2. ¿Fueron suficientes las cinco propiedades cualitativas para describir por completo a cada sustancia? ¿Qué otras propiedades crees que sería útil registrar?
3. ¿Hubo alguna dificultad para describir el estado de agregación de las sustancias? ¿En qué consistió?
4. ¿Alguna sustancia presentó cambios en su estado de agregación durante el tiempo que duró la actividad? ¿Cuál fue y en qué consistió el cambio?
5. ¿Emplearías el sentido del olfato y el del gusto para explorar alguna sustancia de la que no sabes nada? Explica tu respuesta.

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

Para que una sustancia cambie de sólido a líquido, o de líquido a gas, debe aumentarse la **energía cinética** de sus partículas; hay dos formas de hacerlo: aumentando la **temperatura**, o disminuyendo la **presión**. Elevar la temperatura de una muestra implica calentarla. La energía calorífica se transmite a las partículas haciendo que estas incrementen su energía cinética. Este fenómeno es el responsable de que los charcos de agua que se forman después de llover, se sequen más rápido cuando hace calor que cuando hace frío. El estado de agregación de una sustancia depende del medio en que se encuentre.

Los cambios de presión también afectan el estado de agregación de una sustancia: a menor presión, las partículas tienen mayor libertad para moverse, así que bajar la presión de un líquido, por ejemplo, provoca que la sustancia pase fácilmente al estado gaseoso. Y al contrario, aumentar la presión en una sustancia gaseosa hará que ésta transite a un estado de agregación líquido. Este fenómeno lo puedes observar en el funcionamiento de un encendedor (figura 1.22).

Los encendedores contienen una mezcla líquida de **propano** y **butano**, dos sustancias que normalmente son gases, pero si se envasan en un recipiente aumentando la presión dentro, las observamos como líquidos. La presión es fuerza por unidad de área, un aumento de presión significa ejercer mayor fuerza sobre las partículas, forzarlas a estar más cerca unas de otras y reducir su movimiento.

Muchos de los fenómenos naturales que permiten el mantenimiento de la vida en nuestro planeta dependen del cambio en los estados de agregación; tal es el caso del ciclo del agua que estudiaste en primer grado: el agua pasa del estado líquido al gaseoso por la acción del calor del Sol formándose nubes que son transportadas por el viento a sitios donde la temperatura baja tanto, que el agua se



Fig. 1.22 Las sustancias dentro del recipiente de un encendedor se encuentran a una presión 12 veces mayor que la presión atmosférica.



**Glosario**

**temperatura.** Medida mediante la cual se puede apreciar y estimar la cantidad de calor en un cuerpo o en el ambiente.

**presión.** Fuerza ejercida por un gas, un líquido o un sólido por unidad de área.

**propano.** Gas que se emplea como combustible y se extrae del petróleo.

**butano.** Gas que se utiliza como combustible, se obtiene del petróleo y del gas natural y que se destina al uso doméstico e industrial.

precipita en estado líquido, como lluvia, o en estado sólido, como nieve o granizo. El agua en estado sólido no puede fluir y se queda almacenada en los lugares en que cayó, hasta que el calor del Sol la derrite y la transforma en un líquido que, al igual que la lluvia, fluye por el suelo por ríos superficiales o subterráneos hasta los lagos o mares; en cada etapa, el agua líquida puede ser transformada nuevamente en vapor o gas de agua y otra vez convertirse en nubes que completan el ciclo.

**Para integrar**

- En un pliego de cartulina, elabora un mapa mental donde describas las características de los tres principales estados de agregación de la materia; ilustra el mapa con dibujos o fotografías y, en conjunto con el grupo, monta una exposición; sugieran y elijan un título atractivo para la exposición; por ejemplo: "El mundo visto con los ojos de los estados de agregación".
- Toma fotografías de la exposición y consérvalas en tu portafolio de evidencias.

**Para concluir**

El mundo que conocemos está lleno de diferentes sustancias, muchas las podemos identificar y clasificar con nuestros sentidos por la calidad de sus características, algunas pueden ser relativas, pero otras son muy precisas debido al comportamiento de la materia, tal es el caso de los estados de agregación.

**Aprendizaje esperado:**

- 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.

**1.2.2 Propiedades extensivas**

Las propiedades cualitativas nos proporcionan mucha información sobre los objetos que nos rodean, pero muchas veces no son suficientes, por ejemplo, dos manzanas pueden ser similares, ambas son sólidas, pueden tener un color parecido, un tamaño, olor, sabor y forma semejantes, aunque tú sabes que no son idénticas a pesar de que sus propiedades cualitativas son las mismas. Para establecer diferencias necesitas evaluar otras propiedades, características que, sin lugar a duda, te muestren por qué cada manzana es única.

Las propiedades cualitativas permiten comparar las sustancias a grandes rasgos, pero no describen en su totalidad a un objeto: existen muchos detalles que escapan a nuestra percepción sensorial. Para ampliar nuestra capacidad de descripción, es necesario **medir**. Esto es especialmente importante para la ciencia, porque la manipulación del entorno es parte esencial de la experimentación científica y se requiere de una descripción profunda de las sustancias. Mientras más sepas acerca de un sistema, lograrás predecir lo que puede pasar (figura 1.23).

**Para profundizar**

Las propiedades cualitativas permiten comparar las sustancias a grandes rasgos, pero no describen en su totalidad a un objeto: existen muchos detalles que escapan a nuestra percepción sensorial. Para ampliar nuestra capacidad de descripción, es necesario **medir**. Esto es especialmente importante para la ciencia, porque la manipulación del entorno es parte esencial de la experimentación científica y se requiere de una descripción profunda de las sustancias. Mientras más sepas acerca de un sistema, lograrás predecir lo que puede pasar (figura 1.23).



Fig. 1.23 Medir la longitud con precisión es indispensable en algunas actividades.

**Para empezar**

**Diferencias indiscutibles**

En equipo realiza un sencillo experimento. **Necesitan:** Una canica, un balón de acero, una pelota de ping-pong, una pelota de tenis, un balón de fútbol y un balón de basquetbol y tu cuaderno.

**¿Cómo hacerlo?**

1. Organicen las pelotas, el balón y la canica en una hilera de menor a mayor, dependiendo del tamaño. Describan: ¿en qué orden quedaron? ¿Por qué? Registren sus observaciones en sus cuadernos.
2. Ahora organicen las pelotas, el balón y la canica en una hilera de menor a mayor, dependiendo del trabajo que les da levantarlas. **Describan:** ¿en qué orden quedaron? ¿Por qué? Registren sus observaciones en sus cuadernos. **Reflexionen:** ¿el orden en que quedaron fue el mismo en ambas experiencias? ¿A qué creen que se debe? ¿Qué tendrían que hacer para asegurar que el orden que establecieron es el correcto sin lugar a dudas? Registren sus observaciones en sus cuadernos. **Observen y expliquen:** ¿si incluyeran una bola de boliche quedaría en la misma posición en ambos ordenamientos? ¿Por qué?
3. Comparen sus respuestas con las de los otros equipos y, con ayuda del maestro, registren en sus cuadernos la conclusión a la que lleguen.

Las propiedades de la materia que se pueden medir se llaman **propiedades cuantitativas**. Dependiendo de la propiedad que se quiera medir, se utilizan diferentes patrones o unidades de medida e instrumentos de medición; por ejemplo, para medir la longitud de un objeto se usa una regla o cinta métrica con unidades en centímetros o metros, mientras que para medir su masa se utiliza una balanza, o báscula, con unidades en gramos o kilogramos.

Cuantificar con mediciones tiene muchas aplicaciones prácticas en la vida cotidiana. La mayor parte de los productos o servicios que adquieres están medidos con algún patrón conocido, como los gramos, kilogramos, metros centímetros, minutos, litros, etcétera. Imagina que vas a comprar manzanas, si te las venden por pieza te pueden dar sólo manzanas pequeñas, pero si te dan un kilogramo, no importa el tamaño, la cantidad total no varía. Ninguna manzana es igual a otra, aunque un gramo de una cosa siempre tendrá la misma cantidad de materia que un gramo de otra, sin importar su naturaleza.

**Glosario**

**medir.** Comparación de una propiedad con un patrón establecido, para asignar un valor numérico.

**propiedades cuantitativas.** Características que son susceptibles de medirse y se reportan con una magnitud y una unidad.

**Explica, reflexiona y comunica**

Imagina que quieres cocinar un panqué, buscas una receta en dos libros de cocina diferentes y encuentras que te solicitan los siguientes ingredientes:

Ingrediente	Libro 1	Libro 2
Harina	1 taza	120 g
Mantequilla	1 barra y 1/4	112.5 g
Azúcar	1/2 taza	75 g
Huevos	1 y 1/2	97.5
Leche	1 taza	150 ml
Sal	2 cucharaditas	30 g



¿Qué diferencias encuentras entre las recetas? ¿Cuál es la receta cualitativa y cuál la cuantitativa? ¿Qué receta te permitiría elaborar siempre un panqué de la misma calidad?

Discute con tus compañeros de grupo la importancia de cuantificar las propiedades de las sustancias y registren en su cuaderno una conclusión.



### Glosario

**maleabilidad.** Propiedad de un objeto de adquirir distintas formas sin romperse.

**Sistema Internacional de Unidades.** Acuerdo internacional sobre las unidades que se deben usar para distintas mediciones.



Fig. 1.24 Medir y cuantificar las propiedades de las sustancias tiene muchas aplicaciones prácticas.



Fig. 1.25 Para medir la masa de un líquido se requiere un recipiente que lo contenga.

Entre las propiedades cuantitativas se encuentran las propiedades extensivas, aquellas que se relacionan con la estructura química externa, dependen de la cantidad de materia que tenga un objeto y que podemos medir con más facilidad, por ejemplo, la masa o el volumen.

Imagina que tienes un pedazo de plastilina y de pronto lo divides en dos porciones, ¿qué propiedades cambiarán? Aunque su color, textura y maleabilidad seguirán siendo los mismos, definitivamente las nuevas porciones serán más ligeras y ocuparán menos lugar que el trozo original.

El uso de instrumentos para medir y observar el mundo y los objetos que nos rodean, es un gran avance para la ciencia y la tecnología, porque nos permiten tener una mejorada y precisa capacidad de percepción de la materia que no dependa de las limitaciones de nuestros sentidos y la subjetividad de nuestra apreciación. La masa es la medida de la cantidad de materia que posee un cuerpo (figura 1.24). La unidad oficial del Sistema Internacional de Unidades para esta propiedad es el kilogramo (kg), aunque puede medirse con otras unidades:

gramo (g)	1000 g = 1 kg
libra (lb)	2.205 lb = 1 kg
onza (oz)	35.27 oz = 1 kg

Para medir la masa de una sustancia se utiliza una balanza o báscula. La medición es directa en el caso de los sólidos, pues sólo se pone un objeto sobre la balanza y se obtiene la medición, en unidades de masa. Los líquidos y los gases también tienen una masa determinada, pero medirla no es tan simple.



### Explica, reflexiona y comunica

Aunque normalmente se usan como sinónimos, la masa no es lo mismo que el peso. Cuando en el lenguaje común se dice que "se pesa" algo en una báscula o balanza, en realidad lo que se está haciendo es medir su masa (en kilogramos). Ve a la página de internet <http://goo.gl/u06a2>, estudia el material interactivo y luego responde a las siguientes preguntas en tu cuaderno:

1. ¿Cuál es la diferencia entre masa y peso?
2. ¿Qué es la gravedad?
3. ¿Cómo se calcula el peso de un objeto?
4. Si una persona va a la Luna, ¿qué cambia, su masa o su peso? ¿Por qué?

Medir la masa de una sustancia líquida es un poco más complicado que la de un objeto sólido, ya que el líquido no puede colocarse directamente sobre la balanza (figura 1.25).

Para medir la masa de un líquido se coloca sobre la balanza un recipiente vacío y se hace la medición, luego se vierte el líquido en el recipiente y se vuelve a medir. La masa del líquido se calcula restando la medida de la masa del recipiente vacío, de la masa del recipiente que contiene el líquido. En el caso de los gases, el procedimiento es igual, con la diferencia de que el recipiente o envase que se use debe ser hermético para evitar que el gas se disperse.



### ¡Manos a la Química!

#### Masa de un líquido

##### Introducción

Muchas personas tienen la idea errónea de que los líquidos no tienen masa porque no se pueden colocar en una balanza sin que se derramen, es cierto que se derraman pero falso que no tengan masa, cualquier sustancia que ocupa un lugar tiene masa y aunque estamos acostumbrados a referirnos a los líquidos en litros, también lo podemos hacer en gramos.

##### Necesitas:

- Una probeta de 25 ml
- Una balanza o báscula de laboratorio
- Cuaderno
- Regla
- Un vaso de precipitados de 150 ml
- 150 ml de agua
- Papel milimétrico
- Lápices de colores

##### Precauciones:

- Realiza este experimento bajo la supervisión de un adulto. Las balanzas son instrumentos muy delicados. No juegues con ellas.

##### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos de cinco o seis personas.

- 1) Mide la masa del vaso de precipitados vacío y seco con la balanza, registra el dato en una tabla.
- 2) Mide 25 ml de agua con la probeta, colócala en el vaso de precipitados, mide la masa, sustrae el dato que registraste para la masa del vaso vacío y registra el dato en la tabla.
- 3) Agrega 25 ml más de agua al vaso de precipitados, mide nuevamente la masa, resta la masa del vaso y regístrala.
- 4) Repite el paso 3 hasta llegar a 150 ml.
- 5) Con los datos de la tabla elabora una gráfica de colores en el papel milimétrico.

##### Explica

De manera individual, elabora un reporte en el que contestes las siguientes preguntas. Este reporte deberá formar parte de un portafolio donde vayas guardando los reportes de todas las actividades experimentales ¡Manos a la Química!

1. Cada vez que aumentaban la cantidad de agua, ¿cómo aumentaba la masa?
2. ¿Qué figura resultó de su gráfica? ¿Qué significa?
3. Con su gráfica ¿pueden predecir la masa que tendrá una determinada cantidad de agua, diferente a la que midieron? ¿Por qué?
4. ¿Cuántos gramos de masa tiene un litro de agua? ¿Por qué?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

El volumen es la cantidad de espacio que ocupa un cuerpo y, al igual que la masa, es otra propiedad extensiva de la materia.

El volumen y la masa son dos características que si bien pueden relacionarse entre sí, son independientes, ya que más bien dependen del tipo de materia que compone al objeto o cuerpo que se mide; por ejemplo, 1 kg de plomo (Pb) ocupa poco espacio y, a diferencia de él, 1 kg de unicel ocupa más lugar.

#### Leer:

Experimentos sencillos con sólidos y líquidos. En la lectura encontrarás varios experimentos que te permitirán aprender más acerca de las propiedades de los materiales. Jurgén, Hans, Experimentos sencillos con sólidos y líquidos, México, SEP-Oniro, 2006.



Fig. 1.26 Aunque ambos materiales tienen una masa de 1 kg, tienen un volumen diferente.

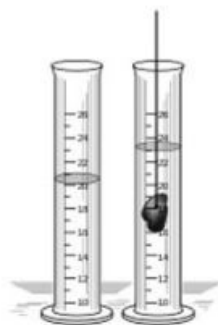


Fig. 1.27 Para medir el volumen de un cuerpo irregular, se puede medir la cantidad de líquido que desplaza en una probeta.

El volumen de un cuerpo puede medirse con instrumentos diseñados para contener líquidos, como las tazas medidoras, pipetas, probetas y buretas, pero resultan poco eficaces para medir el volumen de los sólidos. Se puede calcular el volumen de un sólido considerando sus tres dimensiones espaciales: ancho, largo y alto, siempre y cuando se trate de cuerpos regulares: es decir, con una forma geométrica o combinaciones de ellas (figura 1.26). La unidad con que se mide una longitud es el metro (m), por lo tanto, el volumen se mide en metros cúbicos (m<sup>3</sup>); esta unidad se conforma por la multiplicación de tres unidades: ancho, largo y alto.

Cuando se quieren medir cuerpos pequeños, en vez del metro se puede utilizar el centímetro (cm); en este caso, la unidad de volumen sería centímetro cúbico (cm<sup>3</sup>). Cuando se trata de líquidos, el volumen se suele medir en mililitros (ml) o incluso litros (L) si la cantidad de volumen es grande. Podemos convertir mililitros a centímetros cúbicos utilizando la igualdad 1 cm<sup>3</sup> = 1 ml.

En caso de tener que medir el volumen de un sólido irregular, como una piedra, se puede usar un instrumento de medición para líquidos, donde se pone un volumen determinado de agua, u otro líquido en que no se disuelva el sólido, y sumergirlo, así el volumen de líquido que se desplace o aumente en el instrumento de medición será el volumen del sólido irregular. (figura 1.27)

Existe un fenómeno muy interesante respecto a la masa y al volumen, relacionado con la teoría cinética molecular de la materia. Quizá recuerdas que esta teoría sirve para explicar el cambio en el estado de la materia, pero también para otro fenómeno que ocurre en la naturaleza. Cuando aumenta la temperatura, así mismo lo hace el volumen de los cuerpos; esto se debe a que las moléculas, al vibrar, ocupan un espacio mayor, aunque no cambie su estado de agregación; en este caso la masa permanece constante, porque no cambia la cantidad de partículas que conforma al cuerpo.

Sólo el agua muestra una excepción en relación con el fenómeno de cambio de volumen con el cambio de la temperatura. Cuando el agua se congela, ¡ocupa más lugar! a pesar de que sus moléculas se mueven menos; esta característica se explica porque al congelarse las moléculas de agua forman cristales, cuyas variadas formas dejan grandes espacios vacíos entre ellas y el efecto macroscópico que observamos es un aumento en el volumen (figura 1.28).



Fig. 1.28 Los cristales de agua congelada tienen formas muy variadas que ocupan mucho espacio.

### Para integrar

En una hoja blanca elabora un cuadro sinóptico en el que concentres las características, unidades en que se miden y los instrumentos de medición de las propiedades extensivas de la materia. Compara tu cuadro con el de tus compañeros de equipo, complementalo si es necesario y consévalo en tu portafolio de evidencias.

### Para concluir

Las propiedades extensivas de la materia son objeto de mediciones comunes en nuestras actividades diarias, y muchos de los productos que compramos y consumimos se comercializan en unidades de masa, como la fruta, el cemento o el detergente en polvo, así como en unidades de volumen: la gasolina, el aceite comestible y el blanqueador de ropa.



Explica, reflexiona y comunica

Realiza un sencillo experimento. **Necesitas:** dos vasos de plástico alargados y transparentes de material resistente, un marcador indeleble, horno de microondas, congelador y agua.

¿Cómo hacerlo?

1. Traza con el marcador indeleble una línea en la parte exterior de ambos vasos, aproximadamente a la mitad.
2. Vierte agua hasta llegar a la marca en ambos vasos.
3. Uno de los vasos lo pondrás durante cuatro minutos al máximo poder del horno de microondas y el otro vaso lo pondrás en el congelador hasta que toda el agua se solidifique. Antes de hacerlo elabora una hipótesis para la cual debes contestar:
  - a) ¿Cambiará el volumen del vaso después de calentarlo en el microondas? ¿Será menor o mayor?
  - b) ¿Cambiará el volumen del vaso después de que se congele el agua? ¿Será menor o mayor?

**Describe:** ¿Qué sucedió con el volumen en ambos casos? ¿Por qué? Registra tus observaciones.

**Reflexiona:** ¿A qué se debió el fenómeno que observaste?

**Observa y explica:** ¿Qué pasaría si repitieras el experimento pero en vez de agua usaras alcohol, aceite o glicerina? ¿Por qué?

4. Compara las respuestas con tus compañeros de equipo, registra en tu cuaderno la conclusión a la que llegaron y entrégala a tu profesor para que la evalúe.

## 1.2.3 Propiedades intensivas

Las propiedades intensivas se relacionan con la estructura química interna de la materia, y no dependen de la cantidad de materia que tenga un cuerpo o una sustancia, porque son una característica constante de ellas (figura 1.29). Se trata de propiedades que definen a cada sustancia y que, en conjunto, la describen y diferencian de otras. Si partes a la mitad una hoja de papel blanco, aunque los pedazos serán más pequeños, seguirán siendo blancos, por esto decimos que el color es una propiedad intensiva.

Otras propiedades intensivas de la materia son: la temperatura de cambio de estado de sólido a líquido o temperatura de fusión, la temperatura de ebullición en que cambian los líquidos a gases, la viscosidad, la densidad y la solubilidad, entre otras.



Fig. 1.29 Sin importar la cantidad de sal que hay en cada contenedor, se trata del mismo compuesto.

#### Aprendizaje esperado:

- 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.



**Grupos según sus coincidencias**

Realiza la siguiente clasificación. **Necesitas:** Los cinco productos u objetos que veas primero al abrir la alacena de la cocina de tu casa, cuaderno.

¿Cómo hacerlo?

1. Dibuja una tabla como la siguiente en tu cuaderno y describe las características de los cinco objetos que elegiste, según lo que indica cada columna como está en la muestra.

Objeto	Características que dependen del objeto	Características que dependen del material del que está hecho el objeto
Bolsa de azúcar	- Contenido 1 kg - Bolsa de 18 cm x 12 cm	- Bolsa de plástico. - Contenido: cristales opacos de color blanco amarillento. - Cristales solubles en agua. - Cristales de sabor dulce.
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Describe en tu cuaderno: ¿Qué columna fue más fácil de describir? ¿Por qué?

Reflexiona: ¿Qué características definen mejor a los objetos? ¿A qué crees que se debe?

Observa y explica: Si tuvieras que describir estos objetos a una persona que no los conozca, ¿qué características usarías? ¿Por qué?

2. Compara tus respuestas con tus compañeros en sesión grupal y en conjunto elaboren una conclusión. Regístrala en tu cuaderno.



Una de las propiedades intensivas más usadas es la temperatura de fusión y la temperatura de ebullición. Recordando nuevamente la teoría cinética molecular de la materia, sabemos que al aumentar la temperatura de una sustancia, aumenta la energía cinética de sus partículas y con ello puede ir cambiando de un estado de agregación más ordenado a uno en que las partículas estén más desordenadas y más lejanas entre sí.

La mayoría de las sustancias para llegar del estado sólido al gaseoso, y viceversa, deben pasar por el estado líquido, pero algunas sustancias, como el yodo (I) y la naftalina, tienen una fase líquida tan breve que es imperceptible, por lo que observamos que pasan directamente del estado sólido al gaseoso, y viceversa (figura 1.30). A cada cambio se le ha asignado un nombre para reconocerlo:



Fig. 1.30 Cada cambio de estado de agregación recibe un nombre.

Cambio de estado de agregación	Nombre
Sólido a líquido	Fusión o derretimiento
Líquido a gaseoso	Ebullición o vaporización
Gaseoso a líquido	Condensación o licuefacción
Líquido a sólido	Solidificación o congelación
Sólido a gaseoso	Sublimación
Gaseoso a sólido	Deposición, sublimación inversa o cristalización

Una sustancia sólida se puede calentar un poco sin que cambie su estado físico, al alcanzar una cierta temperatura **umbral**, entonces se convertirá a líquido (figura 1.31). La temperatura a la que ocurre este cambio se conoce como **temperatura de fusión (o punto de fusión)**. Asimismo, un líquido se puede calentar hasta una cierta temperatura en la cual se convertirá en gas. A esta temperatura se le llama **temperatura de ebullición (o punto de ebullición)** (figura 1.32).

Tanto la temperatura de fusión como la de ebullición son características típicas de las sustancias y son constantes porque siempre se repiten; sin embargo, se ven afectadas por la presión atmosférica, con el aumento en la altitud sobre el nivel del mar disminuyen, por ello se ha convenido aportar los datos de fusión y ebullición de acuerdo con el nivel del mar. Por ejemplo, el agua se congela a nivel del mar a 0 °C y hierve a 100 °C, pero en la ciudad de México que se sitúa a 2240 m.s.n.m el agua hierve aproximadamente a 92 °C. Debido a estas circunstancias al hacer una medición del punto de fusión y de ebullición de una sustancia en un lugar más alto que el nivel del mar es necesario hacer una corrección.

Distintas sustancias tendrán diferentes temperaturas de fusión y de ebullición pero, para una misma sustancia, la temperatura a la que se puede transformar de sólido a líquido o de líquido a gas no cambia aunque se tengan distintas cantidades.

El cambio de estado físico en una sustancia no es un evento instantáneo, se realiza poco a poco, porque no todas las partículas de una sustancia alcanzan la cantidad de energía cinética en el mismo momento; si calientas agua se evapora lentamente y durante todo el tiempo que dura el proceso la temperatura se mantiene estable a 100 °C aun cuando sigas calentándola, lo mismo sucede en la fusión del agua a 0 °C.

La temperatura se mide con un instrumento llamado termómetro, hay una gran variedad de modelos; algunos están hechos con una columna de mercurio, otros con una columna de alcohol, unos más son sensores electrónicos conectados a una computadora, pero todos tienen en común que hacen una estimación de la energía calorífica de una sustancia, ya que lo que observamos es el aumento en el volumen de la materia cuando se calienta, como ya lo explicamos. Los termómetros no miden la cantidad de calor ni de energía calorífica, para ello se usan otros instrumentos que reciben el nombre de calorímetros.

Los termómetros pueden calibrarse en tres tipos de escalas diferentes: la Centígrada (°C), la que usamos con más frecuencia; la Fahrenheit (°F), que se usa solo en algunos países, y la Kelvin (K), o escala absoluta, en ocasiones llamada escala científica, adoptada por el Sistema Internacional de Unidades (figura 1.33).



Fig. 1.31 Fusión del hielo.



Fig. 1.32 Cuando el agua hierve, su temperatura no se eleva.



Fig. 1.33 Existen diferentes modelos de termómetros que miden la misma característica.



**Glosario**

**umbral.** Paso entre un lugar o condición a otro.  
**temperatura o punto de fusión.** Temperatura precisa en la que un material cambia su estado de sólido a líquido.  
**temperatura o punto de ebullición.** Temperatura precisa en la que un material cambia su estado de líquido a gaseoso.



Investiga los puntos de fusión y ebullición de al menos 15 sustancias comunes y escríbelos en una tabla en tu cuaderno.

Compara tu tabla con tus compañeros de equipo y en conjunto hagan una sola tabla en una cartulina y péguenla en una de las paredes del salón.

¿Hay dos o más sustancias que tengan los mismos datos? ¿A qué crees que se deba? ¿Qué usos puedes dar a estos datos?



Fig. 1.34 La viscosidad es una propiedad que sólo se puede apreciar de manera efectiva en los líquidos.



Fig. 1.35 Instrumento para medir la viscosidad del aceite automotriz.



Fig. 1.36 Existen varios modelos de densímetros.

Otra de las propiedades intensivas de la materia es la viscosidad; se trata de la capacidad de una sustancia para deformarse y que se relaciona con la posibilidad de fluir a través de un tubo; debe tenerse en cuenta que esta propiedad sólo puede aplicarse y tiene sentido en los fluidos, esto es: en líquidos y gases. Se dice que una sustancia es viscosa cuando no se puede deformar ni fluye con facilidad.

La viscosidad cambia con la temperatura, la mayoría de las sustancias serán más viscosas si ésta disminuye. A una temperatura determinada, la viscosidad es una propiedad intensiva, porque no importa la cantidad de masa que se tenga de una sustancia, fluirá de la misma manera; por ejemplo, la miel siempre será más viscosa que el agua, no importa si se comparan masas pequeñas de las sustancias o más grandes (figura 1.34).

A pesar de ser una característica importante de la materia, resulta limitada para usarla como una propiedad comparativa, porque sólo se puede aplicar con efectividad en líquidos ya que los sólidos no fluyen, y los gases fluyen dependiendo de su ligereza y la presión que se les aplique.

Otro problema que presenta la viscosidad es la dificultad para medirla, porque desde el punto de vista cualitativo se expresa como el volumen de un líquido que pasa por un tubo dispuesto verticalmente, de determinado diámetro y material, en un tiempo y a una temperatura determinadas y estables: en este caso hay muchas variables que atender, el tubo debe estar perfectamente vertical para aprovechar al máximo la atracción gravitatoria, la longitud del tubo afecta y las especificaciones del material con que se construye, así como su diámetro, deben ser muy precisas. En algunos casos se aplica presión al sistema y entonces se incrementa el número de variables. No obstante, la viscosidad es una propiedad importante en ciertos productos tecnológicos, por ejemplo, en el aceite que usan los motores de combustión interna. Hay una confusión que se da entre este concepto con otros dos términos: espeso, que sólo se usa para los líquidos muy viscosos, y pegajoso que tiene que ver con la adherencia de un material (figura 1.35).

La densidad es una propiedad intensiva de la materia, ya que cada sustancia tiene una densidad específica, y se define como la masa de una sustancia dividida entre el volumen que ocupa (figura 1.36). Aunque la masa y el volumen son propiedades extensivas, al hacer el cociente entre ellas se elimina la dependencia con la cantidad de materia.

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

En general, la densidad se especifica en unidades  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Si la densidad de una sustancia es  $3 \text{ g}/\text{cm}^3$ , por ejemplo, se indica que 3 g de la sustancia ocupan  $1 \text{ cm}^3$  de volumen; si se tienen 6 g de la sustancia, el doble de masa, entonces el volumen ocupado será también el doble:  $2 \text{ cm}^3$ .

Para medir la densidad hay algunos instrumentos llamados densímetros, o densitómetros, y comparan la densidad de una sustancia conocida con la del material que queremos medir; sin embargo, la forma más sencilla y práctica es medir la masa y el volumen con la mayor precisión posible, y aplicar el cociente al dividir el dato de masa entre el dato de volumen. La densidad también es útil para predecir qué ocurrirá si se ponen dos sustancias juntas: una flota cuando es menos densa que otra, y se hunde cuando es más densa; por ejemplo, si pones unicel en un recipiente con agua, flotará porque es menos denso (figura 1.37).



Fig. 1.37 El aceite es menos denso que el agua, por eso flota.



### ¡Manos a la Química!

#### Reactividad de los metales del grupo 2

##### Introducción

La densidad, una propiedad intensiva, es la relación entre la masa de una sustancia y el volumen que ocupa. La densidad de diferentes cantidades de una misma sustancia siempre será la misma, porque lo que se mide es cuántos gramos de la sustancia se necesitan para completar 1 ml de volumen.

##### Necesitas (por equipo):

- Un vaso de precipitados de 100 ml
- Una probeta graduada de 25 ml
- 20 ml de aceite de cocina
- Una balanza

##### Precauciones:

Desecha el aceite después del experimento porque ya no es propio para consumirse.

##### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos.

- 1) Usa la balanza para medir la masa de la probeta vacía.
- 2) Vierte 10 ml de aceite de cocina en la probeta y con la balanza mide la masa de la probeta junto con los 10 ml de aceite. Registra tus datos en la tabla.

Masa de la probeta vacía (g): _____			
Volumen de aceite (ml)	Masa de la probeta con aceite (g)	Masa del aceite (g) (Masa de la probeta con aceite menos masa de la probeta vacía)	Densidad del aceite ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) (Masa del aceite entre el volumen del aceite)
10			
15			
20			

- 3) Vierte 5 ml más del aceite en la probeta, hasta que el volumen total llegue a 15 ml y mide la masa otra vez. Luego repite el procedimiento para un volumen total de aceite de 20 ml. Anota todos tus resultados en la tabla.
- 4) Calcula la masa del aceite en cada caso, restando la masa de la probeta vacía de la masa de la probeta con aceite. Utiliza la tabla para registrar tus resultados.
- 5) Calcula la densidad del aceite dividiendo la masa del aceite entre su volumen. Registra tus resultados en la tabla.

##### Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Guarda tu reporte en tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Cómo son los valores de densidad que calculaste a partir de diferentes masas de aceite de cocina? ¿Iguales, diferentes?
2. Si son diferentes, ¿qué tanto lo son: mucho o poco?
3. ¿A qué errores experimentales crees que se deban las diferencias entre los valores?
4. Si repites el experimento varias veces y promedias los resultados, tendrás mejores datos, ¿qué aplicaciones crees que puede tener la densidad?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.



Fig. 1.38 El azúcar tiene una cierta solubilidad en el agua de la leche.



Fig. 1.39 Solución saturada de cloruro de sodio en agua.

La solubilidad de una sustancia indica su posibilidad de disolverse en otra. Esta propiedad suele medirse en unidades de masa de la primera sustancia llamada soluto por unidad de volumen de la segunda llamada disolvente. Por ejemplo, la solubilidad de la sal de mesa (cloruro de sodio, NaCl) en agua, es 359 g/L; esto es, que para disolver por completo 359 g de sal, se requiere 1 litro de agua.

Es una propiedad intensiva, porque depende de las características químicas de las sustancias; por ejemplo, el agua es el mejor, más abundante y común disolvente que conocemos, pero algunas sustancias no se disuelven en ella y se pueden usar otros disolventes como el alcohol, la gasolina, el thinner, la acetona, y otros más (figura 1.38).

Una sustancia es soluble en otra dependiendo de sus características y de la temperatura a la que se encuentre; por ejemplo, si tienes un vaso con agua y le pones una gran cantidad de sal, cucharada tras cucharada, llega el momento en que aunque agites vigorosamente la mezcla, parte de la sal se queda sin disolver en el fondo del vaso. Para poder disolver esta sal, se requiere calentar la mezcla, así los espacios entre las moléculas de agua se hacen más amplios.



TIC

Conoce más acerca de las propiedades físicas de los materiales en esta presentación; <http://www.educarchile.cl/edu/pro/app/detalle?id=216792> (consulta 22 de enero de 2017). Escribe en tu cuaderno las propiedades que se mencionan.

### Para integrar

En equipo elaboren una propuesta de práctica de laboratorio para medir o calcular los puntos de ebullición, fusión, viscosidad, densidad y solubilidad de un líquido; por ejemplo, el etanol, para lo cual pueden buscar información en internet y en textos impresos.

Comparen su propuesta con la de los demás equipos y, con orientación de su maestro, pónganla en práctica; registren los resultados y elaboren un reporte que anexarán a su portafolio de evidencias.

¿A qué problemas se enfrentaron? ¿Cómo los resolvieron?



### Glosario

**análisis químico.** Conjunto de técnicas y procesos necesarios para identificar sustancias desconocidas.

### Para concluir

Las temperaturas de fusión y ebullición son datos valiosos para identificar sustancias desconocidas y, en conjunto con los datos de otras propiedades extensivas, son el primer paso para el **análisis químico**.

# Experimentación con mezclas

## 1.3.1 Mezclas homogéneas y heterogéneas

Como revisaste en el tema anterior, toda la materia tiene distintas características y propiedades, aunque en algunos casos dos o más tipos de materia pueden compartir alguna o muchas de estas características, siempre hay alguna que las distingue. Propiedades como el color, olor o sabor son difíciles de medir; en cambio otras, como la masa, la densidad, el volumen y la temperatura se pueden determinar con precisión en condiciones controladas. Así, una sustancia pura puede ser cualquier material que tenga propiedades distintivas que la diferencien claramente de otras. El agua, por ejemplo, es distinta al aceite, la sal es diferente a la leche y todas ellas son distintas entre sí.

En la naturaleza, y en todo lo que nos rodea, es prácticamente imposible encontrar sustancias puras, ya que se hallan unas junto a otras en el mejor de los casos, pero en general se encuentran mezcladas unas con otras, por lo que para la química es indispensable el estudio de las mezclas, que si bien son parte estricta del campo de la física, es indispensable entenderlas para comprender la dinámica de los cambios químicos (figura 1.40).

#### Aprendizaje esperado:

- Identifica los componentes de las mezclas, y las clasifica en homogéneas y heterogéneas.



Fig. 1.40 En la basura hay diversos componentes, todos ellos hechos de materia; juntos constituyen una mezcla.



### Para empezar

#### Sustancias puras y mezclas

- Organízate en equipo con tus compañeros para hacer la siguiente actividad.
- En su cuaderno hagan una lista de todas las sustancias que hayan visto, usado o consumido desde que se levantaron hasta este momento.
- **Clasifiquen** las sustancias que anotaron en dos grupos: puras y mezclas.
- **Expliquen**, ¿cuántas sustancias puras y cuántas mezclas registraron?
- ¿Qué criterios utilizaron para clasificar las sustancias?
- **Compartan** lo que hicieron con sus compañeros de grupo y analicen si hubo o no diferencias en la respuesta que dieron a la segunda pregunta. Si las hubo, argumenten su punto de vista y, con ayuda del maestro, registren una conclusión.
- **Apliquen.** Lean en la parte posterior de un sobrecito de marca comercial para preparar atole sabor vainilla los ingredientes que contiene. ¿Cuántas sustancias diferentes puedes encontrar? ¿Clasificarías este producto como una mezcla? ¿Por qué?



### Glosario

**compuesto.** Es una sustancia constituida por elementos unidos de tal manera, que forman un tipo de materia con características propias que la hacen una sustancia nueva.

**hemoglobina.** Es una proteína que permite que el oxígeno y el dióxido de carbono se transporten dentro de los eritrocitos de la sangre.

**glucosa.** Es un azúcar que utilizan los tejidos como precursor para obtener energía al combinarlo con el oxígeno de la respiración.

#### Leer:

Manifestaciones de la materia  
En este libro profundizarás en el conocimiento de las características de las sustancias y las razones por las que forman ciertas mezclas.  
García, José María, *Manifestaciones de la materia*, México, SEP-Santillana, 2002.

### Para profundizar

Las mezclas están formadas por sustancias que, aunque estén juntas, no se encuentran unidas químicamente; por ejemplo, el agua del mar contiene agua y sal, principalmente es una mezcla de esos dos **compuestos**.

La mayoría de los objetos que están a tu alrededor son mezclas de dos o más sustancias en cantidades variables: la leche es una mezcla de agua con proteínas, vitaminas, grasas y minerales; tú mismo eres una mezcla, porque dentro de ti hay muchas sustancias químicas, como agua, **hemoglobina**, cloruro de sodio, **glucosa**, oxígeno y dióxido de carbono, entre muchas otras.

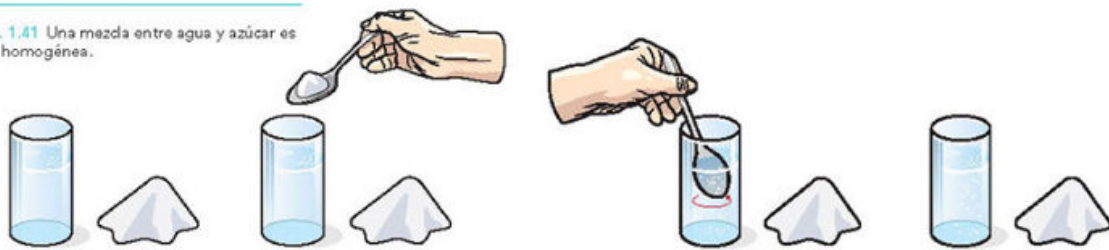
Una característica esencial de las mezclas es que las distintas sustancias que las componen no pierden sus propiedades cualitativas sino que se conservan y también se mezclan. Por ejemplo, si haces una mezcla de agua con azúcar, el resultado no es un líquido que sepa a chocolate, lo que obtienes simplemente es una mezcla que sabe a agua con azúcar. Otro ejemplo puede ser cuando juntas un vaso con agua pintada de color amarillo con otro vaso con agua pintada de color azul, en este caso obtendrás una mezcla de color verde.

Las diferentes sustancias que forman parte de una mezcla se llaman componentes. Si disuelves café en agua (asumiendo que éste es una sola sustancia), obtendrás una mezcla que tiene dos componentes; si le añades azúcar, entonces la mezcla tendrá tres componentes.

Hay diferentes tipos de mezclas, las homogéneas y las heterogéneas. Cuando la mezcla es homogénea, las partículas de una sustancia se reparten de manera uniforme en la otra. Como no se pueden reconocer sus distintos componentes a simple vista, se dice que están conformadas por una sola fase, por ejemplo, si mezclas una cucharadita de azúcar en un vaso con agua y remueves muy bien, no podrás decir que existen diferentes componentes sólo con ver el vaso con agua. El agua con azúcar es una mezcla homogénea o disolución (figura 1.41).

La palabra homogénea quiere decir "igual", es porque una mezcla homogénea, además de lucir uniforme, tiene la misma composición a lo largo de toda la mezcla, es decir, que si tomas muestras de distintas partes de esa mezcla siempre tendrán la misma composición.

Fig. 1.41 Una mezcla entre agua y azúcar es homogénea.



1. Consulta la página de internet <http://depa.fquim.unam.mx/representaciones/soluciones.html> (Consulta: 3 de noviembre de 2016), y observa los dos microvideos.
2. En una hoja blanca elabora un mapa mental donde integres la información más relevante.
3. Compara tu trabajo con el de tus compañeros de equipo y complementalo. Anéxalo a tu portafolio de evidencias.

Hay otro tipo de mezclas que son radicalmente diferentes de las homogéneas, en las que es fácil o relativamente sencillo diferenciar a simple vista los distintos componentes que las forman. Cuando esto sucede, se les llama mezclas heterogéneas. Las mezclas heterogéneas están formadas por sustancias cuyas partículas no se reparten una entre la otra, algunas se van al fondo del recipiente o del lugar que las contiene; es decir, se sedimentan, o permanecen suspendidas (flotan). Un ejemplo de mezcla heterogénea se hace con agua y arena: aunque los dos componentes estén en un mismo recipiente contenedor, se pueden reconocer a simple vista.

Cada una de las porciones de una mezcla heterogénea que queda separada se conoce como fase; por ejemplo, si mezclamos avena con leche, la avena sería una fase y la leche otra. Para distinguir entre las distintas fases de una mezcla heterogénea, se citan sus características. Si utilizamos los ejemplos anteriores, al agua y a la leche se les puede decir fase líquida o fase menos densa, y a la arena y a la avena les nombraría como fase sólida o fase más densa (figura 1.42).

La palabra heterogénea significa desigual y hace referencia al hecho de que la composición de una mezcla heterogénea no es la misma a lo largo de toda ella: las muestras que tomes de diferentes lugares de la mezcla, tendrán diferente composición. Si mezclas agua y aceite, y tomas una muestra de la parte superior de la mezcla, comprobarás que sólo estará compuesta por aceite, y si tomas una muestra de la parte inferior de la mezcla, sólo estará compuesta por agua, pero si tomas una muestra del lugar donde ambas fases se juntan (a este lugar se le llama interfase), tendrás agua y aceite (figura 1.43).



Fig. 1.42 Una mezcla de agua y arena es heterogénea, porque a simple vista se pueden reconocer sus componentes.



Fig. 1.43 Las muestras que se toman de diferentes estratos de una mezcla heterogénea tienen una composición distinta.



### ¡Manos a la Química!

#### ¿Homogénea o heterogénea?

##### Introducción

Las fases que presentan las mezclas son una clave para reconocer las homogéneas de las heterogéneas como una forma de clasificarlas; por ello, su estudio es tan importante y desarrollar la capacidad de reconocerlas es una habilidad química que permite conocer algunas de las propiedades de la materia, así como predecir su comportamiento.

##### Necesitas:

- Un vaso de precipitados de 250 ml con 100 ml de agua
- Un vaso de precipitados de 100 ml
- Una cucharadita de sal (NaCl)
- 5 cucharaditas de arena fina
- Un agitador de vidrio
- Una engrapadora con al menos 10 grapas de metal
- Una liga de hule
- Tijeras
- 50 ml de aceite de cocina

##### Precauciones:

- Ten cuidado con las tijeras.
- No sustituyas la arena por tierra.

##### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos de cinco o seis personas.

- 1) Con las tijeras corta la liga de hule en pedazos de, aproximadamente, medio centímetro de longitud.
- 2) Acciona la engrapadora 10 veces al aire para obtener 10 grapas dobladas.
- 3) En el vaso de precipitados de 100 ml, junta los pedazos de hule, las grapas y la arena fina. ¿Qué tipo de mezcla es: homogénea o heterogénea? ¿Cuántos componentes tiene? ¿Cuántas fases? A partir de este punto, deberás registrar todas tus observaciones en la tabla que se muestra al final de esta actividad.



Fig. 1.44 Algunas sustancias requieren que se les agite para que se disuelvan.

- 4) Por separado, añade al agua que está en el otro vaso de precipitados la cucharadita de sal y usa el agitador de vidrio para ayudar a disolver todo el sólido.
- 5) Vierte en el agua con sal la mezcla que hiciste con las grapas, el hule y la arena.
- 6) Finalmente, vierte con cuidado el aceite sobre la mezcla que está en el vaso de precipitados grande. No olvides registrar tus observaciones.

► **Explica**

De manera individual elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Guarda tu reporte en tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

- 1) Escribe tus observaciones en una tabla como la siguiente.

Mezcla	¿Homogénea o heterogénea?	Número total de componentes	Número total de fases
Trozos de hule, grapas y arena			
Agua y sal			
Agua, sal, trozos de hule, grapas y arena			
Aceite de cocina, agua, sal, trozos de hule, grapas y arena			

- 2) ¿Qué parámetros o criterios usaron para reconocer el tipo de mezcla, los componentes y las fases?
- 3) ¿Qué se les dificultó más? ¿Por qué?
- 4) ¿Qué otras propiedades sería útil registrar para reconocer el tipo de mezclas?
- 5) ¿Qué aplicaciones prácticas tiene reconocer el tipo de mezclas?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

**Aprendizaje esperado:**

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

Con frecuencia, la descripción de una mezcla sólo a partir de los componentes de la que está hecha, no es suficiente. Imagina que tienes cuatro vasos con agua, que al primero le añades una cucharadita de azúcar y revuelves hasta que todo queda bien disuelto; al segundo vaso le pones cuatro cucharaditas de azúcar, al tercero 10, y al cuarto 20. Todos los vasos contendrán una mezcla de azúcar y agua pero no son iguales. Si pruebas el agua de cada vaso, seguramente dirías que en el primer vaso el sabor del azúcar no es tan fuerte o que el agua está poco azucarada, y que en el tercer vaso, por ejemplo, el agua está muy azucarada. Si estuvieras en un restaurante y quisieras un vaso con agua azucarada, tendrías que especificar al mesero qué tan azucarada, porque el decir sólo “agua azucarada” es un dato absolutamente impreciso.

La mejor descripción de una mezcla de esta naturaleza es cuando se mencionan sus componentes y la proporción en que se encuentran, a la que llamamos concentración.

La concentración es la relación entre la cantidad de **soluto** y la de **disolución**. El soluto es la sustancia que se encuentra en menor proporción en la disolución y **disolvente** es la que está en mayor proporción.

Por ejemplo, si mezclas 5 ml de alcohol con 10 ml de agua, el soluto será el alcohol y el disolvente el agua, pero si inviertes las cantidades y mezclas 5 ml de agua con 10 ml de alcohol, el soluto será el agua y el disolvente el alcohol.

Las disoluciones necesariamente son mezclas homogéneas y se pueden describir de manera cualitativa con una aproximación estimada de la concentración que hay de soluto; cuando hay poco, se les llama disoluciones diluidas, si hay mucho, se

**Glosario**

**soluto.** Sustancia que se disuelve en otra; en general sus moléculas se acomodan entre las del disolvente.  
**disolución.** Mezcla homogénea de dos o más sustancias en diferente proporción. También se le llama solución.  
**disolvente.** A veces se denomina solvente y se trata de la fracción más grande de una disolución; entre sus moléculas se acomodan las del disolvente.

les conoce como concentradas, y si se ha llegado a un punto en que ya no se puede disolver más soluto se les llama saturadas, en este momento el exceso de soluto se separa de la mezcla y puede observarse como sucede en las mezclas heterogéneas.

Si miras la imagen que está al lado, podrías decir con seguridad cuál de las disoluciones está más concentrada que otra, pero no te sería posible afirmar con seguridad en qué momento puedes dejar de llamar a la concentración diluida y ahora llamarla concentrada; por lo que esta manera de expresar la concentración es subjetiva y depende de una apreciación personal, pero para los fines de la química se necesita una forma más objetiva de determinarla, así que se requiere de un parámetro cualitativo.

La concentración puede medirse y para ello se han inventado diferentes formas de expresarla; la más común y fácil de entender es la concentración expresada en porcentaje y hay tres modalidades: la concentración porcentual en masa, la concentración porcentual en volumen y una combinación de ellas, la concentración porcentual de masa en volumen (figura 1.45).

La concentración porcentual en masa se utiliza, por ejemplo, en el etiquetado de productos y se expresa así:

$$\text{La masa de la disolución (g)} - \text{masa del soluto (g)} = \text{masa del disolvente (g)}$$

Y el porcentaje se calcula:

$$\text{Concentración (\% m/m)} = \frac{\text{masa de soluto}}{\text{masa de disolución}} \times 100$$

El porcentaje en masa (% en masa) indica la cantidad de masa del soluto (en gramos) que está disuelta en 100 g de disolución. Mientras mayor sea el porcentaje en masa de una disolución, más concentrada estará (figura 1.46).

Cuando se dice que una disolución tiene una concentración de 20% en masa, lo que se indica es que por cada 100 g de disolución, 20 g son de soluto.

En general, esta forma de expresar la concentración se utiliza cuando se disuelve un soluto sólido en un disolvente líquido. Si no se indica de qué disolvente se trata o si se dice que la mezcla es acuosa, debe entenderse que el disolvente es agua.

**Explica, reflexiona y comunica**

- 1) Reflexiona a partir de la pregunta y en tu cuaderno escribe tu respuesta, así como los argumentos que te llevaron a ella.  
 ¿Cuál solución está más concentrada: una solución de sal de mesa en agua, al 35% en masa, o una solución de azúcar en agua, al 70% en masa? ¿Por qué?
- 2) Comparte tu punto de vista con el de tus compañeros de clase y registren en su cuaderno la conclusión. Entrega tu cuaderno al profesor para que te evalúe.

En todos los casos en que se haga un cálculo de la concentración porcentual en masa, las unidades usadas deben ser las mismas, pueden ser gramos, kilogramos o cualquier otra unidad de la misma naturaleza; si se da el caso de encontrar dos unidades diferentes, es preciso hacer la conversión adecuada.

Con los datos adecuados es posible calcular la concentración de una disolución con la aplicación de la fórmula que mencionamos antes (figura 1.47) y como se muestra en el siguiente ejemplo:



Fig. 1.45 La concentración depende de la cantidad de una sustancia que se agrega a un disolvente.

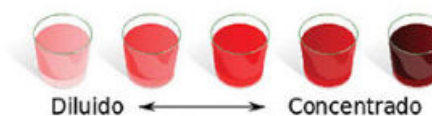


Fig. 1.46 Soluciones diluidas y concentradas.



Fig. 1.47 Para expresar la concentración en masa de una disolución, es necesario medir la masa del soluto y la de la disolución.

¿Cuál es la concentración en masa de una disolución de 300 g que contiene 20 g de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>)?

$$\text{Concentración (\% m/m)} = \frac{\text{Masa del soluto 20 g}}{\text{Masa de la disolución 300 g}} \times 100 = \frac{20\text{g}}{300\text{g}} \times 100 = 0,67 \times 100 = 6,7 \%$$



### Glosario

**grado alcohólico.** Cantidad de alcohol que contiene una disolución alcohólica, como son las bebidas alcohólicas.

**congruente.** Conveniente, coherente, lógico.



Fig. 1.48 Por sus características, es más práctico medir el volumen que la masa de un líquido.

Así, sabemos que la concentración de una mezcla que tiene 20.0 g de cloruro de calcio en 300 g de disolución, es de 6.7 % en masa.

La concentración porcentual en volumen se usa con frecuencia cuando el soluto es líquido y medir su volumen es más práctico que medir su masa; esta forma de expresar la concentración se usa para medir el **grado alcohólico** que se muestra en las bebidas y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración (\% V/V)} = \frac{\text{volumen de soluto}}{\text{volumen de disolución}} \times 100$$

El porcentaje en volumen (% volumen) indica la cantidad de volumen del soluto (en mililitros) que está disuelto en 100 ml de disolución. A diferencia de lo que sucede con la masa de la disolución, que es igual a la masa del soluto más la masa del disolvente, el volumen de la solución no es igual a la suma de los volúmenes del soluto y el disolvente (figura 1.48).

Finalmente, la concentración porcentual masa en volumen, que quizá sea la más común, por que es la más **congruente** con el estado de agregación del soluto cuando es sólido y de la disolución que generalmente es líquida, se expresa de manera similar a las anteriores:

$$\text{Concentración (\% m/V)} = \frac{\text{masa de soluto}}{\text{volumen de disolución}} \times 100$$

En este caso, el volumen de la disolución tampoco corresponde a la suma de masas o de volúmenes del soluto y del disolvente.

### Para integrar

Busca en las etiquetas de diferentes productos si se expresan concentraciones porcentuales; de ser así, anótalas y calcula la cantidad que contiene el producto de cada componente.

En un pliego de cartulina reproduce la etiqueta del producto y los cálculos que hiciste, ilústrala y, en conjunto con tus compañeros del grupo, organiza una exposición para la comunidad escolar.

Conserva fotos de la exposición en tu portafolio de evidencias.

### Para concluir

Independientemente del tipo de expresión porcentual en que se exprese la concentración, tanto mayor sea el porcentaje, mayor será la concentración.

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

#### Aprendizaje esperado:

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



Fig. 1.49 Una pecera contiene varios componentes, algunos forman mezclas homogéneas y otros heterogéneas con el agua, incluidos los peces. Para separarlos se deben aplicar varios procedimientos.

Con frecuencia se requiere separar uno o varios de los componentes de una mezcla cuando se necesita aislarlo, porque es la forma en que lo necesitamos.

En la cocina comúnmente se hacen mezclas y separaciones de las mismas, por ejemplo, para cocinar un espagueti, primero se mezcla con agua para cocerlo y después es preciso separarlo del agua para continuar con su preparación. Conoces muchos de los métodos de separación de mezclas, porque los has visto o experimentado, como quitarle la nata a la leche. En química, además de esos sencillos procedimientos existen otros que requieren un mayor grado de complejidad, ya que la separación debe ser lo más completa posible (figura 1.49).



### Para empezar Sustancias puras y mezclas

Organízate con tus compañeros en equipo para hacer la siguiente actividad.

Realicen un experimento. **Necesitan:** Tu cuaderno para ir registrando las observaciones, un vaso con agua hasta la mitad, tres monedas pequeñas, un trocito de unicel, una cucharada de azúcar, 10 g de arena limpia, tres gotas de colorante vegetal de cualquier color y una cuchara.

**Precauciones:** Asegúrense que antes de desechar el agua, hayan retirado toda la arena para no tapan la cañería.

¿Cómo hacerlo?

1. Coloquen los materiales dentro del vaso con agua, agiten bien con la cuchara por unos momentos y dejen reposar la mezcla.

**Describan:** ¿Cómo es la mezcla? ¿Se trata de una mezcla homogénea o heterogénea? ¿Qué necesitan hacer para determinar el o los tipos de mezcla que tienen en el vaso?

2. Discutan la forma en que separarían cada uno de los componentes de la mezcla y describan las características de estos componentes por las que dedujeron que pueden separarlos así.

**Reflexionen:** ¿Todos los componentes de la mezcla se pueden separar de la misma manera? ¿Hay más de una forma de separar algún componente? ¿Por qué creen que esto sea así? Registren las respuestas en su cuaderno.

**Observen y expliquen:** ¿Cuáles son los parámetros que usaron para decidir entre una u otra forma para separar los componentes? ¿Hay algún componente que no se pueda separar? ¿Por qué?

3. Comparen sus respuestas con las de sus compañeros en sesión grupal y, con ayuda del maestro, registren las conclusiones a las que llegaron.

### Para profundizar

Existen formas de separación de mezclas que sólo se aplican a las homogéneas, otros a heterogéneas y algunos pueden aplicarse indistintamente; de las propiedades de los componentes de la mezcla se deduce el procedimiento idóneo. Una mezcla se puede separar en sus componentes gracias a que cada uno de éstos tiene diferentes propiedades físicas.





Fig. 1.50 Los coladores en la cocina se usan como instrumentos para separación de mezclas.



Fig. 1.51 El agua y la arena son una mezcla heterogénea que se puede separar por decantación.



Fig. 1.52 Embudo de separación listo para usarse.

## Decantación

La decantación es un método de separación que se basa en la diferencia de densidad de dos sustancias que no son **miscibles** entre sí; es decir, que están en fases diferentes formando una mezcla heterogénea, se usa cuando se quiere separar un sólido de un líquido o dos líquidos que no se pueden mezclar; o que son inmiscibles, como la arena y el agua, o el aceite y el agua. Este método de separación funciona bien cuando el componente menos denso es líquido y consiste en verter éste, que es el que queda arriba, a un recipiente diferente (figura 1.50 y 1.51).

Cuando la mezcla sólo es entre líquidos no miscibles, es posible usar un embudo de separación, que es un contenedor en forma de pera que tiene una llave. Para usar un embudo de separación, primero hay que asegurarse, de que la llave del embudo está cerrada; luego se introduce la mezcla de líquidos y, por último, se abre la llave para dejar que salga el líquido que está abajo, el de mayor densidad (1.52). Una vez que salió, se cierra la llave para evitar que pase el otro líquido.

Suele suceder que no se pueda separar completamente la interfase de la mezcla, por lo que se deja salir la parte más densa hasta antes de la interfase, después en un recipiente diferente se deja salir la interfase y finalmente en otro recipiente más se captura el líquido menos denso.



Busca fotografías en revistas, libros o internet que muestren el proceso de decantación; reproducélas en hojas blancas, y agrega una explicación del proceso. Compara tu álbum con el de tus compañeros y consérvalo en tu portafolio de evidencias.

## Filtración

Es un método que se utiliza para separar mezclas heterogéneas de sólidos con líquidos, y se basa en la diferencia entre el tamaño de las partículas de los componentes de una mezcla y en el de los huecos de un material filtrante que puede ser desde un colador de cocina hasta un papel o una placa de cerámica; el más usado en muchos laboratorios de química es el papel filtro por su bajo costo y su alta eficiencia. Para llevar a cabo una filtración se necesita un embudo, un papel filtro que deje pasar el líquido, pero que retenga el sólido, y un recipiente donde recolectar el líquido que se filtre (figura 1.53).

Este método de separación quizá sea uno de los procedimientos que te sea más familiar, porque se usa extensamente, con él se separan mezclas en la cocina, se prepara café, se separan residuos sólidos en los fregaderos, lavabos y drenajes, y hay más ejemplos.



Fig. 1.53 La filtración sirve para separar una mezcla heterogénea de un sólido y un líquido. El papel filtro retiene el sólido y deja pasar el líquido.

## Separación magnética

Los materiales ferromagnéticos como el hierro (Fe), níquel (Ni) y cobalto (Co), sus **aleaciones** y sus **óxidos**, son atraídos por los imanes, esta es una propiedad que se usa para lograr su separación en mezclas heterogéneas que los contienen.

Para llevar a cabo este procedimiento se usa un imán o un electroimán y se pasa por la mezcla, los fragmentos de materiales ferromagnéticos se adhieren al imán y luego se retiran de éste. La separación magnética es un método que se usa en muchas industrias del reciclaje, porque es uno de los primeros procedimientos que se pueden aplicar en la selección de basura cuando está revuelta.



El hierro, sus aleaciones y sus óxidos son muy abundantes, ¿los podrías obtener de un montón de tierra?

**Necesitas:** tu cuaderno para ir registrando las observaciones, un recipiente grande de plástico con una muestra de tierra de alguna jardinera de la escuela o tu casa, un imán potente y una hoja blanca.

**Precauciones:** la tierra debe estar lo más seca posible; lávate las manos después de hacer el experimento.

**¿Cómo hacerlo?**

1. Pasa el imán por la tierra varias veces, como si la revolveras.
2. Saca el imán de la tierra, sacúdelo y obsérvalo.

**Describe:** ¿se pegaron algunas partículas? ¿Cómo son?

3. A continuación, con tus dedos separa las partículas del imán y déjalas caer sobre la hoja blanca.

**Reflexiona:** la mayor parte de las partículas que separaste son de óxido de hierro, ¿qué características tienen? ¿Qué cantidad de estas partículas consideras que puede tener la tierra de tu recipiente si hicieras una separación total?

**Observa y explica:** ¿cómo aplicarías esta técnica en situaciones cotidianas?

4. Compara tus respuestas con las de tus compañeros y, con ayuda del maestro, registra en tu cuaderno la conclusión a la que lleguen; incluye fotografías que ilustren la experiencia.
5. Presenta tu trabajo al profesor para que lo evalúe.

## Cristalización

Es una técnica con la que se pueden obtener cristales de un sólido que está disuelto en un líquido, por lo que se aplica sólo a mezclas homogéneas, y es necesario que el disolvente líquido se evapore. Todas las sustancias tienen su propio punto de ebullición, que puede alcanzarse de manera paulatina, así que no es necesario que toda la cantidad disponible de la sustancia llegue a la misma temperatura, si las partículas que están en la parte superior se encuentran en contacto con una fuente de calor, como los rayos del sol, se evaporarán y dejarán su lugar a las que están debajo.

En las mezclas de un líquido con un sólido, el segundo tiene un punto de ebullición mayor, así que las partículas que se evaporan son las del líquido. Si disuelves un poco de sal de mesa en un vaso con agua y luego dejas que se evapore el agua en el transcurso de días, verás que en el fondo del vaso se acumularán cristales de sal. Precisamente este método es el que se usa para la obtención de la sal que consumimos; el cloruro de sodio (NaCl) se extrae del agua de mar, grandes extensiones de terreno se inundan con ella y se dejan un tiempo hasta que la acción de los rayos del sol evapora el agua y se forman cristales de sal (figura 1.54).



## Glosario

**aleación.** Mezcla homogénea de propiedades metálicas, compuesto de dos o más elementos, uno de los cuales, al menos, debe ser un metal.  
**óxido.** Sustancia química formada por la unión de un metal con oxígeno.



Fig. 1.54 Cristales de sulfato de cobre II (CuSO<sub>4</sub>), obtenidos de una disolución acuosa por cristalización.

## Extracción con disolventes

Es un método que permite separar los componentes de una mezcla aprovechando su diferente solubilidad en distintos disolventes. Cada vez que haces un té, por ejemplo, estás aplicando el método de separación de mezclas, porque algunas sustancias de las hojas y flores de las plantas son solubles en agua y, por tanto, las puedes extraer cuando las colocas en agua caliente, pues son más solubles en este medio. Este método suele usarse en combinación con algún otro, como la cristalización, porque ciertos disolventes son más fáciles de evaporar que otros.



### ¡Manos a la Química!

#### Mezcla compleja

##### Introducción

A menudo, la separación de una mezcla implica varios pasos y técnicas. Cada técnica que se utiliza se basa en las diferentes propiedades físicas de cada uno de los componentes de una mezcla. Cuando se combinan varios métodos en un procedimiento, éste recibe el nombre de separación de una mezcla compleja.

##### Necesitas:

- 2 vasos de precipitados de 250 ml
- Un vaso de precipitados de 150 ml
- Una espátula
- Un vidrio de reloj lo suficientemente grande como para tapar el vaso de precipitados de 150 ml
- 0.10 g de yodo
- 50 ml de agua
- 50 ml de cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ) o alcohol de curación
- Un embudo de separación
- Unas pinzas de tres dedos
- Un soporte universal

##### Precauciones:

- Ten cuidado con las tijeras.
- No sustituyas la arena por tierra.

##### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos de cinco o seis personas.

- 1) En un vaso de precipitados de 250 ml mide 50 ml de agua. Aparte, usa la balanza, el vidrio de reloj y la espátula para pesar 0.25 g de yodo.
- 2) Agrega el yodo al vaso que tiene agua, mezcla bien con el agitador de vidrio y deja reposar la mezcla por unos 15 a 20 minutos para que todo el yodo se disuelva.
- 3) Con mucho cuidado, vierte cloroformo en otro vaso de precipitados de 250 ml hasta tener 50 ml, y luego viértelos en la mezcla de agua y yodo; notarás que los líquidos no son miscibles entre sí y que el cloroformo adquiere un color rosa. Esto se debe a que el yodo pasa del agua al cloroformo, porque es más soluble en este último.
- 4) A continuación, monta el embudo de separación en el soporte universal utilizando las pinzas de tres dedos, y pon debajo del embudo el vaso de precipitados de 150 ml que está limpio. Asegúrate de que la llave del embudo esté cerrada y vierte la mezcla de cloroformo, agua y yodo en él.
- 5) Déjalo reposar unos cinco minutos sin taparlo. Luego abre la llave del embudo y deja que salga el cloroformo. Cierra la llave cuando veas que el agua empieza a llegar cerca de la salida. No importa que se quede un poco de cloroformo con yodo en el embudo, lo que importa es que no quede agua en el cloroformo que salga del embudo.
- 6) Finalmente, tapa el vaso de precipitados que contiene el cloroformo con el vidrio de reloj, y déjalo 48 horas sin mover, en un lugar templado y ventilado, donde no le dé el Sol directamente.



Fig. 1.55 Algunas mezclas requieren varios métodos de separación.

##### Explica

De manera individual elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Guarda este reporte en el portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Qué tipo de mezcla forman el yodo y el agua?
2. ¿Qué técnica de separación aplicaste al unir la mezcla de agua con yodo y el cloroformo?
3. ¿Cómo es la mezcla entre el agua y el cloroformo?
4. ¿Qué tipo de separación usaste para la mezcla de agua y cloroformo?
5. ¿Qué otra técnica podrías haber usado?
6. ¿Qué características te permiten deducir tu respuesta anterior?
7. ¿Qué ocurre con el cloroformo?
8. ¿Qué le pasa al yodo?
9. ¿Cómo se llama esta técnica de separación de mezclas?
10. ¿Por qué es importante tomar en cuenta las propiedades de una sustancia para elegir uno u otro método de separación de mezclas?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

## Destilación

Es una técnica de separación de mezclas homogéneas donde ambos componentes son líquidos, y se basa en el hecho de que cada sustancia tiene una temperatura de ebullición distinta y, al calentar la mezcla, eventualmente uno de sus componentes se evaporará, éste puede ser recuperado, condensado y separado en otro recipiente.

Para llevar a cabo la destilación, se pone la mezcla líquida en un matraz redondo que se conecta a un termómetro y a un tubo refrigerante, luego la mezcla se calienta hasta que hierva y uno de sus componentes se evapore.

El vapor que se forma llega hasta el termómetro, que marca la temperatura a la que está el gas que se forma dentro del matraz, ya que mientras se evapora un líquido específico la temperatura se mantiene estable, pero al cambiar ésta se evapora un componente diferente de la mezcla. Como cada líquido tiene una distinta temperatura de ebullición, la lectura del termómetro servirá para reconocer qué sustancia se está evaporando (figura 1.56).

En la industria de la refinación del petróleo se usa un método muy parecido para separar los distintos compuestos que forman la mezcla llamada petróleo crudo.

Cuando el vapor pasa por el tubo refrigerante se enfría y se condensa, formando un líquido otra vez. Así que los componentes de la mezcla pasan del estado líquido al gaseoso y nuevamente al líquido, pero cada uno lo hace a distinta temperatura.

Este principio es útil para la separación del alcohol obtenido por la fermentación de diferentes frutas y productos vegetales, como la uva, el maíz, la caña de azúcar, etcétera, y constituye la base de las industrias vinícola y licorera, así como del alcohol que se emplea como combustible alternativo para motores de combustión interna.

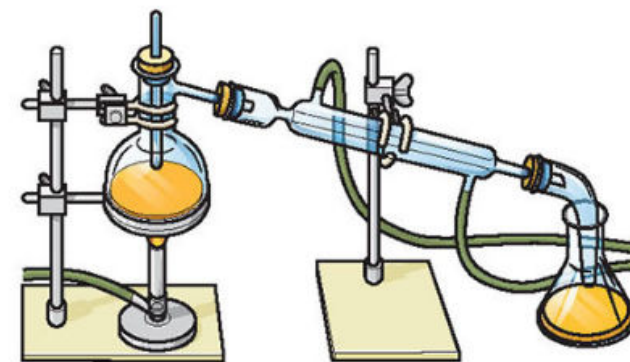



Fig. 1.56 La destilación requiere de un equipo con varios componentes.

**Para integrar**

A menudo, una mezcla se puede separar mediante más de una técnica. Observa el ejemplo que aparece en la siguiente tabla, donde se clasifica la mezcla como homogénea o heterogénea, y se proporcionan dos técnicas con las que se pueden separar sus componentes:

Mezcla	¿Homogénea o heterogénea?	Técnica de separación #1	Técnica de separación #2
Sal disuelta en agua 	Homogénea	Cristalización	Destilación

Reproduce la tabla en una hoja blanca y agrega varios renglones donde incluyas las siguientes mezclas; si es necesario investiga las características de los componentes:

- Agua con limadura de hierro, agua con cloroformo, agua con azúcar y piedras.  
Compara tu tabla con la de tus compañeros, y anéxala a tu portafolio de evidencias.

**Para concluir**

Los métodos de separación de mezclas no son procedimientos rígidos ni recetas, para aplicarlos es necesario conocer las características de sus componentes y con base en ello deducir la mejor técnica o combinación de ellas para obtener los resultados que se esperan.

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

**1.4.1 Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla**

Las sociedades humanas requieren de materia y energía para su funcionamiento y algunas, generalmente con un reducido número de integrantes y que habitan en zonas rurales, han logrado usar los recursos naturales de manera que casi no perjudican al ambiente. Muchas veces, los humanos consumimos los recursos naturales de manera intensiva y extensiva y, al hacerlo, generamos grandes cantidades de desechos. Esto da lugar, entre otras cosas, a cambios químicos y físicos que alteran o modifican el medio en que vivimos.

Cualquier sustancia extraña, o que forme parte de un **sistema** pero que rebasa cierto nivel de concentración y represente un riesgo para la salud, es considerada como un **contaminante**.

**Aprendizaje esperado:**  
• Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no sean perceptibles a simple vista.



**Glosario**

**sistema.** Conjunto de cosas que, relacionadas entre sí ordenadamente, contribuyen a determinado objetivo.  
**contaminación ambiental.** Cuando en un sistema hay componentes que pueden representar riesgo al bienestar de las personas o de la biodiversidad.

**Para empezar**

¿Podemos desaparecer un contaminante si lo diluimos?

Cuando se vierten gases a la atmósfera y aguas residuales a un río o al mar, a veces se piensa que como la atmósfera y el mar son tan inmensos, el contaminante terminará diluyéndose al grado de "desaparecer".

Comenta con tus compañeras y compañeros qué idea tienen del significado de diluir. Identifiquen cinco ejemplos en la vida cotidiana donde se haga una dilución, y respondan la pregunta, ¿si diluyo un contaminante, desaparece? Registren sus ideas por escrito; compártanlas con las de los demás equipos del grupo, y anéxenas al portafolio de evidencias.

**Para profundizar**

Los contaminantes, según su origen, se clasifican en biogénicos y antropogénicos. Entre los primeros están los que no se involucran con acciones humanas, como los gases y polvos producto de la actividad volcánica (figura 1.57), de procesos de erosión del suelo y descomposición de la materia orgánica. Entre los contaminante antropogénicos ubicamos a todos los que son resultado de las actividades humanas, como los generados por la actividad industrial, el tráfico vehicular y los procesos de producción, transporte y uso de la energía.



Fig. 1.57 La erupción volcánica emite a la atmósfera una enorme cantidad de contaminantes que, si bien afectan a los seres vivos, son parte de la dinámica natural del planeta.

Ya se mencionó que la mayoría de las sustancias se encuentran formando parte de mezclas, y los contaminantes no son la excepción. Quizá habrás visto materiales sólidos en forma de basura que contamina diferentes cuerpos de agua, como ríos, lagunas y estanques, o notas los gases que se producen durante la combustión de la madera, del carbón y de la gasolina, principalmente en los vehículos automotores que despiden humos grises e irritantes. También las sustancias líquidas contaminan y eso se nota cuando las aguas residuales de las casas e industrias se mezclan con el agua de la lluvia o de diferentes cuerpos de agua. A los contaminantes los encontramos en los diferentes estados de la materia y pueden ser visibles a simple vista o, en primera instancia, pasar inadvertidos por nuestros sentidos hasta que nos damos cuenta que algo está causando problemas en la salud de las personas, de otros animales y de la vegetación del ambiente.

Encontrar el "agente" o la sustancia contaminante no siempre resulta sencillo (figura 1.58). A veces el contaminante se forma en un lugar distante respecto de donde se resienten sus efectos, como sucede con los gases que se vierten a la atmósfera y contribuyen a incrementar la acidez de la lluvia en regiones que se encuentran a cientos de kilómetros del lugar en que se produjo el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) principal responsable de ello.

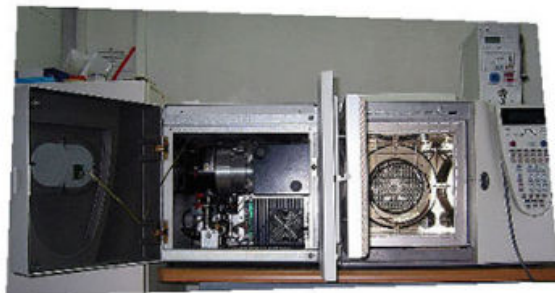


Fig. 1.58 Ante el reto de identificar sustancias desconocidas, los químicos utilizan diversas técnicas y aparatos como el espectrómetro de gases. En la imagen se muestra parte del equipo para identificar compuestos orgánicos semivolátiles en el Instituto Nacional de Ecología.

En otros casos, los desechos a manera de aguas residuales que generan las ciudades van contaminando los terrenos y cuerpos de agua por donde pasan. En todos los casos que estudiemos habrá interacciones de las sustancias contaminantes con otras y los productos de sus reacciones harán más grave o complejo el problema.

La química, al igual que otras ciencias, no puede resolver por sí sola los problemas que genera la contaminación, pero sí nos brinda invaluables herramientas para entender y encontrar alternativas de solución, en especial para enfrentar la contaminación de origen antropogénico.

En la actividad científica se hacen modelos que ayudan a entender el comportamiento de los fenómenos, y a veces son representaciones en pequeña escala de lo que consideramos sucede en la realidad. La siguiente actividad es un ejemplo de ello.



### ¡Manos a la Química!

#### Al diluir un contaminante, ¿desaparece?

##### Introducción

En esta actividad simularemos la presencia de un contaminante con ayuda de un colorante vegetal mezclado en agua y haremos algunas diluciones para comprobar su permanencia en la mezcla.

##### Necesitas:

- 6 vasos transparentes de unos doscientos mililitros de capacidad.
- Una botellita con colorante vegetal líquido (como los que se usan en repostería).
- Agua de la llave.
- Una probeta graduada de 100 ml.
- Un agitador o una cucharita.

##### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos.

- 1) Numera los seis vasos en orden progresivo. Coloca una marca para identificarlos y ubícalos sobre una superficie de color claro.
- 2) Agrega 100 ml de agua al primer vaso y 50 ml en los siguientes vasos.
- 3) En el vaso número 1 pon cinco gotas de colorante y revuelve la mezcla. Observa y describe qué sucede. Presta especial atención a la coloración y su intensidad.
- 4) Toma 50 ml de la mezcla del vaso 1 y agrégalos al vaso 2. Describe lo que sucede.
- 5) Toma 50 ml del vaso 2 y mézclalos con el vaso 3, y hazlo sucesivamente hasta el vaso 6.

##### Explica

Contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Qué sucede con el colorante a medida que se va diluyendo?
2. ¿Hay colorante en el vaso número 6?
3. Describe lo que sucedió en otros equipos. ¿Es lo mismo? ¿Hay diferencias? ¿Cuáles?
4. Si en el vaso 6 aún hay rastros del colorante, ¿cuántas veces más habría que diluirlo para que no se viera?
5. Si el colorante fuera un contaminante, ¿el vaso, donde ya no lo ves, estaría contaminado?
6. Investiga dos ejemplos en los que diluir un contaminante sea alternativa ante la contaminación y también busca dos ejemplos donde no lo es.
7. ¿Cuánta agua es necesaria para llevar la concentración de un contaminante hasta una cantidad que no sea peligrosa?

Discute y argumenta tus respuestas con el grupo.

Como ciencia, la química tiene muchos campos de estudio y cuando tiene que ver con el ambiente se le denomina química ambiental. A su vez, esta rama de la química se subdivide en química de la atmósfera, química del agua, y cuando se centra en promover el diseño y la aplicación de productos y procesos químicos que sean compatibles con la salud humana y la biodiversidad, se le llama química verde.

Aun cuando a simple vista el aire es homogéneo y no vemos las sustancias que lo forman, fundamentalmente es una mezcla de diferentes gases (figura 1.59). Su porcentaje de componentes varía un poco dependiendo de la altura respecto al nivel del mar y el lugar en que nos encontremos. En una muestra de aire seco a nivel del mar 78% está formado por el gas nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y 21% por oxígeno ( $\text{O}_2$ ). En el 1% restante encontramos argón (Ar), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), neón (Ne), helio (He), metano ( $\text{CH}_4$ ), criptón (Kr), hidrógeno (H), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y xenón (Xe). En cantidades pequeñas y variables también encontramos trazas de ozono ( $\text{O}_3$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y monóxido de carbono (CO).

El bióxido de carbono se encuentra de manera natural en la atmósfera, como producto de la descomposición de la materia orgánica, la quema de combustibles fósiles y de diversos procesos industriales, pero se convierte en contaminante dependiendo de la cantidad. Una muestra de aire contaminado en las zonas urbanas con mucho tráfico, tiene concentraciones 100 a 200 veces superiores en  $\text{CO}_2$  a las que habría en un aire no contaminado. El óxido de nitrógeno V ( $\text{N}_2\text{O}_5$ ), que se forma sobre todo en las descargas eléctricas, en los motores de combustión

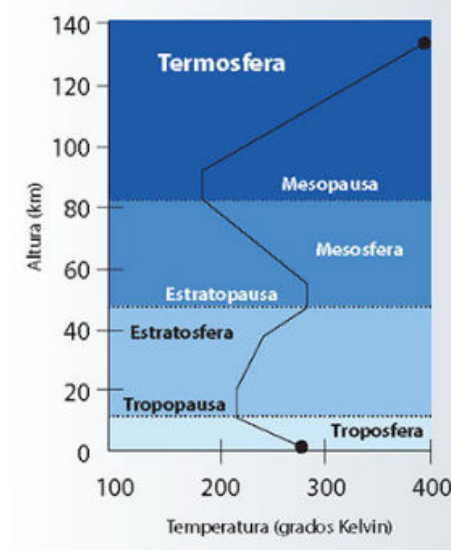


Fig. 1.59 Capas de la atmósfera y relación entre la altura y temperatura. La concentración de los componentes de la atmósfera cambia con la altura.



**Glosario**

**esmog.** Se refiere a la presencia simultánea de humo y niebla, con altas concentraciones de dióxido de azufre y partículas suspendidas menores de 2.5 μm acompañados de calma meteorológica.

**fotoquímico.** Fenómeno de cambio químico producido por la luz.

**suspensión.** Mezcla heterogénea de partículas no solubles que se dispersan en un medio líquido. El tamaño de las partículas que se dispersan es mayor a 10000 nm, sedimentan por gravedad y son filtrables.

**dispersión coloidal.** Mezclas que están entre el límite de la homogeneidad y heterogeneidad. Las partículas están entre los 10 y 10000 nm, pueden sedimentar y no son filtrables.

interna y en la combustión de la materia orgánica, también está presente en el aire no contaminado, aunque su concentración es del doble cuando forma parte del **esmog fotoquímico**. Este tipo de esmog es el más común y se produce por la reacción de los gases liberados de los vehículos automotores en presencia de luz solar. En las reacciones químicas involucradas participan los óxidos de nitrógeno, el ozono y los hidrocarburos.

**Curiosidades**

El dióxido de azufre y el volcán Popocatepetl

El volcán Popocatepetl reanudo su último periodo de actividad en 1994 y en la actualidad es uno de los principales emisores de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el mundo. El dióxido de azufre es un importante causante de la lluvia ácida, ya que en la atmósfera, en la que tiene una vida promedio de dos a cuatro días, se convierte en ácido sulfúrico y cuando se precipita en forma de lluvia, rocío o granizo, puede ocasionar importantes daños al ambiente. Entre otros materiales que expulsa el volcán hay cenizas, polvo y arena que pueden permanecer un tiempo en la atmósfera con una "vida" que puede ir de unas horas, días, a veces algunos meses, lo cual no es frecuente porque su precipitación es prácticamente inmediata. Como un evento extraordinario, en los pasados 18 años se tuvo el registro de que esos materiales llegaron hasta las costas de Louisiana y Texas, en Estados Unidos, según reportes de estudios realizados con sensores remotos.

Tomado de: El Popo, de los principales emisores de dióxido de azufre del mundo, en <http://www.jornada.unam.mx/2013/06/05/ciencias/a02n1c1e> (Consulta: 22 de enero de 2017).

En la actividad *¡Manos a la Química!* anterior, empleamos un colorante diluido en agua como modelo de contaminación. Observamos que aunque el contaminante no fuese visible a simple vista, podía estar presente. En una muestra de agua, el efecto del contaminante en los seres vivos dependerá del tipo de éste y de la cantidad mínima que se requiera para causar el efecto. En la naturaleza, el agua tiene diferentes compuestos químicos que provienen de la litosfera, de la atmósfera y de la biosfera, los cuales están en contacto con el líquido e influyen en sus propiedades físicas y químicas. En la siguiente tabla se puede ver un amplio listado de esos compuestos:

Tabla 1.4.1 Componentes del agua natural			
Fuente	En <b>suspensión</b>	En <b>dispersión coloidal</b>	En disolución
Litosfera	Arenas, arcillas, suelos	Arcillas, suelos	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , F <sup>-</sup>
Atmósfera	Polvos, partículas	Polvos, partículas	O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> , HCO <sup>3-</sup>
Biosfera	Algas, bacterias, plantas, animales	Macromoléculas orgánicas, virus	O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, CH <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , macromoléculas orgánicas.

Fuente: *La Química en la sociedad*, México, Facultad de Química-UNAM, 1994.

La calidad del agua o su grado de pureza tiene correspondencia con el uso al que se destine. No todas las impurezas provienen de la naturaleza, porque muchas son consecuencia de las actividades humanas. Algunas veces percibimos los contaminantes por los cambios en el sabor, el olor y la apariencia del agua.

Los contaminantes del agua en forma líquida, en general provienen de los desechos de las casas, y de las actividades agrícolas e industriales. Por su parte, los

contaminantes físicos sólidos incluyen arenas, arcillas, cenizas, grasa, brea, papel, hule, madera metales y plásticos; en este rubro también entra la temperatura, ya que afecta a la biodiversidad de diversas maneras.

Entre los contaminantes químicos del agua encontramos sales solubles, como cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, carbonatos, ácidos, álcalis y gases disueltos, por ejemplo, el dióxido de azufre, amoníaco, cloro y ácido sulfhídrico. Muchas de estas sustancias provienen de las actividades industriales, pero contribuyen de manera preponderante los diversos productos que se usan en automóviles y en los limpiadores domésticos. La tabla 1.4.2 muestra algunas de las sustancias tóxicas contenidas en esos productos.

Tabla 1.4.2 Ingredientes tóxicos de algunos productos usados en automóviles como limpiadores domésticos		
Producto	Ingrediente	Efecto
Anticongelante	Etilén- glicol	Tóxico
Baterías	Ácido sulfúrico, plomo	Tóxico
Blanqueadores	Hidróxido de sodio y potasio, peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio y calcio	Tóxicos y corrosivos
Limpiadores con amonia	Amoníaco, etanol	Corrosivos, tóxicos e irritantes
Pesticidas y repelentes de insectos	Organofosfatos, carbamatos y piretinas	Tóxicos

Fuente: *La Química en la sociedad*, México, Facultad de Química-UNAM, 1994.

Los contaminantes orgánicos, entre los que se incluyen aquellos desechos del metabolismo de los seres vivos, residuos del procesamiento de alimentos, compuestos químicos industriales, disolventes, aceites, colorantes, insecticidas y detergentes, tienden a agotar el oxígeno disuelto en el agua o ser tóxicos para los seres vivos. Además encontramos contaminantes biológicos que incluyen bacterias, hongos, protozoarios y virus que pueden causar diversas enfermedades: salmonelosis, disentería, hepatitis y cólera (figura 1.60). La mayoría de los contaminantes orgánicos se descomponen mediante procesos químicos y biológicos, y se les considera degradables o biodegradables, pero otros, como las grasas, los plásticos, plaguicidas y detergentes no lo son, y su descomposición tarda muchos años. Este tipo de compuestos se conocen como orgánicos refractarios e incluyen insecticidas como el DDT, el clordano y la endrina. También encontramos los iones nitrato, fosfato, sulfato y los metales pesados como el mercurio (Hg), el plomo (Pb) y el cadmio (Cd).

Los conocimientos de ciencias que vamos adquiriendo en la vida tienen sentido si nos ayudan a explicar cómo funcionan las cosas, sus cambios y transformaciones, y son útiles en la medida en que los usamos para fundamentar las decisiones que tomamos en la vida cotidiana. El caso del DDT es interesante, porque en el siglo xx se utilizó masivamente para combatir plagas de insectos que dañaban los cultivos o transmitían enfermedades; sin embargo, con el tiempo se evidenciaron, entre otros, efectos cancerígenos, pues se acumula en los organismos en diferentes niveles de las cadenas alimenticias, interviniendo tanto en su metabolismo como intoxicándolos (figura 1.61). En Estados Unidos se prohibió su uso en 1972, después de múltiples denuncias del daño que causaba



Fig. 1.60 Bacteria *Vibrio cholerae*, causante de la enfermedad llamada cólera, vista con microscopio electrónico, puede encontrarse en aguas contaminadas con materia fecal.

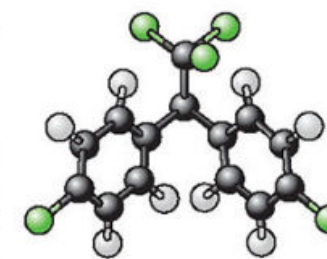


Fig. 1.61 Molécula del didoro difenil tridoroetano (C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub>), usado décadas atrás como insecticida, es prácticamente insoluble en agua y muy soluble en grasas animales y disolventes orgánicos.

a los organismos, pero en 2006, la Organización Mundial de la Salud volvió a utilizarlo para combatir a los mosquitos del género *Anopheles* que transmiten a los microorganismos del género *Plasmodium*, que son los causantes de la malaria. Hasta la fecha, hay científicos y organizaciones que defienden su uso, así como otros que señalan que los daños son mayores que los beneficios que brindan.

### Para integrar

Algunas empresas que se dedican a purificar, embotellar y distribuir el agua, como parte de su propaganda dicen que venden "agua pura".

¿Qué idea te da la palabra pureza?

De acuerdo con lo que sabes, ¿será adecuado aplicar esa palabra al agua con la que nos hidratamos?

Investiga qué consecuencias tendría en nuestro cuerpo el consumo de agua químicamente pura.

En tu curso de Ciencias 1 se trabajó el concepto de agua simple potable, para referirse al agua que debemos beber. ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras entre el concepto de agua pura y agua simple potable?

Para hidratarte, ¿qué tipo de agua elegirías? Explica de manera fundamentada tu respuesta.

Comparte con tus compañeros del grupo las respuestas a las preguntas y, en compañía de su profesora o profesor, obtengan una conclusión. Redacten un escrito con sus ideas y respuestas, e incorpórenlo al portafolio de evidencias.

### Para concluir

La contaminación es un problema grave que aqueja a nuestro entorno, y la mayor parte es generada por nosotros mismos; con frecuencia no la podemos detectar con nuestros sentidos o nos hemos acostumbrado tanto que mostramos indiferencia ante este problema; uno de los objetivos del estudio de la química es que seas un ciudadano informado y tomes las decisiones adecuadas para detener la contaminación del planeta mediante el consumo sustentable.

#### Leer:

Energía alternativa  
A fin de que conozcas algunas alternativas para combatir la contaminación y contribuir a un mundo mejor, consulta este libro del rincón.  
Walsiewicz, Marek, *Energía alternativa*, México, SEP-Planeta mexicana, 2005.



#### TIC

Para saber más de diferentes moléculas y visualizarlas, tanto en su estructura como en su forma y de paso practicar el inglés, consulta la dirección electrónica: <http://www.educaplus.org/moleculas3d/inorganicas.html> (Consulta: 22 de enero de 2017).

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

La mayoría de los materiales que se encuentran a nuestro alrededor corresponden a mezclas de diversas sustancias; sin embargo, tal como ya revisamos, es muy importante saber la cantidad de cada componente que hay en esas mezclas, sobre todo de aquellas sustancias que pueden resultar dañinas o alterar negativamente la interacción de unos materiales con otros, ya sea al combinarse, al reaccionar o cuando los consumimos de alguna forma.

Acabamos de estudiar que en muchas mezclas no es posible observar todos sus componentes, ya sea porque algunos están en una proporción muy pequeña o porque al mezclarse no se puede distinguir uno de otro. Cuando los componentes de una mezcla no pueden diferenciarse, decimos que se trata de una mezcla homogénea (figura 1.62) o disolución.

### Para profundizar

Existen diferentes clases de disoluciones, en primer lugar porque la combinación de sustancias en diferentes estados de agregación puede dar lugar a una mezcla de este tipo, tal como se ejemplifica en la siguiente tabla.

	Sólido	Líquido	Gaseoso
Sólido	Aleación metálica: como el llamado "oro blanco", una combinación de oro (Au) y plata (Ag) o paladio (Pd).	Amalgama: como la que se usa en piezas dentales, una mezcla entre plata (Ag) sólida y mercurio (Hg) líquido.	Hielo: el agua al solidificarse atrapa gases del aire, quedando mezclados en el hielo, lo cual puede ser imperceptible.
Líquido	Agua salada: como el agua de mar que contiene sales disueltas, como cloruro de sodio (NaCl) y cloruro de magnesio (MgCl), entre otras.	Vinagre: es una mezcla de agua con ácido acético, un compuesto orgánico que se produce en la fermentación; por ejemplo, de manzanas, y es líquido.	El agua "dulce" en la naturaleza: en cualquier cuerpo de agua, como río o lago, el agua tiene oxígeno gaseoso (O <sub>2</sub> ) disuelto que permite la vida.
Gaseoso	Aire contaminado: el aire en una ciudad contiene partículas sólidas suspendidas.	Aire húmedo: en lugares húmedos, el aire contiene también pequeñas gotitas de agua suspendidas que no vemos.	Aire seco: el aire en sí mismo es una mezcla de gases.

La variedad de disoluciones no sólo depende de las fases en las que estén sus componentes, sino también de las proporciones que guarden unos con otros. En una disolución se le llama disolvente al componente que esté en mayor proporción, mientras que se denomina soluto al componente (o componentes) que se encuentre en menor cantidad respecto al disolvente (figura 1.63).

En el caso de los ejemplos de la tabla, éstos han sido ordenados de tal forma que la columna de la izquierda corresponde a los estados de agregación donde se puede encontrar el disolvente, y la fila superior a los de los solutos; por ejemplo, el vinagre es una disolución que tiene una mayor proporción de agua, que de ácido acético.

### Explora

• Revisa etiquetas de, al menos, tres productos comunes en tu casa: alimentos envasados, bebidas, productos de limpieza para la casa y de uso personal (jabones, champús, cremas). Escribe los datos que recopiles en una tabla como la siguiente:

#### Aprendizaje esperado:

- 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 el ambiente, con el fin de tomar decisiones informadas.



Fig. 1.62 Las amalgamas dentales son una mezcla homogénea de plata y mercurio.



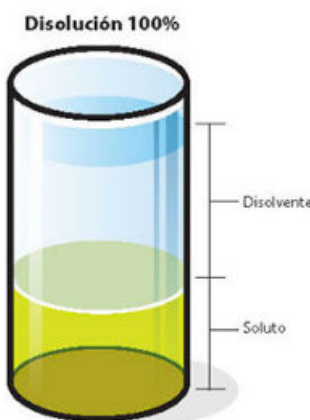
Fig. 1.63 El vinagre es una disolución en la que el agua es el disolvente y el ácido acético el soluto.



Fig. 1.64 Al agua se le considera disolvente universal, porque en la naturaleza funciona como tal para muchas sustancias permitiendo los procesos de la vida; sin embargo, para muchas otras sustancias no lo es, lo que ayuda a que existan estructuras definidas que dan lugar a organismos.



Fig. 1.65 Los refrescos son una disolución que, entre otras, contiene dióxido de carbono disuelto. Cuando se embotella se hace a tales condiciones que se les añade más gas del que puede disolverse; al abrir la botella el gas escapa, formando burbujas.



Producto	Ingredientes (nombre o fórmula)	Estado de agregación

Busca en libros o internet los ingredientes que contiene cada producto para que tengas información sobre otros nombres que reciban, su fórmula química si es posible, así como su estado de agregación a temperatura ambiente.

Comparte tus observaciones y resultados con tus compañeros de grupo. Guarda tu trabajo en el portafolio de evidencias.

Que una sustancia sea el disolvente para otra, depende de las características de ambas. Al agua se le ha llamado el “disolvente universal” (figura 1.64), porque en la naturaleza y en nuestros cuerpos es cierto que funciona así: disolviendo una gran cantidad de sustancias. Sin embargo, si observamos con atención hay muchas cosas que no se disuelven bien o no se disuelven en agua, como las grasas, que sí se disuelven en otro tipo de sustancias, como la acetona o la gasolina.

El hecho de que el agua no sea capaz de disolverlo todo, también resulta adecuado, porque permite que existan mezclas heterogéneas que contribuyen a la formación de estructuras diferenciadas que son parte de los organismos.

De cualquier forma, aunque el agua no sea un disolvente tan universal, buena parte de la química que se realiza en los laboratorios, y que estudiaremos aquí, tiene que ver con disoluciones en las que el agua desempeña el papel de disolvente.

Las sustancias que se mezclan adecuadamente para dar lugar a una disolución no se mezclan igual en todas las proporciones. La solubilidad es el límite máximo de un cierto soluto que puede mezclarse con un disolvente dado. Dentro de ese intervalo, existe una gran variedad de posibilidades de proporciones de combinación de soluto y disolvente.

Si en una disolución hay poco soluto en relación con el disolvente, se dice que ésta es diluida; por ejemplo el “agua dulce” de lagos y ríos —llamada así en contraposición con el agua salada de mar— contiene pequeñísimas cantidades de sales disueltas, así que en realidad se trata de una disolución diluida.

En el caso del agua de mar, la cantidad de sales es mayor, así que se dice que esa disolución es más concentrada, porque la cantidad de soluto está en mayor proporción (figura 1.65).

Si se alcanza la cantidad máxima de soluto que se puede disolver, se dice que la disolución está saturada (figura 1.66). Hay que resaltar que una disolución saturada no es igual a que agreguemos tanto soluto que éste quede asentado, si eso sucede no estamos frente a una disolución, ya que si es visible esa fase se tratará de una mezcla heterogénea; por ejemplo, si al preparar agua de sabor endulzamos el agua con tanta azúcar que llega un momento que

Fig. 1.66 El porcentaje en una disolución se expresa como las partes de soluto que hay en un total de 100 partes de disolución.

se asienta, eso quiere decir que hemos alcanzado el límite de solubilidad, pero en ese momento lo que tenemos es una mezcla heterogénea. Si en ese instante separamos el agua endulzada del azúcar sólido que se asentó, el líquido que nos quede sí será una disolución saturada.

Para algunos solutos y disolventes hay incluso la posibilidad de tener disoluciones sobresaturadas, en las que se ha disuelto una mayor cantidad que el límite máximo de soluto; sin embargo, esto es posible sólo en ciertos casos y se trata de una situación inestable, cualquier afectación externa, agitación o un ligero golpe, será suficiente para que la disolución sobresaturada deje de serlo, apareciendo el exceso de sustancia disuelta como un sólido asentado en el fondo del recipiente o un gas que escapa de la mezcla.

Hay que entender que esta clasificación es cualitativa, al menos la diferencia diluido/concentrado se basa en la observación de las propiedades de las sustancias y la disolución que forman.

Hasta ahora sólo hemos visto cómo podemos hablar de forma cualitativa de la concentración de una mezcla, o expresarla en porcentajes.

Hay otras formas de expresar esa concentración cuantitativamente; es decir, con números que indiquen la proporción del soluto o de los solutos en la mezcla.

Recuerda que la forma de expresar la concentración es mediante porcentajes: la proporción que existe de una cosa en un todo, tomando en cuenta que la cosa a la que nos referimos representa una parte y el todo, 100 partes.

Aplicando este concepto a la concentración de disoluciones, el porcentaje de un soluto se define como las partes de soluto que haya en un total de 100 partes de solución, tal como se muestra en la imagen, donde la concentración de soluto en esa disolución sería de 30%.

Las disoluciones que existen en nuestro entorno, como el agua de los océanos, tienen concentraciones variables de sal que están entre los límites del 3 al 5% m/v. El llamado Mar Muerto (figura 1.67), que en realidad es un lago salado, tiene una gran concentración de sales: alrededor del 15% m/v.

En el aire, que como ya discutimos se trata de una disolución, la proporción de oxígeno  $O_2$  en volumen, es de alrededor de 21% del total del volumen de aire; es decir, 21% v/v. En nuestro cuerpo, la sangre, que transporta el oxígeno  $O_2$ , aunque también contiene proporciones variables de este gas, en promedio tiene una concentración de alrededor de 17% m/v.

Sin embargo, cuando queremos describir la concentración de solutos que están en menor proporción, los porcentajes no son tan útiles. Pensemos, por ejemplo, en el aire, otro de sus componentes que se encuentra muy diluido, el dióxido de carbono  $CO_2$ , está en una concentración de 0.035% v/v. Si vamos más allá de los componentes naturales del aire y nos referimos a las partículas sólidas que contaminan el aire de muchas ciudades, aunque su cantidad es variable, resulta que más o menos existen en una concentración porcentual en relación con 100ml, de 0.0000000005% m/v.

### Curiosidades

El aire está formado por una mezcla homogénea de gases, es una disolución en la cual el nitrógeno  $N_2$ , que es un componente principal del aire, puede considerarse como disolvente y los demás gases los solutos. El oxígeno  $O_2$  es el gas que le sigue en cantidad, así que se podría decir que el aire es una disolución concentrada de  $O_2$ . Existen otros gases que en menores proporciones es decir que están diluidos en la mezcla. Uno de ellos es el dióxido de carbono  $CO_2$ , muy importante porque contribuye a que la atmósfera mantenga una temperatura adecuada para la vida; sin embargo, si aumenta su concentración causa un incremento en la temperatura global del planeta. Los océanos pueden absorber  $CO_2$  disolviéndolo en el agua, también es útil para las plantas, pues lo utilizan en el proceso de fotosíntesis. Este tipo de procesos permiten mantener un equilibrio dinámico que se denomina ciclo del carbono, pero desde la Revolución Industrial, los seres humanos generamos más  $CO_2$  del que los ecosistemas pueden absorber o utilizar. Sabemos que a partir de entonces la concentración de  $CO_2$  se ha incrementado un 30%, contribuyendo a modificar el clima del planeta a gran velocidad y por causas tales que no tienen precedente en la historia de la Tierra.



Fig. 1.67 La alta concentración de sales en el Mar Muerto, que es de 15% m/v, permite que las personas puedan flotar en él con facilidad.



- Visita la página del sistema de monitoreo atmosférico del Distrito Federal en la dirección: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php> (Consultada el 22 de enero de 2017).
- Explora sus secciones y haz un resumen de los riesgos a los que estamos expuestos con altas concentraciones de ozono y las recomendaciones para evitar al máximo sus efectos en la salud.

En conjunto con tus compañeros de equipo, elaboren una presentación electrónica donde aborden estos contenidos. Expongan sus presentaciones en sesión grupal y discutan cuáles son las acciones con las que pueden colaborar a reducir la contaminación ambiental en su localidad. Con el apoyo de su profesor lleguen a conclusiones y regístralas en su cuaderno.

Con base en sus conclusiones, hagan un folleto o un tríptico informativo, pidan a su profesor que lo revise y reproduzcan varias copias, tantas como les sea posible.

Repartan su folleto o su tríptico entre la comunidad donde viven.

Conserve una copia en su portafolio de evidencias.



Fig. 1.68 En lugares como la Ciudad de México, lo que denominamos smog se debe no sólo a contaminantes gaseosos sino principalmente a partículas sólidas suspendidas, aunque sus concentraciones son pequeñas, causan muchos daños a la salud.

Para expresar concentraciones de proporciones muy pequeñas se utiliza la relación llamada partes por millón, que se abrevia ppm. Se refiere a las partes de soluto que hay por un millón de partes en el todo, que es la disolución; por ejemplo si tuviéramos un millón de granos de arroz y en medio de ellos encontráramos un frijol, ese correspondería a una parte por millón.

La expresión de concentración ppm se parece mucho a un porcentaje, aunque al ampliar la división de partes, la relación entre pequeñas porciones y el todo resulta en números enteros. Como referencia entre concentraciones porcentuales y de partes por millón, se toma como equivalencia que 10 000 ppm son iguales al uno por ciento de soluto. También se puede hacer la relación de que una parte por millón, 1 ppm, es igual a un miligramo de soluto por litro de disolución.

Tal como mencionamos, es útil para referirse a concentraciones de contaminantes en agua o en aire, así, la cantidad de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), por ejemplo, en el aire, es de 350 ppm, con lo que podemos notar fácilmente cómo se dan ligeros aumentos en su concentración que, aunque sean leves, ocasionan efectos como el cambio climático global (figura 1.68).



Revisa los datos de monitoreo de calidad del aire de la Ciudad de México en el sitio de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal: [http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/informe\\_anual\\_calidad\\_aire\\_2014/#p=46](http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/informe_anual_calidad_aire_2014/#p=46) páginas 39 a 58 del documento. (Consulta: 22 de enero de 2017). Anota en tu cuaderno los valores

para, al menos, tres contaminantes como ozono ( $\text{O}_3$ ), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ). Contesta, ¿en qué unidades están expresados? Si no estás familiarizado con las unidades que se usan, busca información al respecto en libros o en otras páginas de internet. Comparte tus resultados y tu información en equipo. Discutan y contesten, si las concentraciones de contaminantes en el aire son tan pequeñas, ¿por qué es importante conocerlas? Escriban sus conclusiones y preséntenlas al grupo.

Desde pequeños, nuestros padres y familiares nos enseñaron que había sustancias en el hogar, en el campo o la calle, de las que era mejor mantenerse alejado (figura 1.69).

En general, conocemos como veneno a cualquier sustancia o mezcla que sea dañina para el organismo, ocasionando una enfermedad, lesión o fallas en su funcionamiento que pueden llevar a la muerte.

Hay venenos muy conocidos, como el que inoculan con su mordida algunas serpientes u otros animales; sin embargo, tal como quizá dijo Paracelso, el médico suizo del siglo XVI: "Todo es veneno, nada es veneno, sólo la dosis hace al veneno", con lo que prácticamente cualquier material podía tener efectos dañinos en el organismo, dependiendo de su concentración.

Cotidianamente clasificamos como venenos a las sustancias que en pequeñas concentraciones, mensurables a veces sólo en ppm, ocasionan fallas en el organismo o la muerte.

Pero también hay otras sustancias que, en general, consideramos como inocuas y que en grandes cantidades puede causar daños; por ejemplo, todos los días debemos mantener un consumo de agua de alrededor de 2 L (ocho vasos) al día, pero si se beben cantidades excesivas, unos siete o más litros, en un periodo corto de tiempo el organismo sufre lo que se llama "intoxicación por agua", pues todo nuestro organismo que básicamente es una mezcla donde el agua es el disolvente, se desequilibra al diluirse los solutos, como las sales, que mantienen un balance en el funcionamiento de las células, haciendo que éstas colapsen.

Otro caso en que podemos poner en riesgo nuestra salud, es al consumir medicamentos sin la prescripción de un médico, en especial los analgésicos que se usan para mitigar el dolor, los antiácidos para reducir la acidez estomacal, los antihistamínicos para reducir los efectos de un resfriado o los antipiréticos para reducir la fiebre. Todos estos medicamentos se diseñaron para tomarse en una dosis específica, y en muchos casos se excede porque no se curan los síntomas o no lo hacen con la velocidad que nos gustaría, el riesgo está en que las dosis excesivas pueden causar efectos secundarios dañinos y graves; por ello, es necesario consultar a un médico y seguir sus recomendaciones para el uso de medicamentos.

Asimismo hay que ser conscientes de que pequeñas cantidades de ciertas sustancias en el aire que respiramos o en el agua que bebemos, aunque parezcan imperceptibles, pueden ocasionarnos daños, por lo que es importante que conozcamos esas concentraciones mediante los sistemas de monitoreo que nos informan sobre su estado.



Fig. 1.69 En nuestro hogar, la escuela o la calle hemos aprendido a mantenernos alejados de sustancias peligrosas con indicaciones como ésta.



TIC

Para saber más acerca de las sustancias que se han utilizado como venenos, consulta el artículo titulado "Venenos, envenenados y envenenadores", publicado en la revista *¿Cómo ves?* y que está disponible en la dirección electrónica: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/90/venenos-envenenados-y-envenenadores> (Consulta: 3 de noviembre de 2016).



# Primera revolución de la química. ¿Por qué arde una vela?



Fig. 1.70 Los medicamentos se deben ingerir siguiendo una dosis recomendada por el médico.

## Para integrar

Busca datos sobre las concentraciones máximas permitidas de ciertos contaminantes en el agua. Revisa en qué unidades se expresan, si no estás familiarizado con ellas, busca información al respecto, en libros o en páginas de internet. Pregunta a tus familiares y vecinos si conocen resultados de monitoreos del agua que se hagan en su comunidad. De no ser así, busca información, y si te es posible compara los datos del agua de tu comunidad con los niveles máximos permitidos.

Comparte tus resultados e información en equipo, y juntos escriban sus conclusiones en su cuaderno y preséntenlas al grupo.

## Para concluir

A nuestro alrededor hay toda clase de materiales naturales o sintéticos, y la mayoría son mezclas: la madera de nuestra silla, el aire que respiramos e, incluso, el agua que bebemos contiene pequeñísimas cantidades de sales, aunque no las percibamos; sin embargo, en esas mezclas que conforman a los materiales que nos rodean, muchas veces y con más frecuencia, hay sustancias indeseables que pueden ocasionarnos daños al ambiente o directamente a nuestra salud. Dado que la posibilidad de una sustancia de hacernos daño se relaciona directamente con su cantidad, es importante que conozcamos las diferentes formas de expresar la concentración.

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

La curiosidad de los seres humanos por conocer la naturaleza ha llevado a construir el conocimiento científico que, además de explicar el mundo a nuestro alrededor, permite prever lo que pasará en un determinado proceso. Dicha construcción es un esfuerzo intelectual colectivo y acumulativo; es decir, que lo que sabemos hoy en día se debe al trabajo de muchas personas a lo largo de la historia. Desde el descubrimiento del fuego (figura 1.71) hasta el estudio de cómo controlarlo, el desarrollo de tecnología que permite aplicar presión para hacer que una sustancia gaseosa se convierta en líquida y la producción del plástico del contenedor en un simple encendedor desechable, es un fantástico ejemplo de cómo se va acumulando el conocimiento y de cómo, generación tras generación, vamos utilizando los logros científicos y tecnológicos acumulados para lograr objetivos cada vez más complejos (figura 1.72).



### Glosario

**hipótesis.** Suposición que proporciona una explicación posible de un fenómeno que se quiere estudiar.



Fig. 1.71 El dominio del fuego, introdujo grandes cambios en las sociedades primitivas.

En general, el desarrollo del conocimiento científico comienza con la observación de algún fenómeno, la formulación de preguntas respecto a él y el desarrollo de una explicación tentativa o hipótesis, que luego se prueba mediante la experimentación. Si los resultados de los experimentos realizados no concuerdan con la hipótesis, entonces se busca otra hipótesis o explicación, y se vuelve a probar mediante más experimentación.



Fig. 1.72 La producción de encendedores desechables es posible gracias a la acumulación de conocimiento en diversos ámbitos. Los logros obtenidos por generaciones pasadas se usan como base para generar nuevos conocimientos y nuevas tecnologías.



¿Qué se necesita para que exista fuego?

En casa o en el salón de clase, realiza la siguiente actividad. Fija una vela en un plato de cerámica, con un poco de cera sobre la superficie, agrégale un poco de agua. Enciende la vela y cúbrela con un vaso de vidrio transparente de manera que la "boca" de éste quede sumergida en el agua. Observa y describe todo lo que sucede.

Entrega a tu profesora o profesor un reporte con tus observaciones, e incluye las respuestas a las siguientes preguntas:

¿Qué le pasó a la vela encendida cuando la cubriste con el vaso? ¿Qué pasó con el nivel de agua dentro del vaso cuando cubriste la vela encendida? ¿Y al apagarse? ¿Cómo se puede explicar el fenómeno que observaste relacionado con el nivel del agua?

Conserva tu trabajo en el portafolio de evidencias.

Para que una sustancia se queme formando una flama (fuego) se necesitan tres elementos: un combustible, un comburente y una energía que active la reacción. ¿Qué es un comburente y cuál es el más abundante en la atmósfera terrestre?



Fig. 1.73 De manera general se requieren tres componentes para quemar algo.

Leer:

El universo de la química  
Al leer este libro del rincón encontrarás una descripción más detallada de la primera revolución de la química.  
García, Horacio, *El universo de la química*, México, SEP-Santillana, 2002.

Las velas suelen estar hechas de un conjunto de sustancias a las que se les conoce como hidrocarburos. Cuando una vela se enciende, los hidrocarburos que la forman se queman; es decir, se genera una reacción de combustión (figura 1.73). La forma simplificada para expresar la combustión de un hidrocarburo, como el metano (CH<sub>4</sub>), en presencia de oxígeno (O<sub>2</sub>) gaseoso es:



En la ecuación anterior se muestra que el CH<sub>4</sub> se quema en presencia de O<sub>2</sub> para producir CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono, un gas) y H<sub>2</sub>O (agua) más energía, lo que quiere decir que el CH<sub>4</sub> y el O<sub>2</sub> se transforman en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Observa los números grandes escritos a la izquierda de las fórmulas, a esto se les llama coeficientes. Cuando no se escribe nada se da por entendido que el número corresponde a 1. Tomando todo esto en cuenta, ¿por qué el volumen de aire dentro del vaso se reduce haciendo que el nivel del agua suba? ¿Por qué se apaga la vela?

Recuerda incluir, al final del escrito, la referencia de las fuentes de información que hayas consultado.

La percepción y explicación de los fenómenos naturales ha cambiado a lo largo de la historia, porque al paso del tiempo tenemos acceso a más medios y técnicas para experimentar y comprobar o corregir. Hay muchos ejemplos que ilustran esto, como los cambios de modelos atómicos a lo largo de la historia y la percepción de cómo están constituidos los materiales, que es el ejemplo en que nos enfocaremos a continuación, porque llevó a la formulación de una de las leyes más importantes de la ciencia: la **Ley de la conservación de la masa**.

Los antiguos griegos consideraron que el mundo estaba formado por cuatro elementos básicos: tierra, agua, fuego y aire, y que se combinaban para formar otro tipo de material (figura 1.74). Según la concepción griega, los huesos estaban formados por dos partes de fuego, una parte de aire y una parte de tierra. ¿Te imaginas poder hacer un hueso con tal solo juntar 2 ml de fuego con 1 ml



Fig. 1.74 Según los antiguos griegos, todos los materiales están formados por un solo elemento esencial o hasta la combinación de dos, tres o cuatro.



Glosario

**Ley de la conservación de la masa.**  
Establece que, en cualquier sistema cerrado, la masa se mantiene constante.

de aire y 1 ml de tierra para obtener un hueso? ¡Imposible! Tan imposible que en seguida se propuso la existencia de un quinto elemento, una sustancia que actuase como pegamento, y diera cohesión y sustento a la mezcla de los elementos: el éter. Así, si al juntar fuego con aire y tierra no se obtenía un hueso, se concluía que era porque faltaba éter, que al ser la quintaesencia de los materiales, sólo estaba a disposición de los dioses.

En forma análoga al planteamiento del éter, y buscando explicar por qué los materiales se podían quemar produciendo una flama, algunos científicos de finales del siglo XVII propusieron la existencia de una nueva sustancia a la que llamaron **flogisto**. Según esta teoría, todos los cuerpos y materiales contenían una cierta cantidad de flogisto que liberaban al aire al quemarse. Se pensaba que las sustancias que se quemaban fácilmente, como un pedazo de madera o un trozo de hilo, tenían una gran cantidad de flogisto en ellas, mientras que las difíciles de quemar, como la sal de mesa y las piedras, eran pobres en flogisto. El hecho de que las cenizas que se obtienen al quemar un trozo de madera sean más ligeras que la madera, se explicaba argumentando que, al quemarse, un cuerpo liberaba todo su flogisto al aire, con lo cual disminuía su peso. Según esta manera de interpretar el mundo, la madera no era más que cenizas con flogisto. La gran falla en esta teoría es que no todos los materiales al quemarse producen cenizas cuyo peso sea menor que el material original. Cuando algunos materiales metálicos, como el mercurio, el plomo y el cobre, se calientan al fuego, se forma un **calcinado**, una sustancia de apariencia terrosa con un peso mayor al del metal puro. Por lo tanto, si la teoría del flogisto indicaba que una sustancia cualquiera liberaría al aire su flogisto al calentarse y quemarse, con lo cual quedaría un residuo de menor peso, ¿cómo se explicaría que algunas sustancias al calentarse, ganaran peso? ¿Cómo era posible que si una sustancia perdía flogisto, pesara más? Los científicos de la época buscaron adarar esta contradicción argumentando que quizá lo que ocurría era que el flogisto tenía una masa negativa, de manera que cuando se perdiese flogisto se ganase masa. Pero esta explicación entraba en conflicto con el caso de la madera que se convertía en cenizas.

La importancia de la medición en los experimentos

La respuesta al dilema la proporcionó Antoine Laurent de Lavoisier (figura 1.75) a finales del siglo XVIII. Intuyendo la importancia de tener datos cuantitativos sobre un experimento y de aislar su sistema de estudio, Lavoisier realizaba cuidadosas y sistemáticas mediciones. Colocó una cantidad específica de mercurio (un metal líquido de color gris) en un matraz que luego tapó y pesó en una balanza. Después sometió el mercurio al calor de la flama hasta que luego de varios días se formó el calcinado de mercurio, un sólido de apariencia terrosa y color rojo ladrillo. Entonces midió de nuevo la masa del sistema para encontrar, con sorpresa, que la masa era la misma que antes de formarse el calcinado. Cuando abrió la tapa del matraz percibió que el aire de los alrededores se apresuraba a entrar al

**Glosario**

**flogisto.** Sustancia hipotética propuesta hacia finales del siglo XVII para explicar por qué los materiales se pueden quemar.

**calcinado.** Sustancia de apariencia terrosa que se forma cuando un metal se expone al fuego o se calienta por mucho tiempo.



Fig. 1.75 Antoine Laurent de Lavoisier trabajando en su laboratorio.

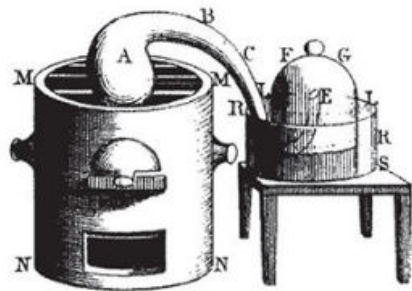


Fig. 1.76 El material de laboratorio que originalmente utilizó Lavoisier para realizar su experimento con mercurio.

interior del matraz, como si hubiese un vacío que llenar. La masa del matraz ya abierto, junto con la del tapón y el calcinado, era mayor que el sistema antes de quitar el tapón.

Para estudiar las propiedades del aire que quedaba después de la calcinación del mercurio (figura 1.76), Lavoisier repitió el experimento, recolectó el aire al final y encontró que si encerraba a ratones en recipientes cerrados con este aire, morían asfixiados.

Hoy sabemos que cuando se calienta el mercurio (Hg) éste se combina con el oxígeno del aire (O<sub>2</sub>) para producir una sustancia nueva, de color rojo ladrillo, a la que conocemos como óxido de mercurio (HgO). Como contiene oxígeno, el HgO pesa más que el

Hg solo, mientras que el aire (que es una mezcla de diferentes gases), como pierde oxígeno, pesa menos. La prueba irrefutable de que el aire que queda en el matraz ya no contiene oxígeno, es el hecho de que los ratones se asfixian en él. Ahora bien, la ganancia de masa del Hg al formar HgO es igual en magnitud que la pérdida de masa del aire, porque de este último se extrae el oxígeno. ¡Por eso la masa del sistema se conserva a pesar de que se produce un cambio en las sustancias!

**Explora**

- Conocer la vida y obra de las personas dedicadas en el trabajo científico, nos ayuda a entender a la ciencia como una aventura que cuestiona y plantea alternativas de respuestas que nos acercan al conocimiento de las cosas.

En una biblioteca consulta el libro *El investigador del fuego, Antoine L. Lavoisier*, de Horacio García, publicado por el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes y Editorial Pangea. La primera parte del libro cuenta cómo era el mundo y las ideas en la época de Lavoisier, mientras que la segunda parte contiene una muestra comentada de su obra titulada *Tratado elemental de química*.

A partir de las ideas principales, sus autores y los años en que fueron formuladas, elabora una línea del tiempo que muestre cómo avanzó el conocimiento del fuego desde la Grecia clásica hasta Lavoisier. Anota también las dudas que te surjan a partir de la lectura para que las preguntes en la clase. Después de que el trabajo sea revisado por tu profesora o profesor, incorpóralo a tu portafolio de evidencias.



Fig. 1.77 El mercurio (Hg) es un metal líquido de color gris, mientras que el óxido de mercurio (HgO) es un sólido de apariencia terrosa y color rojo ladrillo.



Además de proporcionar argumentos suficientes para negar la existencia del flogisto, ya que cuando se calcina el mercurio éste no pierde parte de su sustancia sino que incorpora masa que adquiere del aire (figura 1.77), los resultados de Lavoisier también sirvieron de sustento para afirmar que ante la transformación de una sustancia en otra (es decir, durante un cambio químico), la masa se mantiene constante. Esto último se conoce como la Ley de conservación de la masa: la materia, y por lo tanto, la masa, no aparece y desaparece así nada más, sino que los átomos y las moléculas que constituyen a las sustancias se arreglan de forma diferente para formar sustancias distintas.



**¡Manos a la Química!**

**Ley de conservación de la masa**

► **Introducción**

La Ley de conservación de la masa establece que, ante un cambio químico en un sistema cerrado, la masa se mantiene constante debido a que la materia no se crea ni se destruye. En el cambio químico, los átomos y las moléculas que forman los materiales se arreglan en una forma distinta.

► **Necesitas:**

- Balanza
- Embudo
- Vaso de precipitados de 250 ml
- Bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>)
- Espátula o cucharita
- Globo de plástico
- Probeta graduada de 50 ml
- Vinagre (disolución acuosa de ácido acético, CH<sub>3</sub>COOH, al 5%)
- Vidrio de reloj
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Agitador de vidrio
- Agua

► **Precauciones:**

- Usa bata para laboratorio.
- La reacción entre el vinagre y el bicarbonato de sodio libera una gran cantidad de gas. Asegúrate que el matraz Erlenmeyer que uses no esté roto o estrellado.

► **¿Cómo hacerlo?**

Trabaja en equipos con tus compañeros de clase.

Primera parte: una reacción entre bicarbonato de sodio y vinagre:

- 1) Mide la masa de 3 g de bicarbonato de sodio y luego, con ayuda del embudo, introdúcelos dentro del globo de plástico.
- 2) Mide 50 ml de vinagre y agrégalo al matraz Erlenmeyer.
- 3) Acopla el extremo abierto del globo a la boca del matraz Erlenmeyer. No voltees el globo y evita que el bicarbonato de sodio caiga en el vinagre.
- 4) Pesa el sistema del matraz con vinagre, el globo y el bicarbonato de sodio.
- 5) Anota la masa en la siguiente tabla:

Masa(g)		
Masa(g)		

- 6) Retira el sistema de la balanza y, con cuidado, coloca el globo en posición vertical para que todo el bicarbonato caiga sobre el vinagre. Sin quitar el globo, vuelve a pesar el sistema y anota la masa en la tabla del punto 5.
- 7) Quita el globo del matraz Erlenmeyer y pesa todo junto (el matraz con su contenido y el globo, colocado al lado del matraz sobre el plato de la balanza). Anota la masa en la tabla.

**Explica**

De manera individual, haz un reporte donde describas lo que sucedió en la actividad, e incluye la respuesta a las siguientes preguntas. Integra este reporte en el portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Qué sustancia se queda atrapada dentro del globo?
2. ¿Hay alguna diferencia entre la masa del sistema compuesto por el matraz, el globo, el bicarbonato de sodio y el vinagre antes de la reacción, y después de la reacción? ¿A qué se deberá?
3. ¿Qué le pasa a la masa del matraz Erlenmeyer cuando retiras el globo? ¿Por qué se produce este cambio?
4. Expresa con palabras la reacción química que se genera al mezclar el bicarbonato de sodio y el vinagre.
5. ¿Por qué este experimento ilustra la Ley de la conservación de la masa?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte a tu profesora o profesor para que lo evalúe.

Escribe un comentario en el que refieras cuáles eran los errores de esta teoría. Entrega tu trabajo al profesor para que lo evalúe.

**Para concluir**

Con los trabajos de Lavoisier, la química dejó de ser vista como una ciencia mística y se consolidó como una disciplina cuantitativa. Estos cambios en la forma de explicarse el mundo son la razón por la que se le conoce como la primera revolución en la química.



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

En todas las actividades que desarrollamos a diario está presente la ciencia y, en particular, la química como una forma de entender lo que sucede a nuestro alrededor; tal es el caso de la dinámica que guardan las sustancias con las que estamos en contacto, las que usamos o de las que está hecho nuestro cuerpo.

Si reflexionas un poco, te darás cuenta que todo a nuestro alrededor es una gran mezcla de sustancias que, en conjunto, forman al Universo como lo conocemos; y es tarea de la química explicar de qué están hechas las cosas y cómo se transforman, pero para ello se requiere la posibilidad de fraccionarlas y estudiarlas por separado; esto no quiere decir que sólo con el estudio químico se logró separar mezclas, porque desde tiempos remotos se ha podido separar la sal del agua de mar, pero hasta ahora estamos adquiriendo conciencia de los daños que esta práctica provoca en los ecosistemas (figura 1.78); asimismo, sólo hasta las últimas décadas la humanidad entendió la importancia de cuidar el agua dulce, de darle el uso adecuado, recuperarla y reciclarla, ya que en realidad no hay una fuente inagotable de este recurso y cada vez es más escasa (figura 1.79).



Fig. 1.78 La obtención de sal deteriora gravemente a las regiones donde se produce, hasta el punto de hacer prácticamente estéril el suelo.

**Planea tu proyecto. Inicio**

Integra un equipo con algunos de tus compañeros. Es importante que tomes en cuenta muchos factores para elegir a los integrantes, no sólo la amistad que puede unirlos, sino las características y habilidades de cada quien. En un equipo de trabajo cada integrante debe aportar y participar, así como ser capaz de responsabilizarse de las tareas que le correspondan, pero en especial deben ser compatibles y respetar los puntos de vista de los demás.

Un trabajo en equipo implica la participación general, en la que todos los integrantes estén enterados y compenetrados con lo que deben hacer y no sólo aporten su parte sin interesarse por el conjunto de la actividad. Cuando el trabajo en equipo se hace bajo estos parámetros, es más eficiente y enriquecedor que el individual, porque el esfuerzo se reparte y las aportaciones son más valiosas. Por esto, el proyecto está planeado para realizarse en equipo, porque es una forma de prepararte para actividades futuras, a largo plazo, en las que tendrás que colaborar en equipos en tu actividad profesional (figura 1.80).

Una vez conformado el equipo, recopilen la información contenida en sus portafolios, cuaderno de trabajo y en este libro de texto, con base en ella, discutan y elijan entre las siguientes preguntas como eje de su trabajo de proyecto:

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



Fig. 1.79 Con el aumento en la demanda de agua potable, se ha hecho indispensable contar con plantas tratadoras de agua para reutilizarla.



Fig. 1.80 En un equipo de trabajo eficiente todos colaboran.



TIC

Consulta la página: <https://formacioncontinuaedomex.files.wordpress.com/2012/12/anexo-9-trabajar-en-equipo.pdf> y revisa las recomendaciones que aparecen en las diapositivas para formar un equipo de trabajo, seguramente te serán útiles (consultada el 3 de noviembre de 2016).

La elección de la pregunta eje de su trabajo debe responder a sus inquietudes personales, a situaciones problemáticas que enfrentan y a las posibilidades con que cuentan para elaborar propuestas que les permitan resolver uno o varios problemas personales, de su familia o de la comunidad, con base en las propiedades de los materiales o la conservación de la masa, ya que pondrán en práctica los conocimientos que han adquirido a lo largo del Bloque. Por ello la selección de la pregunta o tema de trabajo debe ser razonado de manera directa, pero es más eficiente si plantean otras preguntas que les aclaren qué y por qué lo quieren hacer. Pueden usar como guía las siguientes preguntas de reflexión, para responderlas expresen lo que saben o investiguen en libros, revistas científicas o de divulgación, en internet o consultando especialistas para responderlas:

Pregunta	Respuesta	Fuente de información
¿Cómo se obtiene la sal que comemos?		
¿Dónde se ubican las salineras?		
¿Qué características tiene la sal?		
¿Qué métodos se usan para obtener la sal?		
¿La producción de sal puede provocar daños ambientales? ¿Cuáles?		
¿Cómo llega el agua a nuestras casas?		
¿De cuánta agua potable disponemos los seres vivos?		
¿Qué pasa con el agua que desechamos?		
¿Cómo se extraen los contaminantes del agua?		
¿Qué alternativas existen para aprovechar mejor el agua?		
En caso de que ninguno de los dos temas les satisfaga, ¿qué pregunta relacionada con el Bloque podrían plantear como eje de su proyecto?		
¿Por qué y para qué elegirían cada pregunta eje?		



Fig. 1.81 En el proyecto científico, la experimentación es indispensable.

Elaboren otras preguntas de reflexión para que a partir de sus respuestas y discusión, elijan adecuadamente su pregunta eje o tema del proyecto. Una vez que eligieron su tema, es preciso tomar en consideración el tipo de proyecto que harán; recuerden que pueden hacer un proyecto científico, tecnológico o ciudadano, pues cada uno tiene características particulares y por lo que son diferentes del desarrollo y las actividades que harán para cumplir con sus objetivos.

El proyecto científico es una forma de llegar a obtener conocimiento acerca de un problema en particular con base en la experimentación. Para diseñar un experimento se requiere una amplia investigación previa, con el fin de saber la problemática a la que se enfrentan, el estado del problema y las formas en que se ha tratado de solucionar. Con esto se pueden establecer las premisas de las que partirán y, en consecuencia, podrán tener los elementos para establecer una hipótesis donde planteen alternativas de solución que deben ser probadas con un experimento especialmente diseñado para validar la hipótesis con base en el conocimiento de las propiedades de los materiales con que trabajarán, atendiendo siempre a principios básicos de la química, como la conservación de la materia. El objetivo principal del proyecto científico es conocer todos los aspectos

de un problema y sugerir las formas para resolverlo, cuando se actúa para poner en práctica estrategias de solución, entonces se establece un nuevo objetivo que se relaciona con la aplicación de un proyecto tecnológico o ciudadano.

El objetivo del proyecto tecnológico es resolver un problema muy bien delimitado con la fabricación de un artefacto o un procedimiento; para llegar a él es necesario identificar el problema y todos los aspectos con que se relaciona, basarse en el conocimiento científico y aplicarlo en el diseño y la fabricación.

Un producto tecnológico no siempre funciona a la primera, debe probarse siguiendo los mismos procedimientos que para el proyecto científico, como es la elaboración de una hipótesis y la experimentación con modelos o prototipos, lo que permite corregir errores, modificar los diseños y llevarlo a la práctica cuando ya se sabe que funcionará según los objetivos planteados.

El proyecto ciudadano también busca resolver un problema específico y, al igual que el tecnológico, se debe contar con toda la información relacionada con el problema, con la diferencia de que ahora el objetivo es impactar en la comunidad para concientizarla acerca del problema detectado y proponer alternativas de solución, en general relacionadas con el cambio de conductas y hábitos.

Al igual que en los otros casos, se requiere hacer investigación aplicando los parámetros científicos, lo que cambia ahora son los procedimientos, porque es preciso saber los puntos de vista de las personas para validar una hipótesis de trabajo; en este caso, la experimentación se cambia por la investigación de opinión, mediante la aplicación de cuestionarios, entrevistas, encuestas y el seguimiento de los logros alcanzados después de poner en práctica una estrategia de información pública o una campaña para resolver un problema.

Como se darán cuenta, la elección del tipo de trabajo no es sencilla, se requiere hacer una evaluación de las ventajas y desventajas de cada uno, y la importancia de las aportaciones que harán con ellos. La elección del tipo de trabajo parte de la discusión y del acuerdo en el equipo; en esta discusión deben ponerse de acuerdo en las ventajas, desventajas y aportaciones que pueden hacer a la comunidad, y para hacerlo pueden guiarse con la siguiente tabla.

Tipo de trabajo	Ventajas	Desventajas	Aportaciones posibles
Científico			
Tecnológico			
Ciudadano			

Una de las ventajas de elegir el tema y el tipo del proyecto de la forma anterior, es que lo hacen de manera informada, esto les permitirá elaborar una hipótesis de trabajo con un sustento teórico y una serie de propósitos que respondan a sus inquietudes en los cuales expresen lo que quieren conseguir y las razones de ello.

Con el fin de establecer con claridad sus propósitos y su hipótesis, deben elaborar preguntas que les guíen hacia lo que necesitan saber, lo que quieren saber y lo que desean aportar, siempre en un contexto de desarrollo sustentable.

Fig. 1.83 La entrevista es uno de los recursos para obtener información.



Fig. 1.82 La prueba de productos tecnológicos en modelos, es una forma de obtener información.

Leer:

La química  
Esta lectura te ayudará a fortalecer tus ideas sobre los temas que inquiras en tu proyecto.  
Rugi, Roberto, *La química*, México, SEP-Editex, 2003.



Cronograma del proyecto

Cronograma del proyecto				
Pregunta eje y nombre del proyecto:				
Integrantes del equipo:				
Etapa del trabajo	Aspectos a cubrir	Actividad	Tiempo de realización	Responsables
Inicio	Elección del tema	Investigación y discusión		
	Elección del tipo de trabajo	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de hipótesis	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de propósitos	Discusión y acuerdos		
Desarrollo	Investigación bibliográfica	Investigación en diversas fuentes		
	Diseño de las actividades necesarias	Escribir el diseño con las preguntas, ¿qué hacer? ¿Cómo hacerlo? ¿Con qué se hará? ¿Cómo conseguir los materiales? ¿Cuál es el costo?		
	Diseño de instrumentos para la obtención y el análisis de resultados	Elaboración de tablas, gráficas y modelos		
Cierre	Análisis de resultados	Discusión		
	Validación de hipótesis	Comparación de la hipótesis con los resultados		
	Obtención de conclusiones	Discusión y acuerdos		
	Comunicación	Instrumento acordado por el grupo		
	Evaluación del proyecto	Análisis de los aspectos del trabajo		
	Autoevaluación	Análisis de la participación personal		



Fig. 1.84 La evaporación aplicando calor es un método alternativo a la cristalización utilizada en las salineras.

Planea tu proyecto. Desarrollo

Para planear las actividades es indispensable que elaboren un cronograma de trabajo, porque les permitirá asentar de manera ordenada las actividades que harán, el tiempo que requieren para ellas y la secuencia que seguirán. El proyecto está planeado para llevarse a cabo en dos semanas y un cronograma como el siguiente les ayudará a conseguirlo. Guíense con el ejemplo y asignen las actividades, el tiempo de realización y a los responsables en cada caso.

Durante el desarrollo del proyecto hay varias actividades que hacer, que dependen del tipo de trabajo y del tema.

Por ejemplo, si decidieran usar el tema del funcionamiento de la salinera y un proyecto científico, entonces será necesario que se documenten acerca de los procesos químicos y físicos relacionados con tal industria, así como los efectos que causan en el suelo y en los seres vivos que están en contacto con este proceso, así podrían planear una hipótesis y una investigación en la que pusieran

a prueba varios métodos para conocer el efecto de la sal en los ecosistemas y, con base en ello, sugerir estrategias de recuperación, así como nuevos métodos menos agresivos para obtener este producto necesario para la alimentación y la economía, como parte de sus conclusiones.

Si deciden trabajar con el mismo tema, pero con un proyecto tecnológico, además de investigar las características de la sal y del funcionamiento de una salinera, tendrían que diseñar un artefacto que permita evaporar el agua de manera eficiente y económica sin causar daños a los ecosistemas, siempre con la visión de desarrollo sustentable, así, su hipótesis tendría que basarse en la eficiencia de su diseño y la experimentación estaría encaminada a probarlo mediante un modelo o un prototipo; con esto podrían concluir si su propuesta es adecuada y competitiva con los métodos tradicionales, y por supuesto tendrían que hacer una **prospectiva** en la que sugirieran que con el uso de su diseño, en un tiempo determinado, se alcanzaría una **conversión** del procedimiento.

En caso de que decidieran hacer un proyecto ciudadano con el tema de recuperación y reutilización del agua, el proceso sería parecido pero con un contenido y un objetivo diferente.

También habría que hacer una investigación, pero ahora de los usos y la forma de aprovechar el agua en la localidad, su disponibilidad y calidad, así como los posibles focos de desperdicio. En su investigación tendrían que incluir las técnicas y sugerencias que hay para recuperar y reutilizar el agua, tanto a nivel doméstico, en cada casa, escuela y edificio, como a nivel comunitario con el tratamiento de **aguas residuales**.

El agua no tiene que usarse sólo una vez, en casa se puede recuperar parte y usarla en otras necesidades; por ejemplo, la que se desecha durante el baño y el lavado de ropa es posible reusarla para alimentar el sanitario; si nos basamos en este ejemplo, su hipótesis sería que con una campaña de información bien dirigida podría sensibilizarse a las personas para que recuperaran y reutilizaran el agua en sus casas y, a manera de experimentación, podrían distribuir un folleto entre la población y hacer encuestas posteriores para saber si la gente ha cambiado sus hábitos; del análisis de su encuesta quizá puedan concluir si la distribución del folleto fue suficiente o si es necesario poner en práctica otras estrategias (figura 1.85).

Como se habrán dado cuenta, no sólo el proyecto científico sigue los parámetros de trabajo de la ciencia, también están presentes en los demás tipos debido a que las propuestas con fundamentos científicos que provocan una reacción positiva entre las personas, de este fundamento se valen muchos empresarios sin escrúpulos para comercializar sus productos, aunque el conocimiento de la ciencia, en particular la química, permite formar ciudadanos informados que tomen decisiones correctas en sus conductas de consumo y sean capaces de cuestionar lo que se afirma en la publicidad deshonesta y manipuladora (figura 1.86).

Una parte del desarrollo es la obtención de resultados, para lo cual es necesario que tengan claro qué tipo de datos obtendrán, las características de los modelos o prototipos que pondrán en práctica y cómo analizarán lo que obtuvieron. Es aconsejable que con la debida anticipación prevean la forma en que capturarán sus resultados y elaboren las tablas de datos necesarias para que, a partir de ellas, elaboren gráficas y modelos para analizarlos adecuadamente, con el fin de examinar y reflexionar si han logrado sus propósitos, si su hipótesis de trabajo se valida y las razones de ello, así como las expectativas a futuro y la medida en que su aportación permitirá aprovechar los recursos naturales de los que disponen de manera racional.

Planea tu proyecto. Cierre

Terminar convenientemente las actividades de su proyecto implica cumplir con varios aspectos, comenzando por el análisis de los resultados, ya que a partir de éstos pueden obtener conclusiones, revisar si se cumplieron o no los propósitos y las razones en cada caso; también se valida o rechaza la hipótesis de trabajo, y se hacen nuevas y novedosas propuestas a futuro.



Glosario

**prospectiva.** Conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o de predecir el futuro, en una determinada materia.  
**conversión.** Cambio, transformación.  
**agua residual.** La que procede de viviendas, poblaciones o zonas industriales, y arrastra suciedad y detritos.



Fig. 1.85 Un recurso para la encuesta es la entrevista telefónica.

Fig. 1.86 Muchos anuncios manipulan la información con frases engañosas para vender sus productos.

El análisis de los resultados se hace a partir de las tablas y gráficas, de la evaluación de los modelos, del funcionamiento y del éxito de un producto tecnológico o de los logros obtenidos en una propuesta ciudadana; en este caso también se pueden guiar con una serie de preguntas como las siguientes:

- ¿Qué sucedió con los organismos vivos al estar en contacto con la sal?
- ¿Cómo lo determinaron?
- ¿El producto tecnológico es funcional y duradero?
- ¿El producto tecnológico está al alcance de todos?
- ¿La propuesta ciudadana es fácil de adoptar?
- ¿Cuántas personas se comprometieron con la propuesta ciudadana?

De las respuestas a las preguntas es posible emitir una o varias conclusiones.

Los resultados de su trabajo deben ser evaluados tanto en los aspectos de metodología y compromiso con el trabajo como en los logros obtenidos, lo que se puede hacer mediante la elaboración y aplicación de rúbricas adecuadas.

Otro de los momentos relevantes del proyecto es la comunicación para dar a conocer los resultados; hay muchas formas, desde la simple exposición hasta la organización de una conferencia. En todo caso, uno de los aspectos que deben resaltar es la validez de sus consideraciones, basada no sólo en el discurso vacío que se usa en la publicidad con la frase "científicamente comprobado", sino con la presentación de resultados concisos, honestos y comprobables, fruto de su trabajo experimental.



Fig. 1.87 El uso de productos tecnológicos facilita la tarea de análisis de resultados.

	Indicadores	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Debo mejorar
Comprensión	Comprendo los contenidos que se abordan en clase.				
	Puedo aplicar los conocimientos en la resolución de situaciones problemáticas.				
	Plantío preguntas que favorecen la integración de los contenidos estudiados.				
	Logro expresar mi punto de vista para el análisis científico.				
Habilidades Científicas	Plantío preguntas que me permiten integrar los contenidos que estudio.				
	Contorno explicaciones para contrastar con las de mis compañeros.				
	Plantío diferentes estrategias y elijo la más conveniente para atender la resolución de situaciones problemáticas.				
	Analizo la información que obtengo de diversos medios para seleccionar la que es relevante para el logro de mis propósitos.				
Actitudes	Plantío hipótesis congruentes con las actividades.				
	Registro y ordeno los datos que obtengo en las actividades.				
	Logro organizar la información para tener conclusiones.				
	Aasdo a clase con el material que requiero.				
	Realizo mis trabajos con orden y limpieza.				
	Termino todos los trabajos que inicio.				
Actitudes	Solicito ayuda a mi maestro y compañeros cuando lo requiero.				
	Escucho y valoro opiniones contrarias a la mía.				
	Participo en las actividades del equipo.				
	Soy solidario con mis compañeros.				
	Manifiesto interés, curiosidad, creatividad e imaginación en la realización de las actividades.				

Fig. 1.88 El uso de rúbricas para evaluar un trabajo es un recurso muy eficiente.

# Evaluación

Lee atentamente el siguiente texto.

Lectura

## Hasta el agua pura es pura química

Por alguna razón, todo lo relacionado con la química ha obtenido mala fama en las últimas décadas. Decir que algo es químico hoy se entiende como sinónimo de que es nocivo. Incluso se habla de "químicos tóxicos" (en vez de sustancias tóxicas), como si los profesionales de esta ciencia pudieran ser venenosos.

Por contraste, para promover todo producto que pretende ser sano, natural o benéfico, se resalta que "no contiene productos químicos". Lo irónico de estas afirmaciones es que son imposibles: todo lo material —lo formado por materia— es necesariamente químico. La luz, la energía, el espacio o la gravedad son entidades inmateriales, y por tanto no son químicas. Tampoco podríamos decir que un plasma, como el que se halla en el Sol —que sí es materia, pero a tan alta temperatura que los átomos que la forman se han separado en electrones y núcleos— sea de naturaleza química, porque no está formado por átomos aislados ni unidos para formar moléculas, sino por pedazos de átomos.

Pero cualquier cosa que esté formada por materia sólida, líquida o gaseosa —por átomos y moléculas, o iones (sus contrapartes con carga eléctrica) es necesariamente química—. El aire, el agua, la tierra, los seres vivos, los cerebros, gracias a los que pensamos y tenemos un sentido del yo... todo es química y nada más que química (aunque la biología va más allá de la química, pero ése es tema para otra ocasión).

¿Por qué este prejuicio contra la química, esta "quimiofobia"? En parte quizá porque se está confundiendo lo químico con lo artificial. Pareciera que sólo las cosas fabricadas por la especie humana fueran dañinas, mientras que aquello que proviene de la naturaleza fuera necesariamente sano.

Pero también esta versión cae por su propio peso: las sustancias naturales tóxicas abundan. Basta con pensar en los venenos producidos por bacterias (como *Clostridium botulinum* y su toxina botulínica, uno de los venenos más poderosos conocidos), pero también por plantas, hongos, insectos, reptiles y anfibios.

Tal vez se trata también de una buena dosis de ignorancia (pareciera que los fenómenos químicos sólo se presentaran en los laboratorios y no en una cocina, en la atmósfera o dentro de nuestras células) mezclada con mala publicidad, pues es cierto que la contaminación de agua, tierra y aire es, en cierta medida, producto de la industria química.

Quizá la solución estaría en darnos cuenta de que, así como la química puede traer problemas, también puede proporcionarnos la forma de resolverlos. Finalmente, conocer y aceptar la naturaleza química del mundo material es saber un poco más acerca de nosotros mismos.

En "Ojo de mosca", de Martín Bonfil Olivera, en revista *¿Cómo ves?*  
<http://www.comoves.unam.mx/numeros/ojo-demosca/62>  
 (Consulta: 3 de noviembre de 2016).

Con base en el texto que leíste, elige la respuesta correcta en cada caso.

1. La afirmación "no contiene productos químicos" es imposible porque:
  - a. Todo lo que conocemos son mezclas de las que no se pueden separar los productos químicos.
  - b. Aunque no lo mencionen en la publicidad, sí le agregan esos productos químicos.
  - c. Todo lo material es campo del estudio químico.
  - d. La química estudia todo lo que ocurre en el Universo.

2. En el artículo se menciona que existen prejuicios contra la química, llamados quimiofobia.

Abajo se señalan dos posibles explicaciones de la quimiofobia.

¿Cuál es la más probable?

Encierra en un círculo Sí o No para cada una.

Explicación	¿Es la más probable?
En parte se confunde a lo químico con lo artificial, como si sólo las cosas fabricadas por la especie humana fueran dañinas.	Sí / No
La química modifica lo natural haciéndolo siempre un producto tóxico y dañino para las personas.	Sí / No

3. ¿En qué lugares se presentan los fenómenos químicos?
  - a. Únicamente en los laboratorios.
  - b. En todas las industrias.
  - c. Únicamente en la industria petrolera.
  - d. En cualquier lugar.
4. La solución a la percepción errónea de los efectos de la química y que provoca la quimiofobia, tiene que ver con conocer y aceptar la naturaleza química del mundo material.
 

¿Cómo nos podemos dar cuenta de que esta percepción es errónea?

  - a. La química puede proporcionar la forma de resolver los problemas.
  - b. Eliminando cualquier publicidad que se refiera a los daños que provoca la química.
  - c. Dejando de producir productos químicos en las industrias.
  - d. Si se prohíbe el ejercicio de la química se resolverían los problemas.

Evalúa tu desempeño escolar con el desarrollo del Bloque, señala con ✓ la opción que mediante el razonamiento personal, consideres que has alcanzado con tu trabajo.

AUTOEVALUACIÓN					
	Indicadores	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
Autoevaluación	Las preguntas que planteo favorecen la integración de los contenidos estudiados.				
	Puedo relacionar los temas que estudio con otros que conozco y con sucesos cotidianos.				
	Comprendo sin problemas los contenidos que se abordan en clase.				
	Puedo identificar mis errores, dificultades y limitaciones, y propongo acciones para superarlos.				
	Soy ordenado y limpio en todos los trabajos y tareas que hago.				
	Analizo los resultados para obtener conclusiones.				
	Las conclusiones que obtengo surgen de la organización y del orden que doy a la información de la que dispongo.				
	Cuando necesito ayuda la pido a mi profesor o a mis compañeros.				
Coevaluación	Muestro respeto por la biodiversidad.				
	Expresa sus puntos de vista como una aportación para el análisis colectivo.				
	Es capaz de elegir la estrategia más conveniente entre varias que sugiere, para resolver situaciones problemáticas.				
	Elabora los instrumentos para el registro y ordenamiento de los datos que obtiene en las actividades.				
	Es capaz de escuchar, valorar y tomar en consideración las opiniones de los demás, aunque sean contrarias a las que piensa.				
	Es honesto con la veracidad de la información que maneja.				
	En las actividades por equipo participa activamente.				
	Muestra solidaridad con sus compañeros.				
Heteroevaluación	Muestra conductas de consumo responsable.				
	Previene enfermedades y accidentes en sus actividades.				
	Es capaz de aplicar sus conocimientos con el fin de resolver situaciones problemáticas.				
	Asiste a clase con todo el material que requiere.				
	Es capaz de explicar sus ideas y comunicarlas a sus compañeros para contrastarlas.				
	Ha planteado preguntas que le permiten integrar los contenidos que estudia al resolverlas.				
	Las hipótesis que plantea son congruentes y corresponden a las actividades y a los temas.				
	Analiza la información que obtiene de diversos medios, y selecciona sólo la relevante para llegar a los propósitos que se plantea.				
Hace y termina satisfactoriamente todos sus trabajos.					
Heteroevaluación	Propone conductas sustentables.				
	En la realización de todas las actividades, manifiesta interés, curiosidad, creatividad e imaginación.				



## BLOQUE II

# Las propiedades de los materiales y su clasificación química

### Aprendizajes esperados:

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

### Competencias que se favorecen:

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

## Evaluación diagnóstica



Instrucciones

1. Observa las imágenes.



2. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.
  - De las imágenes que se muestran, ¿puedes identificar los materiales presentes en cada una?
  - Escribe una lista de los nombres de los materiales que identificas.
  - De los materiales que identificaste, ¿cuáles clasificarías como elementos químicos?, ¿cuáles como compuestos?, ¿cuáles como mezclas?
  - Explica la razón por la que elegiste clasificarlos así, incluso si tuviste dudas; explica qué información te haría falta para hacer la clasificación.
3. Compartan sus respuestas en grupo.

# Clasificación de los materiales

## 2.1.1 Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

Mira a tu alrededor. Todo lo que te rodea está hecho de materia: la silla en la que te sientas, la tinta con la que se imprimieron las letras que ahora lees, el aire que respiras y tú mismo. Aunque tengan diferente apariencia, y sean distintos **materiales**, todas esas cosas comparten una propiedad común: tienen **masa**, porque está constituida por átomos.

Es cierto que en el universo no sólo existe materia, también hay energía, que no tiene masa, pero sabemos que está ahí, porque se manifiesta de diversas formas: vemos la luz que llega desde las estrellas, sentimos el calor que emite una fogata, además de que observamos los resultados de la interacción de la energía con la materia; por ejemplo, sabemos que nuestros alimentos —todos constituidos por materia— tienen características diferentes si los sometemos al fuego.

Aprendizaje esperado:

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



### Glosario

**masa.** Cantidad de materia contenida en algo.

**material.** Conjunto de materia agrupada en un espacio específico y con características específicas.



### Para empezar

Revisa las etiquetas de tres productos diferentes que tengas en tu casa, por ejemplo: algún limpiador para pisos o detergente, un producto de higiene personal (crema corporal, champú), un producto alimenticio empaquetado (jugo, cereal).

- Copia la lista de los ingredientes de cada producto, escribe la información en una tabla como la que se muestra en seguida.
- ¿Cuáles ingredientes conoces? ¿Cuáles no? Investiga sobre los que desconozcas para que los clasifiques como elementos, compuestos o mezclas.

Producto	Ingredientes	Clasificación
Detergente para trastes		

- Comparte las conclusiones con tus compañeros de clase; reflexionen sobre el hecho de que la mayoría de las cosas que usamos cotidianamente son combinaciones de muchas otras.
- Conserva tu trabajo en el portafolio de evidencias.



## Leer...

## La materia

Lee con detalle más características de los materiales, las mezclas y compuestos que forman los elementos.

Martin, Antonia y Flores Marcela, *La materia*, México, SEP-Santillana, 2002.



## ¿Mezcla homogénea o heterogénea?

- En tu cuaderno traza una tabla con dos columnas. En la primera anota "Mezcla homogénea" y, en la segunda "Mezcla heterogénea".
- Registra las siguientes mezclas en la columna que corresponda: 1) agua con aceite; 2) mayonesa; 3) madera; 4) agua de una alberca; 5) material con el que se fabrican monedas de 50 centavos; 6) saliva; 7) sangre; 8) vinagre; 9) lodo; 10) aire.
- Compara tu clasificación con la de tus compañeros de grupo y contesten las preguntas: ¿qué dudas te surgieron al hacer esta actividad? ¿Todos estuvieron de acuerdo en la clasificación de las mezclas? ¿Cuáles fueron las mezclas que les costó más trabajo clasificar? ¿Por qué?

Agrega esta actividad a tu portafolio de evidencias.



Fig. 2.5 Si pudiéramos mirar muy de cerca, veríamos que la mayonesa es una mezcla heterogénea, porque las partículas de aceite no están completamente dispersas en el medio y son mayores que una molécula individual del aceite.

A simple vista, muchas veces es posible decir si una mezcla es homogénea o heterogénea, como en los ejemplos que acabamos de revisar: una ensalada, el agua de tamarindo, las capas del suelo; pero no siempre es tan sencillo tomar decisiones para su clasificación.

Por ejemplo, la mayonesa es una mezcla de diversos materiales: agua, huevos, aceite, sal. Al observarla, podremos decir que se ve homogénea: normalmente el agua y el aceite no se mezclan, pero en un frasco de mayonesa no los vemos separados (figura 2.5).

Sin embargo, la mayonesa se clasifica como una **emulsión**, que es una mezcla heterogénea, pues si miramos muy cerca podríamos observar las pequeñas gotas de aceite que, de esa forma, lograron mezclarse con el agua. Con el paso del tiempo esas gotitas de aceite se van agrupando y separando del resto de la mezcla, dando a la mayonesa un aspecto poco agradable, lo que nos hace decir: "la mayonesa se cortó". Otros ejemplos de emulsiones son la leche y las cremas corporales.

La sangre es otro ejemplo de una mezcla que, a simple vista, parece homogénea; aunque se trata de un **coloide**, que es una mezcla heterogénea donde el soluto es un sólido disperso en un líquido.

En su caso, la sangre tiene una parte líquida, que se denomina plasma, compuesto principalmente por agua; además, tiene componentes sólidos que son principalmente plaquetas y glóbulos rojos y blancos que, al ser células, tienen tamaños mayores a los de las moléculas de agua: el disolvente. Sin separar la mezcla, es posible observar las células que conforman a la sangre, usando un microscopio óptico.

Si dejamos reposar una muestra de sangre durante algún tiempo, las células se separarán y asentarán. Esta característica de la sangre hace posible los análisis sanguíneos, en que se separan, por **centrifugación**, el plasma, las plaquetas y los glóbulos rojos (figura 2.6).

Para entender cómo existen las variedades de mezclas, es necesario considerar aspectos que van más allá de lo que percibimos a simple vista; hay que recordar que todos los materiales están formados por partículas muy pequeñas, llamadas átomos. Todas las sustancias puras, a las que denominamos elementos, se encuentran formadas por átomos del mismo tipo, mientras que todos los compuestos tienen combinaciones de átomos, llamados moléculas, y cuando combinamos estas sustancias sin que haya reacciones químicas, lo que tenemos son mezclas.

## ¿Mezcla homogénea o heterogénea?

- En tu cuaderno traza una tabla con dos columnas. En la primera anota "Mezcla homogénea" y, en la segunda "Mezcla heterogénea".
- Registra las siguientes mezclas en la columna que corresponda: 1) agua con aceite; 2) mayonesa; 3) madera; 4) agua de una alberca; 5) material con el que se fabrican monedas de 50 centavos; 6) saliva; 7) sangre; 8) vinagre; 9) lodo; 10) aire.
- Compara tu clasificación con la de tus compañeros de grupo y contesten las preguntas: ¿qué dudas te surgieron al hacer esta actividad? ¿Todos estuvieron de acuerdo en la clasificación de las mezclas? ¿Cuáles fueron las mezclas que les costó más trabajo clasificar? ¿Por qué?

Agrega esta actividad a tu portafolio de evidencias.

Dependiendo de qué tanto se dispersen las partículas alrededor de las otras, dará como resultado una mezcla homogénea o heterogénea —o algún caso intermedio, como los de emulsiones y coloides.

El movimiento y acomodo de las partículas de los materiales influye en cómo se mezclan unos con otros, como vemos en la figura 2.7 en el estado sólido las partículas están muy juntas, mientras que en el estado líquido tienen más libertad, siendo que en el gaseoso las partículas están más alejadas unas de otras, lo que también les permite una mayor movilidad.

Todas las partículas que forman los materiales se mueven, incluso, en el estado sólido, y aunque éstas no se desplazan, vibran en su lugar. Para explicar el comportamiento de los gases y sus partículas se desarrolló la Teoría Cinética Molecular (TCM):

- Todos los gases están formados por partículas que se mueven en todo momento sin seguir una dirección definida: a este tipo de movimiento se le denomina browniano.
- Las partículas de los gases chocan todo el tiempo entre ellas y contra las partículas del recipiente que las contiene; sin embargo, en esos choques no pierden energía cinética, porque se dice que son choques elásticos, y tampoco cambia su velocidad.
- Las partículas se encuentran tan alejadas unas de otras, que la distancia entre ellas es mayor que su tamaño.
- Se considera que las partículas no se atraen ni se repelen entre sí. Aunque sus postulados se refieran a los gases, esta teoría también es muy útil para entender a los sólidos y los líquidos y, por lo tanto, podremos explicar lo que sucede cuando mezclamos diferentes materiales en distintos estados de la materia.

Tomando en cuenta la TCM para los gases, será posible entender por qué siempre que combinamos dos o más gases tendremos como resultado mezclas homogéneas. Como se muestra en la figura 2.8, si ponemos en contacto dos gases, el movimiento de las partículas y el gran espacio que hay entre ellas permitirán que terminen combinadas unas con otras, sin posibilidad de distinción a simple vista.

En el caso de líquidos y sólidos, las partículas están más juntas; es decir, no se cumple que las partículas no se atraen ni se repelen entre sí, cosa que plantea la TCM para los gases sin embargo, como ya dijimos las partículas siguen teniendo movimientos aleatorios, aunque exista atracción entre ellas.

Pensando en dos líquidos, tengamos en cuenta que sus partículas se mueven lo suficiente para que el material se considere un **fluido**, pero no tanto como en un gas, aunque podríamos decir que hay distancias medias entre las partículas. Así, la mezcla de dos líquidos dependerá de si el tamaño de unas partículas no sobrepasa el espacio que hay entre las otras.



Fig. 2.6 La sangre es una mezcla compuesta por el plasma, el líquido en el cual se dispersan las células que realizan diversas funciones en el cuerpo.

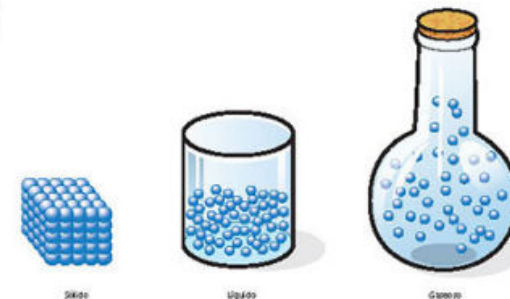


Fig. 2.7 El acomodo de las partículas que conforman los materiales, en los diferentes estados de agregación, influye también en la forma que resulta cuando se mezclan con otros.



## Glosario

**fluido.** Material que puede ocupar la forma del recipiente que lo contiene. En esta clasificación caben gases y líquidos.



## Glosario

**difusión.** Proceso en que las partículas de una sustancia se mezclan por completo con las de otra.



Fig. 2.9 Las partículas de dos líquidos también tienen fuerzas de atracción que dan lugar a diferentes grados de combinación.

Estos espacios entre partículas dependerán de las atracciones que se den entre cada sustancia antes de mezclarse. En el caso del agua y el aceite, que revisamos con anterioridad, ambos son líquidos a temperatura ambiente, pero al combinarse resultan en mezclas heterogéneas, principalmente porque las atracciones que tienen las moléculas de agua entre sí y las moléculas de aceite entre sí, son muy diferentes y las mantienen unidas, evitando que se **difundan** moléculas de agua con moléculas de aceite, a pesar del movimiento natural de las partículas.

Otros líquidos con partículas que tengan atracciones similares sí se mezclan homogéneamente, sucede, por ejemplo, con el agua y el alcohol. Las interacciones entre moléculas de agua son parecidas a las que se dan entre las moléculas de alcohol, lo que junto con el movimiento natural de las partículas y los espacios que hay entre ellas, permiten que se difundan y mezclen por completo, como se muestra en la figura 2.9.

El caso de mezclas de sólidos y líquidos es similar, porque la difusión de unas partículas en otras se dará gracias a que existan interacciones parecidas entre unos y otros. Aunque en el caso de los sólidos se debe tener en cuenta que inicialmente las partículas del sólido están muy juntas, lo más juntas que pueden estar, dejando sólo huecos muy pequeños entre unas y otras; así, para que la mezcla ocurra, en primer lugar las partículas del sólido comenzarán a separarse unas de otras, para luego mezclarse con el líquido, como se muestra en la figura 2.10.

La TCM nos ayuda a entender que la clasificación de mezclas en homogéneas y heterogéneas no es absoluta, ya que se basa en un cambio gradual de la forma en que físicamente se combinan las sustancias y en el tamaño de los agregados de partículas que se combinan.

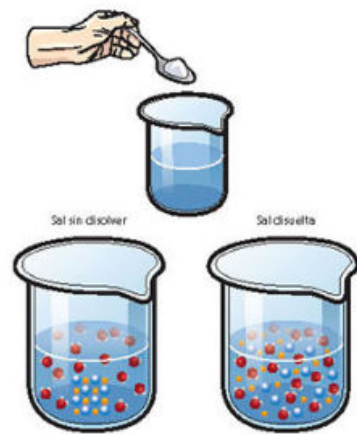


Fig. 2.10 Un sólido, al mezclarse con un líquido, primero debe separar sus partículas, antes de mezclarse por completo.

## Explora

- Consigue un frasco vacío con tapa, grande y de boca ancha (puede ser de mayonesa).
- Busca diferentes objetos pequeños: piedras o canicas, botones, semillas o frijoles, balines, arena e incluso puedes hacer bolitas de papel con hojas que ya no uses. Debes tener una cantidad suficiente de los objetos para llenar, al menos, la mitad del frasco.
- Una vez que tengas, por lo menos, cuatro diferentes tipos de objetos, clasifícalos por su tamaño.

- Pon los objetos más grandes en el frasco, pueden ser canicas o piedras. Tienen que ser los suficientes para ocupar 2/3 del volumen del frasco. Observa cómo se acomodan los objetos grandes dentro del frasco, ¿están muy juntos o dejan huecos?, ¿cómo son esos huecos?
- Ahora continúa con objetos más pequeños, como botones o semillas. Déjalos caer en el frasco y observa qué pasa, ¿qué aspecto tiene la combinación de objetos?
- En seguida, agrega todos los objetos más pequeños que tengas, ¿consideras que el frasco se llenó en algún punto? ¿Piensas que tiene espacio para más objetos? ¿Qué características deberían tener los materiales que quisieras guardar en el frasco?
- Dibuja un esquema de tu frasco con todos los objetos dentro. Después, tápalo bien y agítalo, ¿cambió el acomodo de los objetos?, ¿podrías decir si están mejor mezclados?
- ¿Qué crees que pasaría si agregaras agua a tu frasco lleno de objetos? Haz la prueba y añade agua poco a poco; observa lo que sucede.
- Realiza un esquema final del frasco cuando agregaste agua; describe en tu dibujo lo que piensas que pasa con las moléculas de agua. Comparte tus ideas con tus compañeros.



## ¡Manos a la Química!

### Mezclas, elementos y compuestos

#### Introducción

Una mezcla de los elementos hierro y azufre se separa fácilmente porque no existen enlaces químicos entre ellos, sólo se combinan de manera física. El hierro es un material con propiedades magnéticas, por lo que puede separarse del azufre con un imán. En este experimento veremos lo que sucede si calentamos esa mezcla de hierro y azufre, para determinar si obtuvimos un nuevo material.

#### Necesitas:

- Tubo de ensayo
- Pinzas para tubo de ensayo
- Lupa
- Una porción de viruta de hierro en una bolsa de plástico cerrada (2g aproximadamente)
- Gradilla o soporte para tubos de ensayo
- Mechero Bunsen
- Imán pequeño
- Azufre sólido o en polvo en una bolsa de plástico cerrada (1g aproximadamente)

#### Precauciones:

- Usa bata de laboratorio y lentes de seguridad.
- No toques los reactivos, la viruta de hierro puede irritar tu piel y, en caso de que suceda, lava tus manos con jabón y agua abundante.
- Durante el procedimiento se desprenden vapores de azufre, por lo que debes hacerlo en un lugar bien ventilado, de preferencia en un laboratorio con campana de extracción de gases. No huelas los reactivos directamente, ni los vapores que se desprendan. Si lo haces avisa de inmediato y sal a un lugar ventilado a respirar con calma.
- Realiza este experimento bajo la supervisión de un adulto.

#### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja en equipo con tus compañeros de clase.

- 1) Primero observen las muestras de azufre y hierro dentro de las bolsas que les proporcione su profesor. Vean la apariencia y el color que tienen, así como su forma. Usen la lupa para hacer observaciones detalladas y anótenlas.
- 2) Pasen un imán pequeño sobre cada bolsa y observen lo que pasa con cada una, ¿tienen el mismo comportamiento?, ¿es diferente? Anoten sus observaciones.
- 3) Abran las bolsas y transfieran el azufre a la bolsa con la muestra de hierro. Cierren la bolsa con la mezcla y agiten.



# Estructura de los materiales

- 4) Observen la mezcla resultante; traten de identificar sus componentes, ¿qué apariencia tiene la mezcla?, ¿de qué color es? Usen de nuevo la lupa para hacer observaciones y anótenlas.
- 5) Pasen el imán sobre la bolsa de la mezcla. Vean qué sucede; concluyan si es posible separar los componentes de la mezcla.
- 6) Con cuidado, transfieran la mezcla de hierro y azufre de la bolsa a un tubo de ensayo. Sujeta el tubo con las pinzas.
- 7) Enciendan el mechero Bunsen. Calienten el tubo de ensayo como se indica en la figura. No olvides mantener la boca del tubo apuntando lejos de tu cara y la de tus compañeros.
- 8) Observen la mezcla en el tubo. Cuando dentro se vea una flama naranja brillante, retírenlo del mechero y agítenlo con cuidado.
- 9) Dejen enfriar el tubo en una gradilla. Cuando se haya enfriado por completo, observen el material que contiene, ¿qué apariencia tiene?, ¿de qué color es?, ¿es parecido o diferente al hierro o al azufre? Anoten sus observaciones.
- 10) Pasen un imán sobre el tubo y vean el comportamiento del material; compárenlo con sus observaciones sobre la mezcla de los elementos hierro y azufre sin calentar. Concluyan acerca del tipo de material que obtuvieron: ¿es una mezcla, un elemento o un compuesto?

## Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Qué características tienen el hierro y el azufre cuando están por separado?
2. ¿Qué características tiene la mezcla de hierro y azufre?
3. ¿Cómo clasificarías a la mezcla de hierro y azufre: homogénea o heterogénea?, ¿por qué?
4. ¿Qué piensas que sucedió cuando calentaste la mezcla?
5. ¿Qué propiedades tiene el material resultante en el experimento? Investiga el nombre y la composición del material que obtuviste.

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

## Para integrar

### Mapa conceptual

Haz un mapa conceptual considerando el término “materiales” como el concepto central. Puedes usar como guía los términos que se incluyen a continuación; recuerda usar flechas para relacionarlos unos con otros, así como añadir palabras que aporten más sobre cómo se relacionan entre ellos.



## Para concluir

A nuestro alrededor existen infinidad de materiales, muchos son mezclas y podemos percibir varias de sus propiedades: forma, tamaño, color, si son sólidos o líquidos; hemos aprendido más allá de lo que vemos, es decir; cómo se relacionan esas propiedades y el comportamiento de las partículas que los forman.

## 2.2.1 El modelo atómico de Bohr

En la actualidad sabemos que la materia está constituida por átomos que a su vez están formados por partículas subatómicas llamadas protones, neutrones y electrones. Este conocimiento es resultado del interés que tuvieron muchos científicos para explicarse la naturaleza de toda la materia que nos rodea. ¿Cómo pudieron explicar algo que no es posible ver?... Es fácil de responder: imaginando.

### Aprendizaje esperado:

- 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.



### Para empezar Imaginando al átomo

1. Entra a la página de internet [http://portacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica1/u2/modelos\\_atomicos/modelosatomicos](http://portacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica1/u2/modelos_atomicos/modelosatomicos) (Consulta: 22 de enero de 2017).
2. Dibuja, en una hoja, los diferentes modelos que se han utilizado para explicar la estructura del átomo a lo largo del tiempo; indica quién hizo cada modelo y en qué año.
3. Contesta las preguntas: ¿qué diferencia encuentras entre los primeros modelos atómicos

- y los últimos? ¿Cuál de los modelos te permite comprender mejor la estructura atómica? ¿Por qué? ¿Crees que los químicos todavía utilizan estos modelos atómicos? ¿Por qué?
4. Comparte con tus compañeros los dibujos que hiciste y las respuestas; juntos lleguen a una conclusión.
5. Escribe la conclusión en tu cuaderno y conserva tu trabajo en el portafolio de evidencias.

## Para profundizar

La estructura atómica y la forma en que interaccionan los átomos es la clave para entender la química moderna. En los últimos años, el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha llevado al diseño de equipos como los **aceleradores de partículas**, en los que realizan experimentos que nos permiten conocer la existencia de una enorme variedad de partículas mucho más pequeñas, que dan estructura a protones, neutrones y electrones.

Aunque esos descubrimientos son muy importantes para ciertas áreas de la física y para tener un mayor entendimiento del Universo en general, en la química no hace falta ir más allá de las partículas subatómicas que ya has estudiado.



## Glosario

### acelerador de partículas.

Dispositivo que utiliza campos electromagnéticos para acelerar partículas, como átomos o electrones, propiciando choques entre ellas que producen otras partículas o diversas formas de energía.

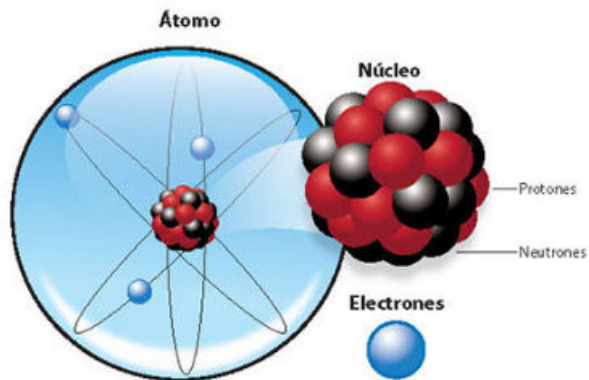


Fig. 2.11 En este esquema simplificado el núcleo de un átomo, donde se concentra su masa, está constituido por protones y neutrones. Los electrones giran alrededor de él.

La masa de los átomos se debe principalmente a los protones y neutrones que están concentrados en su núcleo, mientras que los electrones, que tienen una masa casi 2000 veces más pequeña que los protones, giran alrededor del núcleo. Tanto protones como electrones tienen carga eléctrica: los primeros carga positiva, y los electrones carga negativa.

Como su nombre lo indica, los neutrones tienen carga neutra. Un átomo que tiene el mismo número de protones en su núcleo que de electrones alrededor de éste es neutro.

Los cambios químicos se relacionan con intercambio de electrones entre átomos, por lo que los núcleos no se alteran, de esta manera, los protones son las partículas subatómicas que dan la identidad al átomo de un elemento. El número de protones, o cargas positivas, se identifica con el número atómico  $Z$ , que es un número entero y único para cada elemento. Si conocemos el número atómico del elemento podremos decir cuántos protones tiene, y si se trata de un átomo neutro, sabremos que tiene el mismo número de electrones (figura 2.11).

El número de masa corresponde a la suma de las partículas con masa significativa: protones y neutrones. Siempre es un número entero, porque hace referencia a un conteo y suma de partículas.



TIC

Entra a la siguiente liga e investiga más acerca de las características del modelo atómico de Bohr.  
[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/atomos/mod\\_bohr.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/atomos/mod_bohr.htm)  
 (Consulta: 3 de noviembre de 2016).



Explica,  
reflexiona  
y comunica

¿Cuántos modelos atómicos hay?

1. La teoría de Bohr se basa en modelos atómicos anteriores. Investiga con tus compañeros de equipo cuáles son esos modelos anteriores al de Bohr y en qué se basan.
2. Elaboren una línea del tiempo con la información que encontraron.
3. Presenten el cartel a sus compañeros y corrijan la información si es necesario.
4. Tomen fotografías de los carteles presentados y muéstranla a su profesora o profesor para que las evalúe.

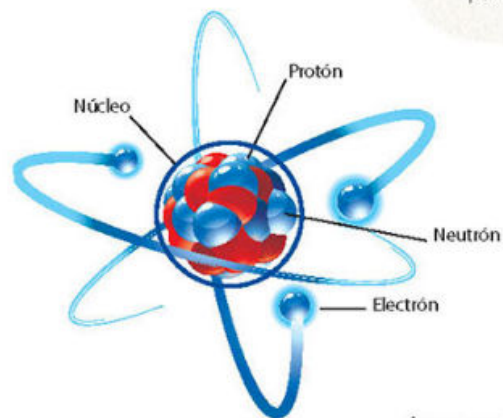


Fig. 2.12 Esquema simplificado del modelo atómico de Rutherford.

Niels Bohr propuso un modelo basado en el de Rutherford, quien fue su maestro. Dicho modelo atómico exponía que el átomo presentaba una estructura en que los electrones giraban alrededor de un núcleo describiendo órbitas circulares. Dentro del núcleo estaban contenidas las cargas positivas y se concentraba casi toda la masa del átomo (figura 2.12).

Bohr expuso que los electrones debían estar en órbitas especiales o niveles de energía, así que este modelo resultó ser muy útil para explicar el fenómeno de absorción y emisión de energía de los elementos. Cuando se calienta una muestra de un elemento, es decir,

de una sustancia formada por un solo tipo de átomos, se observa una emisión de luz de un color característico (figura 2.13).

Si contamos con un aparato especial para analizar esa luz, lo que observamos es un espectro de emisión, que muestra una serie de líneas discontinuas, lo que indica que al calentar la muestra, los electrones absorben cierta cantidad de energía subiendo de nivel energético; en unos instantes, los electrones regresan al nivel de origen, emitiendo la energía ganada en forma de luz.

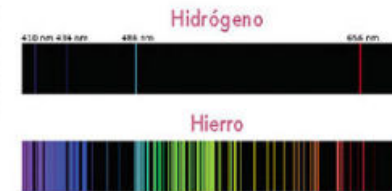
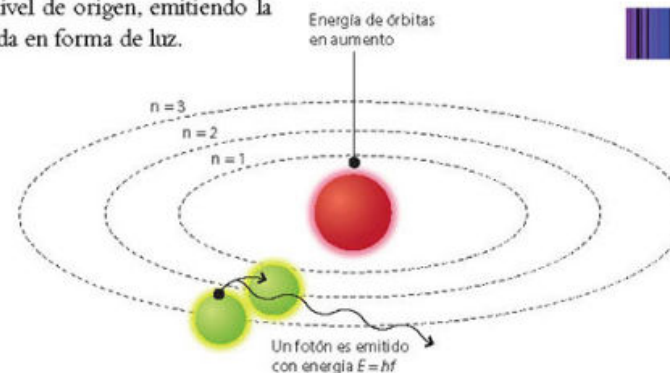


Fig. 2.13 Espectro de emisión del hidrógeno, H, y del hierro, Fe. Cada línea corresponde a transiciones de los electrones entre capas o niveles de energía. Mientras más electrones hay en un átomo, más líneas se muestran.



## ¡Manos a la Química!

### Pruebas a la flama

#### Introducción

Las pruebas a la flama son una forma de identificar qué elemento está presente en una muestra, y se logra observando el color de la flama que emite cuando la muestra de una sustancia se pone al fuego directo. Se basa en el hecho de que los electrones en un átomo, al recibir energía, en este caso en forma de calor, la absorben, suben de nivel energético y luego al bajar a su nivel de origen, la emiten en forma de energía luminosa. Dependiendo del átomo que se trate, la luz tendrá diferente energía, lo cual se percibe como un color específico.

#### Necesitas:

- Mechero Bunsen (también puede usarse un mechero de alcohol)
- Agua destilada
- 2 vasos de precipitados
- Espátula
- Muestras de las siguientes sustancias (1g aprox.):
  - $H_3BO_3$ , ácido bórico\*
  - $NaCl$ , cloruro de sodio\*
  - $CaCl_2$ , cloruro de calcio (se utiliza como desecante para humedad)\*
  - $KCl$ , cloruro de potasio
  - $LiCl$ , cloruro de litio
  - $NaHCO_3$ , bicarbonato de sodio\*
  - $K_2C_2O_4$ , cremor tártaro \*
  - $Sr_3(C_2H_3O_7)_2$ , citrato de estroncio (lo venden como suplemento alimenticio en forma de tabletas)\*
  - $CuSO_4$ , sulfato de cobre
  - $SrCl_2$ , cloruro de estroncio

\* Estas sustancias son de uso común y pueden conseguirse más fácilmente que otros reactivos especializados. No es necesario utilizarlas todas, pero es recomendable contar con, al menos, tres muestras de elementos diferentes, para poder concluir.

#### Precauciones:

- Haz este experimento bajo la supervisión de un adulto.
- Usa bata de laboratorio y lentes de seguridad.
- Durante el procedimiento no dejes mucho tiempo el hisopo dentro de la flama, así evitas que se quemé.
- No huelas directamente los vapores que se desprendan ni pruebes los reactivos, si lo haces, avisa de inmediato y busca un lugar ventilado para respirar con calma.

### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja en equipo.

- 1) Con la espátula, pongan pequeñas porciones de las muestras de las sustancias que les dé su profesor, separadas en vidrios de reloj o platos, marquen con etiquetas o cinta de qué sustancia se trata.
- 2) Observen la apariencia de las muestras, su color y forma. Usen la lupa para hacer observaciones detalladas y anótenlas.
- 3) Viertan el agua destilada en dos vasos de precipitados. En uno dejen sumergidos varios hisopos de algodón.
- 4) Con cuidado, enciendan el mechero; si se trata de un mechero Bunsen la flama debe estar color azul pálido.
- 5) Con los hisopos húmedos tomen una muestra de las sustancias.
- 6) Acerquen con cuidado la punta del hisopo con la muestra a la flama del mechero, como se indica en el esquema.
- 7) Observen el color de la flama que se produce. Anoten sus observaciones, indicando de qué sustancia se trata.
- 8) Retiren el hisopo de la flama antes de que comience a quemarse, métenlo al otro vaso con agua para evitar que se incendie.
- 9) Con un hisopo mojado, y diferente cada vez, repitan el procedimiento con cada una de las muestras. Si tienen suficiente cantidad, pueden hacer dos o tres veces el procedimiento para una sustancia. Anoten sus observaciones, identificando de qué sustancia se trata.
- 10) Escriban su experiencia en una tabla como la siguiente:



Sustancia	Apariencia	Color de la flama
Cloruro de sodio, NaCl	Cristales cúbicos e incoloros	

### Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas e incluyas tu tabla de observaciones y resultados. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte formará parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. Investiga en libros o en internet las coloraciones de la flama según las muestras de los elementos que utilizaste.
2. Compara lo que investigaste con tus observaciones, ¿coinciden o son diferentes? Si hay diferencias, ¿qué piensas que sucedió?
3. Además de la seguridad, ¿por qué es importante evitar que el hisopo se queme al hacer la prueba?
4. Investiga cómo se utiliza el fenómeno que observaste en el diseño de los juegos pirotécnicos (fuegos artificiales). Incluye las referencias de las fuentes de información que consultes.
5. Haz un reporte y entrégalo a tu profesor para que lo evalúe.

## Modelo de capas y electrones de valencia

En 1916 Walther Kossel, físico alemán, y Gilbert N. Lewis, químico estadounidense, cada quien por su parte y tomando en cuenta el modelo de Bohr, propusieron el modelo de capas, en el que los electrones están acomodados en capas esféricas que rodean al núcleo. Este modelo es útil para explicar la formación de los enlaces químicos a los compuestos.

Para entender por completo el modelo de capas, hay que considerar que cada capa tiene un límite para aceptar electrones; por ejemplo, la primera acepta sólo dos, y de ahí en adelante el máximo es ocho.

El concepto de valencia, es decir, la capacidad de combinación de un elemento con otros para formar compuestos, ya era relevante mucho antes de que

se conociera la existencia de las partículas subatómicas, tal como estudiaremos más adelante, y desempeñó un papel principal en la construcción de la tabla periódica de los elementos.

Con su modelo, Kossel y Lewis ayudaron a entender que los electrones son los responsables de ese comportamiento, porque se encuentran en la última capa de los átomos y los denominaron electrones de valencia; son los que participan en la formación de iones y enlaces químicos (figura 2.14).

Al estar más alejados del núcleo, los electrones de valencia son menos atraídos por éste, así que al encontrarse en presencia de otros átomos pueden intercambiarse.

Hasta ahora hemos hablado de que en los átomos las cargas eléctricas están balanceadas, porque el número de protones en el núcleo se corresponde con el número de electrones alrededor de éste; sin embargo, dado que existe la posibilidad de que los electrones de valencia se intercambien, los átomos tienen cargas eléctricas positivas o negativas.

Por ejemplo, en el núcleo, el sodio (Na) tiene 11 protones, si se tratara de átomo neutro también contendría 11 electrones, pero tiene la capacidad de soltar un electrón de su última capa y se queda con 10. Como el núcleo no se modifica, al soltar un electrón, el átomo de sodio permanece con mayor cantidad de cargas positivas, formándose lo que se reconoce como ion positivo o **catión** (figura 2.15).

Otros elementos como el cloro (Cl) tienen un número atómico 17, que es el número total de protones (cuando son neutros, sus átomos tienen 17 protones y 17 electrones), pero al tener la capacidad de aceptar un electrón más en su última capa, aumenta el número de electrones a 18, por lo que queda una mayor cantidad de cargas negativas y se forma un ion negativo o **anión**, que además le confiere un nombre específico: ya no se llama cloro sino cloruro.

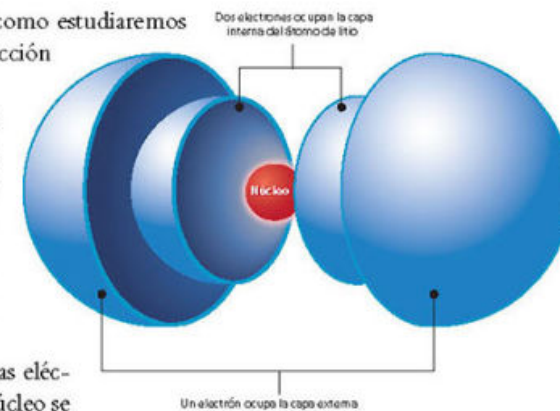


Fig. 2.14 Representación de un átomo de litio con el modelo de Kossel y Lewis.

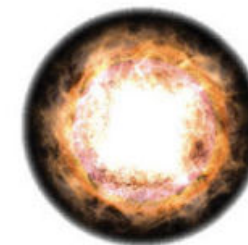


Fig. 2.15 Las supernovas y estrellas están formadas principalmente por gases a temperaturas altísimas, donde los átomos se han vuelto iones.



### Un diseño tridimensional

1. Trabaja en equipo y diseña un modelo tridimensional de átomo, a partir del modelo de capas; es decir, donde el núcleo sea un objeto esférico pequeño que pueda estar dentro de capas huecas, que se puedan abrir y meter unas en otras.
2. Sean creativos y, de preferencia, utilicen materiales de reúso; por ejemplo, para el núcleo pueden usar un hueso redondo –como de aguacate–, para una de las primeras capas, cáscaras de naranja secas partidas a la mitad. Píntenlos para distinguirlos.
3. Coloca modelos de “electrones” sobre las capas; usa semillas pequeñas, o bolitas de papel, aunque debes asegurarte de se puedan quitar y poner, para ejemplificar el intercambio de electrones.
4. Elijan entre alguno de los siguientes elementos: H, hidrógeno; He, helio; Li, litio; C, carbono; O, oxígeno; Ne, neón; Na, sodio; S, azufre; Cl, cloro; Ar, argón.
5. Presenten al grupo su modelo y consérvenlo para utilizarlo en actividades sobre los enlaces químicos que estudiaremos más adelante, en este tema.

Como veremos a continuación, los intercambios de electrones permiten la existencia de enlaces químicos de diversos tipos; por ejemplo, la formación de los iones de sodio,  $\text{Na}^+$  y cloruro,  $\text{Cl}^-$ , da como resultado la formación del compuesto cloruro de sodio,  $\text{NaCl}$ , que además es eléctricamente neutro.



### Glosario

**catión.** Ion con carga positiva resultado de la pérdida de electrones en un átomo neutro.

**anión.** Ion con carga negativa, resultado de la ganancia de electrones en un átomo neutro.



## Para concluir

El conocimiento de la estructura del átomo aportó más datos para entender las características y propiedades de los materiales que nos rodean, pero el simple hecho de saber que existen partículas subatómicas a partir de los diversos experimentos que lo confirmaron, no fue suficiente, porque gran parte de la actividad científica implica reunir datos experimentales, mientras que otra se dedica a usar esos datos y ajustarlos a modelos que expliquen fenómenos del mundo.

## Para integrar

### Actividad integradora. Memorama sobre el átomo y las partículas subatómicas

Elabora un memorama con tarjetas blancas. A diferencia de un memorama tradicional, en cada par de tarjetas pon información que las relacione claramente y juega con él en compañía de tu equipo. A continuación te presentamos algunos ejemplos:



Cuando terminen de jugar comenten en el equipo para qué les sirvió esta actividad; conserva tu memorama en el portafolio de evidencias.

#### Aprendizaje esperado:

- Representa el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.

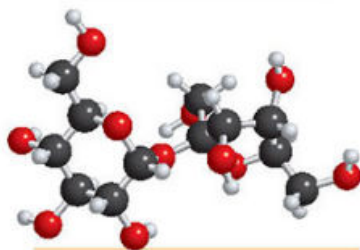


Fig. 2.16 La noción de enlace estuvo presente desde los inicios de la química como ciencia, pero se entendió mejor cuando se conoció la estructura atómica.

## 2.2.2 El enlace químico

Como revisamos en la sección anterior, mucho antes de que se conociera la estructura atómica, el concepto de valencia —la capacidad de combinación de los elementos cuando forman compuestos— fue importante para entender las propiedades químicas de las sustancias y diseñar un sistema de organización periódica, como veremos más adelante.

Desde finales del siglo XIX y principios del XX ya se utilizaba el concepto de enlace químico para referirse a la interacción presente en la unión de los átomos para formar moléculas y, por lo tanto, compuestos; sin embargo, este fenómeno se entendió mejor al conocerse con más detalle la estructura de los átomos y las partículas subatómicas que los forman, principalmente los electrones.

## Explica, reflexiona y comunica

- De manera individual investiga sobre las ideas que existían en la forma en que se unían los elementos para formar compuestos, antes de que existieran modelos como el de Bohr o el de capas, que resaltan la participación de los electrones en la formación de enlaces. Puedes consultar libros o fuentes confiables en internet.
- Con la información que cada uno obtenga, organicen una discusión en equipos a partir de las siguientes cuestiones:
  - ¿Cómo se explicarían los científicos de la antigüedad la transformación de las sustancias sin tener la noción de átomo o molécula?
  - ¿Cómo piensan que entendían la idea de “enlace químico” sin tener clara la existencia de los electrones?
 Compartan sus ideas y escriban sus conclusiones por equipo, luego preséntelas al grupo.

La propuesta del modelo de capas del átomo partió del estudio de los **gases nobles**. A principios del siglo XX no se sabía que estos elementos pudieran reaccionar con otros para formar compuestos, así que Lewis y Kossel propusieron que el comportamiento de nula **reactividad** de los gases nobles se debía a que los electrones estaban acomodados de forma muy estable alrededor de los núcleos, en las capas esféricas que ya estudiamos.

En esta propuesta, el acomodo estable de los electrones se refiere a que todas las capas están ocupadas con el máximo de electrones que pueden contener. La primera capa siempre tiene un máximo de dos electrones, y a partir de la segunda el máximo será ocho.

Cada capa se designa con la letra  $n$ , que representa la cercanía de la capa con el núcleo, por lo que toma valores enteros a partir de uno, al igual que se numeran los niveles en el modelo de Bohr.

Para todos los elementos, la capa más externa, la de valencia, no puede tener más electrones que la capa de valencia del gas noble más cercano; por ejemplo, el helio (He) tiene dos electrones en su última capa y el neón (Ne) ocho electrones.

Como vimos en la sección anterior, el sodio (Na) tiene número atómico de 11, que es el número de protones que hay en el núcleo y, por lo tanto, deberá tener 11 electrones. El acomodo por capas lo haríamos así: en la primera capa  $n=1$  caben dos electrones, entonces quedan nueve por acomodar, así que llenamos la segunda capa,  $n=2$ , a su máxima capacidad con ocho electrones, y sólo queda un electrón por acomodar en la tercera capa,  $n=3$ , que es la de valencia para los átomos de sodio.

Todas las capas internas están completamente llenas, porque deben contener el número máximo de electrones que les corresponde, y la última capa, la de valencia, sería la que tiene un número menor a la capacidad total.

La cantidad de electrones en la capa de valencia, también llamados electrones de valencia, está determinada por la posición del elemento en la tabla periódica y se relaciona directamente con el número de columna o grupo en que se encuentra el elemento.



## Glosario

**gases nobles.** Grupo de elementos llamados así por su baja capacidad de reaccionar con otros elementos.  
**reactividad.** Capacidad de un elemento o compuesto de reaccionar con otro formando nuevos enlaces químicos.

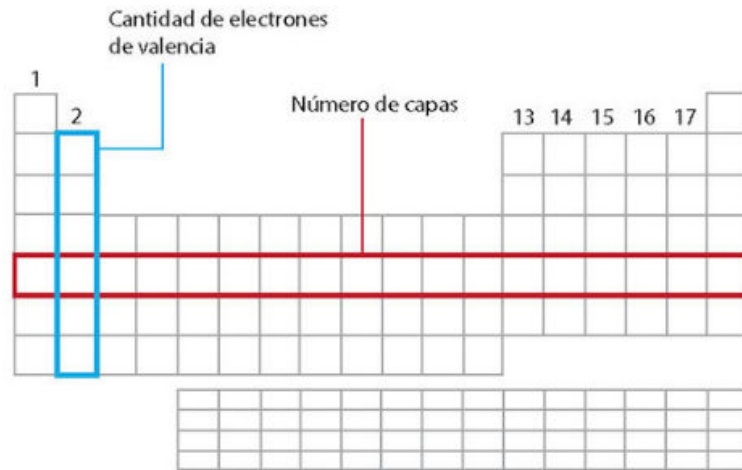


Fig. 2.17 La ubicación de un elemento en la tabla periódica nos da información sobre el acomodo de los electrones en sus átomos; el renglón o el período indica la cantidad de capas que tiene para acomodar sus electrones; la columna o fila nos dice el número de electrones que hay en la última capa.

Para el grupo 1, como el sodio (Na), todos los elementos tienen átomos con un electrón en su capa de valencia; es decir, su valencia es 1; para el grupo dos, los electrones de valencia son 2, pero un elemento como el boro (B), que se encuentra en el grupo 13, no quiere decir que contiene 13 electrones, porque eso sobrepasa el máximo de 8, sino que tiene 3 electrones de valencia (figura 2.17).

**Aprendizaje esperado:**

- Representa, mediante la simbología química, elementos, moléculas y átomos, iones (aniones y cationes).



Fig. 2.18 El químico estadounidense G. N. Lewis, que vivió entre finales del siglo XIX y mediados del siglo XX, hizo importantes aportaciones para entender los enlaces químicos.

**Diagramas de puntos y estructuras de Lewis**

Tanto Kossel como Lewis describieron lo que hemos mencionado hasta aquí; Kossel partió de la observación de que los elementos de los grupos 1 y 2 de la tabla periódica formaban cationes con cargas 1 y 2, respectivamente; por ejemplo: del grupo 1:  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , y del grupo 2:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

Lewis estudió más compuestos, no sólo en los que había formación de iones, y se dio cuenta que si contaba los electrones de valencia de los átomos en un compuesto, las moléculas resultantes tenían casi siempre un número par de electrones de valencia en total, con lo que propuso que en las moléculas los electrones estaban distribuidos en pares (figura 2.18).

Además, Lewis propuso un sistema simplificado para representar a los átomos, —a diferencia del modelo de Bohr, que incluye todas las capas o los niveles—, donde se representa la última capa. Se le llama diagrama de puntos de Lewis, porque los electrones se representan como puntos que rodean al símbolo del átomo y se van acomodando en pares en cuatro posiciones diferentes alrededor del símbolo: arriba, abajo, a la izquierda y a la derecha. Así quedarían acomodados los electrones para un átomo de cloro:



En este sistema de representación, los enlaces químicos se forman cuando dos átomos comparten un par de electrones de valencia, que se forma por la contribución de un electrón que viene de cada átomo; por ejemplo, dos átomos de cloro (Cl) que forman un enlace químico para dar una molécula de  $\text{Cl}_2$ :



Así que las moléculas no sólo tienen una cantidad total de pares de electrones de valencia, en este caso 14, sino que cada átomo que participa llena a su máxima capacidad la capa de valencia con ocho electrones, alcanzando el acomodo estable de electrones de un gas noble. Lewis encontró esta tendencia en muchos compuestos y la llamó regla del octeto (figura 2.19).



Para esta actividad trabajarán en grupo con los modelos atómicos que elaboraron por equipo con material de reciclaje, de alguno de los elementos sugeridos: H, hidrógeno; He, helio; Li, litio; C, carbono; O, oxígeno; Ne, neón; Na, sodio; S, azufre, Cl, cloro; Ar, argón.

Revisen todos los modelos realizados por cada equipo y escriban en su cuaderno la siguiente información para cada elemento: cantidad de capas de cada átomo, número total de electrones, cantidad de electrones de valencia.

Una vez que tengan esta información, de forma individual hagan una tabla en su cuaderno en la que revisen las posibilidades de combinación de cada elemento, siguiendo este ejemplo:

Elemento, símbolo	Cantidad de electrones de valencia	Número de electrones faltantes para cumplir la regla del octeto	Valencia (capacidad de combinación)
Oxígeno, O	6	2	2

A partir de la inspección de las capas de valencia de los modelos, completen la columna sobre la cantidad de electrones que le faltan a cada uno; ese dato es necesario para obtener el valor de valencia o la capacidad de combinación.

Los diagramas de Lewis para representar moléculas se llaman estructuras de Lewis. Para dibujarlas con éxito, es indispensable que sigamos un procedimiento ordenado, en el que debemos tomar en cuenta, en principio, lo que revisamos en las actividades realizadas:

- Primero, escribir por separado el diagrama de puntos para los elementos que forman el compuesto, considerando que se escribe el símbolo del elemento y alrededor de él —arriba, abajo, a la izquierda y a la derecha— se colocan los puntos que representan los electrones, agrupándolos en pares cuando haya electrones suficientes.
- No perder de vista que en los diagramas de puntos la cantidad de electrones que quedan no apareados son los que llevan a conocer la capacidad de combinación o valencia de los elementos; por ejemplo, para el cloro (Cl) con siete electrones de valencia, queda un electrón apareado, lo que indica que se necesita un electrón más para que este átomo cumpla con la regla del octeto. En el caso de los átomos de sodio (Na), que sólo tienen un electrón en su última capa, su valencia es igual a uno, justo porque energéticamente es más favorable perder ese último electrón, quedándose con las capas internas que

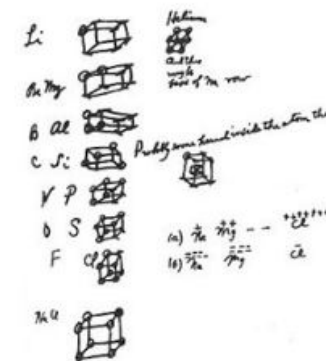


Fig. 2.19 Manuscrito con notas de G. N. Lewis sobre el planteamiento de la regla del octeto.

**Leer...**

Dentro del átomo  
Lee y conoce la estructura de los átomos.  
Noreña, Francisco, Dentro del átomo,  
México, SB-Libros del escarabajo, 2004.



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

## Aprendizaje esperado:

- Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas.



## Glosario

**aleación metálica.** Mezcla homogénea de dos o más metales, o un metal y algún otro elemento, hecha con el fin de obtener o mejorar alguna propiedad específica útil, como mayor dureza, mejor conducción de la electricidad, etcétera.



## Para empezar

Busca a tu alrededor objetos que consideres estén hechos de algún metal o alguna combinación de metales; puedes tomar en cuenta objetos que no sean completamente metálicos, sino que tengan una parte o un componente metálico.

- Haz una lista de, al menos, cinco objetos y sus componentes metálicos, si tienes dudas puedes buscar en fuentes bibliográficas o en internet para confirmar si, efectivamente, esos objetos contienen algún metal.
- Organiza la información en una tabla como la que se presenta enseguida e incluye una columna en que describas las características físicas que consideraste para decidir si estaba presente un metal (estado de agregación a temperatura ambiente, color, entre otros).

Objeto	Metal(es) presente(s) Nombre/símbolo	Características
Anillo de bodas de mi mamá	Oro (Au)	Sólido a temperatura ambiente, color amarillo, brillo metálico, frío al tacto

Comparte tus conclusiones con tus compañeros de clase, y reflexionen acerca de la presencia de metales en artículos cotidianos y su utilidad. Conserva tu trabajo en el portafolio de evidencias.

## 2.3.1 Propiedades de los metales

Muchos pensadores contemporáneos han llamado al tiempo en que vivimos “el siglo de las comunicaciones” y, aunque es indudable la presencia continua de los medios de comunicación en nuestras vidas, muchos otros consideran que sería más adecuado referirse a ella como “el siglo de los materiales”, porque la investigación en el área de la química ha permitido desarrollar materiales nuevos, como ciertos tipos de polímeros, **aleaciones metálicas** y materiales diversos que son conductores de la electricidad.

Los metales, aunque son materiales que hemos conocido durante siglos, siguen siendo muy útiles e importantes para incontables aplicaciones, y están presentes en muchos aspectos de nuestras vidas.

## Para profundizar

En nuestra vida cotidiana convivimos con diversos tipos de metales o diferentes mezclas de éstos. En la actividad anterior, quizá pudiste identificar las distintas aplicaciones que tienen los metales, desde la ornamental y la joyería, hasta otras más prácticas y cotidianas, como la elaboración de utensilios: los tenedores y cuchillos con que comemos; la estructura de los camiones y automóviles; los sartenes y las cacerolas en las que guisamos, e incluso en los cables que conducen la electricidad.

La utilidad de los metales es algo que los seres humanos descubrimos desde hace mucho tiempo. Se considera que el uso de los metales para hacer adornos y utensilios, tanto de caza como de defensa, fueron las aplicaciones iniciales que se les dieron a los primeros que se descubrieron y que es posible fueran el oro (Au) y el cobre (Cu).

Una parte de la historia antigua se basa en los descubrimientos de nuevos metales y las mejoras tecnológicas que se lograron con éstos. La llamada Edad de Bronce estuvo marcada por el descubrimiento de la mezcla homogénea de cobre (Cu) y estaño (Sn); es decir, una aleación que se llamó así: bronce, metal que era mucho más adecuado para fabricar instrumentos, por lo que se empleó para realizar objetos bélicos, como armaduras y flechas (figura 2.21).

El descubrimiento del hierro (Fe) también cambió la manera de utilizar los materiales, porque en la llamada Edad de Hierro fue necesario hacer hornos de fundición que alcanzaran temperaturas más altas que los que se tenían hasta ese momento para darle tratamiento al hierro. También se descubrió que al mezclar hierro (Fe) con carbono (C) se obtenía un material más resistente: el acero, una aleación que todavía se usa en nuestros días.



Fig. 2.21 En la Guerra de Troya, griegos y troyanos no sólo tuvieron ayuda de los dioses del Olimpo, sino de aleaciones metálicas como el bronce.

## Leer...

Relatos de ciencia  
En este libro de divertidas historias encontrarás algunos aspectos de la importancia del reciclado de materiales. Sánchez Ana Maña, *Relatos de ciencia*, México, SP-ADN Editores, 2001.

## Explica, reflexiona y comunica

### Los metales en el tiempo

- Reúnanse en equipo para consultar en libros de historia o en internet los acontecimientos importantes de la historia de la humanidad que se relacionan con el descubrimiento de los metales.
- Escriban la información en fichas; consideren las fechas aproximadas, lugares y los acontecimientos o las épocas históricas.
- En una cartulina hagan una línea del tiempo con la información que obtuvieron. Escriban las fechas y los acontecimientos organizados en orden cronológico, así como algunos textos que resalten la relación que tengan con el descubrimiento de algún metal o alguna aleación. De ser posible, ilustren con recortes o dibujos cada momento histórico.
- Compartan su trabajo con el resto del grupo y comenten sobre lo que aprendieron; entréguelo a su profesor o profesora para que la evalúe. Guarden una fotografía de su trabajo para incluirla en el portafolio de evidencias.

A partir de la inspección de las capas de valencia de los modelos, completen la columna sobre la cantidad de electrones que le faltan a cada uno, porque ese dato es necesario para obtener el valor de valencia o la capacidad de combinación.

## Propiedades físicas de los metales

Como cualquier objeto o material que está a nuestro alcance, la apariencia es una de las primeras cosas con que identificamos a un metal. De hecho, el brillo que tienen y el color característico de algunos, como el amarillo del oro (Au) o el rojo del cobre (Cu), es una característica que siempre ha llamado la atención.



## Glosario

**punto de fusión.** Temperatura a la que un material pasa del estado sólido al líquido.



Fig. 2.22 El papel aluminio, ejemplo de maleabilidad, puede formarse en hojas con grosor de apenas la décima parte de un milímetro.

Una característica que convirtió a los metales en sustancias interesantes para la fabricación de utensilios es que la mayoría, con excepción del mercurio (Hg), son sólidos a temperatura ambiente y se mantienen en ese estado hasta que alcanzan temperaturas altas; es decir, tienen altos **puntos de fusión**.

Una característica de los sólidos es que tienen forma definida. Los metales son sólidos y cumplen con esta propiedad, pero tienen otras que se relacionan con su facilidad de adquirir diversas formas.

Una propiedad relacionada con la dureza que tienen los metales es la tenacidad; es decir, su resistencia para no deformarse o romperse, y debido a la cohesión que hay entre los átomos y las moléculas no pierden su forma. Un ejemplo de un material metálico con estas características es el acero.

Hay otros metales que al aplicarles un esfuerzo tampoco se rompen, pero sí cambian de forma, lo que da lugar a dos propiedades muy útiles; la primera es la maleabilidad, que es su desposición de formar láminas, que dependiendo del metal que se trate pueden llegar a ser muy delgadas. La maleabilidad ha permitido utilizar los metales en láminas para fabricar latas, carrocerías de automóviles y el papel aluminio, que justamente es una hoja muy delgada del elemento aluminio (Al) (figura 2.22).

La ductilidad es la segunda propiedad y es la resistencia de las muestras metálicas a la deformación, en este caso para formar alambres o hilos muy delgados que, dependiendo del metal que se trate, pueden ser hasta del grosor de un cabello. Esta característica permite la existencia de toda la variedad de cables metálicos, como los de cobre, por ejemplo, que se usan en las instalaciones eléctricas.



TIC

Para saber sobre los metales que se extraen en México, mediante la industria minera, te invitamos a consultar la página del INEGI: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/mineria/#> (Consulta: 3 de noviembre de 2016).



## ¡Manos a la Química!

### Introducción

El cobre (Cu) y el plomo (Pb) son dos de los primeros metales con que nuestros antepasados tuvieron contacto. Para el cobre, la razón principal es que puede ser encontrado sin combinar en la naturaleza. El plomo, al igual que muchos otros metales, se encuentra en compuestos y mezclas de compuestos metálicos, llamados minerales; sin embargo, en la antigüedad los seres humanos encontraron que al calentar minerales con carbón, que obtenían quemando madera, adquirían los materiales con las características que indicaban que eran metales. Este experimento es un modelo a escala de esas actividades tecnológicas antiguas, para obtener cloro y plomo.

### Necesitas:

- 3 tubos de ensayo de borosilicato (que resistan el calentamiento directo a la flama)
- Gradilla o soporte para tubos de ensayo
- Servilletas o papel para limpiar
- Mechero Bunsen
- Pinzas para tubo de ensayo
- Espátula
- Lupa
- Vidrio de reloj

## Extracción de metales

- Muestras de los óxidos metálicos (0.5-1g aproximadamente):
  - PbO, óxido de plomo (II)\*
  - CuO, óxido de cobre (II)\*
- Muestras de C, carbón en polvo (1-2g aproximadamente)

\*Estas sustancias son tóxicas y deben manejarse con mucho cuidado, siguiendo en todo momento las indicaciones del profesor o profesora, no deben tocarse directamente con las manos.

### Precauciones:

- Usa bata de laboratorio y lentes de seguridad. De ser posible usa guantes de látex, como los que utilizan los dentistas y médicos.

\* No toques directamente ninguno de los reactivos, el CuO puede irritar tu piel y el PbO es tóxico. Si eso sucede, avisa a tu profesor y lava tus manos con abundante agua y jabón. Aunque el experimento no desprende cantidades significativas de gases, se recomienda llevarlo a cabo en un lugar bien ventilado. No huelas directamente ni pruebes ninguno de los reactivos ni los vapores que se desprendan. Haz este experimento bajo la supervisión de tu profesor.

### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos.

Experimento A: óxido de plomo (II), PbO

- 1) Con la espátula limpia transfiere una muestra de PbO al vidrio de reloj. Observa la muestra, ¿tiene color?, ¿brilla? Puedes auxiliarte con la lupa. Anota tus observaciones.
- 2) Limpia la espátula con una servilleta y úsala para añadir, en el vidrio de reloj, una cantidad similar de carbón en polvo. También observa y anota las características del carbón.
- 3) Mezcla las muestras en polvo con la espátula.
- 4) Transfiere la mezcla a uno de los tubos de ensayo y caliéntala en el mechero Bunsen a fuego alto por, aproximadamente, cinco minutos.
- 5) Una vez transcurrido el tiempo saca el tubo de la flama y déjalo en la gradilla para que enfríe.
- 6) Una vez frío, observa la mezcla dentro del tubo, ¿qué características tiene?, ¿se ve igual o diferente de las sustancias con que iniciaste?, ¿qué color tiene?, ¿brilla? Anota tus observaciones.

Experimento B: óxido de cobre (II), CuO

- 1) Transfiere una muestra de CuO al vidrio de reloj y obsérvala. Anota tus observaciones.
- 2) Sin mezclarla con nada, pasa la muestra al tubo de ensayo y, sobre ésta, añade un poco de carbón en polvo. NO MEZCLES, mantén las sustancias tal como indica el esquema.
- 3) Calienta igual que en el experimento A: por cinco minutos con flama alta.
- 4) Retira el tubo de la flama y deja que se enfríe bien. En este caso observa con cuidado el lugar donde se tocaban las dos muestras, pues ahí debe haber ocurrido la reacción.

### Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas, e incluye tu tabla de observaciones y resultados. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. Investiga en libros o en internet cómo se representan con símbolos las reacciones químicas que llevaste a cabo.
2. Busca una descripción de la apariencia de los metales plomo (Pb) y cobre (Cu). ¿Coinciden con tus observaciones al finalizar el experimento?
3. Compara las características físicas de los materiales iniciales (PbO, CuO, C) con el resultado final en los tubos después de calentar, ¿son iguales o diferentes en forma, color, u otra característica? Incluye las fuentes de información que consultes.

Además de las propiedades relacionadas con resistir la deformación, los metales tienen otra propiedad: conducen bien el calor y la electricidad.





Explica,  
reflexiona  
y comunica

- Mira a tu alrededor, y busca en los materiales que se utilizan para conducir la electricidad en objetos cotidianos, como cables, aparatos eléctricos, equipos electrónicos y baterías.
- Pregunta a tus padres y familiares qué materiales conocen que puedan conducir la electricidad.

- Corroborar la información que ya tienes en fuentes bibliográficas o en internet, y escribe una lista con el nombre del material y cómo se aplica con la conducción eléctrica.
- Compara los resultados de la investigación con tus compañeros de grupo y respondan: ¿todos los materiales que tienen en su lista pueden clasificarse como metales?, ¿alguno de los materiales se considera una mezcla o aleación?, ¿cuáles pueden clasificarse como elementos?, ¿encontraron algún material que tenga diferentes aplicaciones?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe. Enriquezcan su lista con las aportaciones de todos y anéxela a su portafolio de evidencias.



Fig. 2.23 En los conectores para señales de alta definición se usan cables con terminaciones de chapa de oro, porque son mejores conductores que el cobre.

Los metales conducen bien la electricidad, porque oponen poca resistencia a la corriente eléctrica.

Al aumentar la temperatura de un material sus partículas tienen más movimiento y, por lo tanto, chocan unas con otras; esta energía se transmite aumentando la temperatura en toda una muestra. Los materiales cuyas partículas permiten esta transmisión serán los mejores conductores del calor. La forma en que están acomodados los átomos de los metales y su estructura atómica opone poca resistencia al paso de la corriente eléctrica y, por lo tanto, conducen bien la electricidad, lo que también permite que transmitan el calor.

Entre los mejores conductores que existen está el cobre (Cu), el oro (Au) y la plata (Ag), pero sin duda el costo de los dos últimos limita sus aplicaciones tecnológicas, así que en la actualidad el cobre es uno de los metales más utilizados en muchas aplicaciones eléctricas, porque incluso la conductividad eléctrica del cobre puro es la que se usa como referencia estándar para esta magnitud. Al cobre se le da un valor de 100% de conductividad, aunque al existir materiales que conducen mejor, hay valores superiores al 100%, como es el caso del oro (Au) y de la plata (Ag) (figura 2.23).

#### Aprendizaje esperado:

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

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

Es claro que los metales han formado una parte importante de nuestro desarrollo tecnológico e incluso social, porque desde la Antigüedad están presentes en nuestras vidas en incontables formas, pero también se han usado de manera indiscriminada. Los seres humanos nos dimos cuenta que así como encontrábamos mucha utilidad en ellos, podíamos generar perjuicios.

Desafortunadamente los efectos adversos que tienen algunos metales en los seres vivos se fueron descubriendo y entendiendo poco a poco, justamente a raíz de

que se enfrentaban los problemas que causan; por ejemplo, en la década de 1950, en un pequeño poblado de pescadores, al suroeste de Japón, llamado Minamata, se presentó el que podría considerarse el primer caso de envenenamiento masivo con mercurio (Hg).

En ese pueblo se estableció una planta de la Corporación Chisso, que usaba mercurio en el proceso de producción de **acetaldehído**, esta planta vertía sus aguas de desecho directamente al mar, sin ningún tipo de tratamiento. Con el tiempo, los habitantes del pueblo, incluso las mascotas, comenzaron a presentar síntomas de envenenamiento con mercurio: dificultad para caminar y hablar, convulsiones, parálisis parcial e incluso algunos murieron. Dado que para la época se habían estudiado poco los efectos del mercurio en los seres vivos, los médicos tardaron en identificar la causa.

El mercurio, sin importar su fuente, al entrar a un organismo se deposita en los tejidos, sobre todo en la grasa de los animales y las personas. Ahora sabemos que es un contaminante ambiental peligroso, porque si se descargan desechos de mercurio al agua, contamina a los peces y si los seres humanos nos alimentamos con ellos, de esta manera comenzará un proceso de **bioacumulación** del mercurio en nuestros tejidos, hasta que al alcanzar una concentración suficientemente alta, mostraremos síntomas de intoxicación (figura 2.24).



Explica,  
reflexiona  
y comunica

Revisa a tu alrededor, ¿en cuáles objetos u aplicaciones de uso cotidiano se usa mercurio? Consulta con tus padres y familiares. También busca en fuentes bibliográficas o electrónicas algún uso o alguna aplicación actual de mercurio. Con esa información, y lo que ahora sabes sobre el envenenamiento con mercurio, contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tan inocuos consideras los usos del mercurio?, ¿piensas que existen posibilidades de intoxicación por esas aplicaciones?
- ¿Existen alternativas para sustituir al mercurio en esas aplicaciones?, si es así ¿por qué razones consideras que se siga usando?

Comparte tus ideas con tus compañeros de grupo y escriban una conclusión.

## Los metales y la salud

Hemos reflexionado sobre el todavía común uso del mercurio (Hg) y las implicaciones que puede tener en nuestra salud; sin embargo este metal no es el único que causa problemas en el ambiente o nuestra salud. Se llaman **metales pesados** a los elementos que tienen ciertas características físicas que contaminan el ambiente o causan daños a la salud. Aunque el término es ambiguo en el sentido de propiedades químicas, se usa mucho en el ámbito de la **toxicología**.

En este momento ya tienes un panorama general de los diferentes metales y los múltiples usos que les damos en aplicaciones cotidianas; ahora necesitamos revisar cuáles de esos metales pueden tener efectos nocivos y en qué circunstancias, para que podamos tomar decisiones y modificar nuestros hábitos de consumo, así como proteger el ambiente de nuestra comunidad y la salud de cada uno.

Una forma de clasificar los metales tóxicos es considerando si causan daños en el ambiente o la salud, aunque algunos son peligrosos para ambos; por ejemplo:



## Glosario

**acetaldehído.** Compuesto orgánico que se utiliza como materia prima en la producción de plásticos, pinturas, lacas, entre otros.

**bioacumulación.** Proceso de acumulación de sustancias tóxicas en un organismo vivo, de manera que con el tiempo alcanzan concentraciones más altas que en el ambiente o los alimentos.



## Curiosidades

El personaje del sombrerero loco, del libro de Lewis Carroll, *Las Aventuras de Alicia en el País de las Maravillas*, está inspirado en el hecho de que en Inglaterra, en el siglo XIX, se usaba mercurio en el proceso de fabricación de sombreros, y muchos de los que se dedicaban a hacerlos, terminaban intoxicados, mostrando síntomas que los hacían parecer locos.



Fig. 2.24 Los organismos acuáticos son de las poblaciones más afectadas por la contaminación por metales tóxicos.



## Glosario

**metales pesados.** Término usado de forma general para elementos metálicos con densidad mayor a 5 g/cm<sup>3</sup> y que resultan tóxicos.

**toxicología.** Ciencia que estudia, identifica y describe los efectos de sustancias nocivas en los organismos.



## TIC

Para saber más sobre otros metales dañinos para el ambiente y la salud, consulten la página electrónica del Instituto Nacional de Ecología: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/estudios/383/mpesados.html> (Consulta: 3 de noviembre de 2016).

mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb) y cromo (Cr), ya que al contaminar el agua o el suelo afectan a diferentes especies de plantas y animales, además de que resultan tóxicos para los seres humanos.

La mayoría de los desechos de metales tóxicos, a la larga terminan contaminando los cuerpos de agua, como ríos, lagos e incluso mares, así que gran parte de la toxicología ambiental se dedica a estudiar el efecto de estos elementos en organismos acuáticos. A veces sucede que la cantidad del metal tóxico presente en el agua no es suficiente para causar la muerte de los peces; sin embargo, presentarán problemas de salud, como: cambios en la estructura de sus tejidos, bajo crecimiento y desarrollo, torpeza para nadar, trastornos del comportamiento y de la reproducción.

Problemas similares causan a los seres humanos, por lo que presentamos una tabla con un listado de algunos otros metales con usos más o menos extendidos que, como el mercurio y bajo ciertas condiciones, pueden ocasionar trastornos de salud.

Elemento, símbolo	Usos comunes	Efectos adversos en la salud
Aluminio (Al)	Papel aluminio Ollas, latas para alimentos y bebidas Espejos domésticos e industriales	Alergias e irritación en la piel, daños al sistema nervioso
Cadmio (Cd)	Pilas Soldaduras Pantallas de televisores (cinescopio)	Debilitamiento óseo, daño al sistema inmune y daño pulmonar
Cinc (Zn)	Aleaciones como alpaca (Cu-Ni-Zn) Pigmentos para pintura blanca Desodorantes (cloruro de cinc, ZnCl <sub>2</sub> ) Pilas	Daño a los riñones, función intestinal alterada, depresión
Cobalto (Co)	Imanes y cintas magnéticas Terminales de baterías o pilas	Fallas del corazón
Cobre (Cu)	Aleaciones: latón (Cu-Zn), bronce (Cu-Sn) Fabricación de cables, monedas y otros utensilios	Anemia, fiebre, náuseas
Cromo (Cr)	Aleaciones, como acero inoxidable Cromado de piezas metálicas	Daños en riñones
Hierro (Fe)	Componente principal del acero Fabricación de piezas de herrería (ventanas, barandales, escaleras, etc.)	Daños al hígado y a corazón
Manganeso (Mn)	Aceros, otras aleaciones Pilas	Daños al sistema nervioso central
Plomo (Pb)	Baterías de automóviles Pigmentos para pintura blanca Cubiertas para cables de teléfono y electricidad	Anemia, daños al sistema nervioso central



Explica,  
reflexiona  
y comunica

## Los metales y la salud

De forma individual investiga sobre los metales que son indispensables para que tu organismo funcione adecuadamente. También busca la cantidad diaria que necesitas ingerir de esos elementos, las fuentes de donde los obtenemos y qué problemas de salud generan si haces un bajo consumo de ese elemento. Organiza la información en una tabla como la siguiente:

Elemento, símbolo	Cantidad diaria necesaria	Fuentes de obtención	Problemas que causa su deficiencia

Revisa los datos que tienes y responde:

- ¿Algunos de los metales indispensables para vivir corresponden a los metales pesados o tóxicos que hemos estudiado? Si es así, añade una columna al final de la tabla, donde escribas en la fila correspondiente los problemas de salud que causa el envenenamiento con ese elemento.
- ¿En qué radica la diferencia de que un mismo elemento tenga propiedades benéficas o tóxicas?

Comparte tus datos y reflexiones con el equipo. Escriban sus conclusiones comunes y entréguenlas a su profesor o profesora para que las evalúe. Guarden su trabajo en el portafolio de evidencias.

## Las cuatro erres: rechazar, reducir, reusar, reciclar

Cuando conocemos la toxicidad de materiales que usamos cotidianamente, podríamos pensar que debemos deshacernos de todos de una vez. Aunque revisando bien, esa solución plantearía más cuestiones, para empezar: ¿qué hacer con todos ellos?, ¿dónde ponerlos para evitar daños al ambiente o a la salud? y luego, ¿cómo sustituirlos? En algunos casos tenemos opciones que parecen viables para sustituir: los termómetros de mercurio pueden cambiarse por termómetros digitales que no contienen ese metal; sin embargo, éstos necesitan pilas para funcionar, las cuales incluyen algún otro metal, como el cinc, que puede dañar.

Al buscar eliminar todo metal no sólo surgen dilemas como éste, porque si pensamos en todos los diferentes usos que tienen los metales y vamos eliminando uno a uno, terminaríamos sin muchas cosas, por ejemplo, sin luz eléctrica, teléfono o internet, por tratar de deshacernos del cobre con que están hechos sus componentes o del plomo con que algunos de éstos se recubren.

Tampoco es una solución dejar todo como está, porque en la sociedad en que vivimos cada uno de nosotros tiene el poder de tomar decisiones responsables sobre las cosas que consumimos y utilizamos, y la mejor forma de hacerlo es tener conocimiento de las características de los objetos que usamos todos los días, sean convenientes o no.

Una opción para tomar decisiones es seguir la estrategia de las 4R (figura 2.25) (Rechazar, Reducir, Reutilizar y Reciclar):

- **Rechazar:** se refiere a la acción de evitar la compra o el uso de productos altamente tóxicos o dañinos para el ambiente que no sean **biodegradables**, **oxodegradables** o no puedan reusarse.

Si tomamos en cuenta esto, en el caso de los metales, es mejor que rechacemos, por ejemplo, el uso de termómetros de mercurio, ya que si se rompen podemos entrar en contacto directo con éste, que al ser líquido a temperatura ambiente, hace posible que tengamos más posibilidades de tocarlo y lo absorba la piel, o incluso respirar pequeñas gotas que pueden quedar suspendidas en el aire. Es mejor sustituirlo con un termómetro digital sin mercurio, que aunque



Fig. 2.25 Como consumidores, las 4R nos ofrecen opciones sobre el uso consciente de recursos limitados o materiales que pueden resultar dañinos.



## Glosario

**biodegradable.** Material que puede ser descompuesto en otros más simples por la acción de microorganismos, permitiendo que se reintegre al ambiente sin causar daños a éste o a la salud.

**oxodegradable.** Material que después de pasar un tiempo al contacto del oxígeno del aire, se descompone en otros más simples que pueden reintegrarse al ambiente.



Fig. 2.26 El papel puede reusarse: si aprovecho para escribir en él al máximo; o reciclarse: si lo proceso para obtener nuevas hojas de papel.



Fig. 2.27 El triángulo con flechas es el símbolo internacional del reciclaje, si un objeto lo tiene, indica que puede reciclarse. Al símbolo se le añaden códigos, en ese caso el número 41 y las letras ALU indican que se trata de aluminio.

contiene pilas con otros metales, no representan una amenaza inmediata para nuestra salud.

- **Reducir:** se refiere a la acción de consumir menos cantidades de productos: sólo comprar lo necesario, buscar productos procesados que tengan pocos elementos de empaque o que indiquen que son biodegradables o reciclables. También implica reducir al mínimo el consumo de productos con materiales que causen daños al ambiente y a la salud.

En el caso de las pilas o baterías, que ya mencionamos, es cierto que son un bien casi indispensable para mantener funcionando diferentes equipos y aparatos que usamos diariamente, pero tenemos opciones para elegirlos de mejor manera, por ejemplo, podemos intentar reducir el uso de equipos que las necesiten. Pero, aunque hagamos eso, seguiremos necesitando pilas; si éste es el caso, al comprarlas busquemos en su empaque de qué materiales están hechas y compremos las que tengan una menor o nula cantidad de elementos tóxicos. También tenemos la opción de comprar baterías recargables, la mayoría hechas de metales como el litio (Li), cuya toxicidad es menor que las de cinc (Zn), cadmio (Cd) y mercurio (Hg), que se usan en baterías convencionales; además, como es posible usarlas durante mucho tiempo, lograremos una gran reducción en el consumo de estos objetos. Asimismo, evitaremos un alto consumo de alimentos o bebidas enlatados con el fin de reducir la producción de desechos de metales.

- **Reusar:** se refiere a la acción de prolongar la vida útil de los bienes de consumo; es decir, evitar desechar alguna cosa cuando todavía es útil. Un ejemplo más común es el reúso de hojas de papel: si tenemos hojas en las que escribimos o imprimimos por una sola cara, podemos tomarlas y reusarlas, escribiendo o imprimiendo en la otra cara del papel. Se debe tener en cuenta que para clasificar una acción como reúso, ésta no debe implicar un gasto mayor en el proceso, ya que los materiales se usarán tal y como están, aunque quizá haciendo ligeras modificaciones. Quizá el resultado final será a los objetos que se les dé exactamente el mismo uso para el que se diseñaron o un uso modificado (figura 2.26).

Consideremos todas las latas de aluminio que desecharnos diariamente; si evitamos desecharlas, podemos reusarlas: lavándolas y quitando las tapas pueden servir como contenedores para lápices u otros objetos pequeños; cerrándolas y llenándolas de semillas pueden convertirse en instrumentos musicales (figura 2.27).

- **Reciclar:** es la acción de tomar los materiales que constituyen ciertos objetos y mediante un proceso que implica un gasto energético significativo y uno económico, y prepararlos para usarlos nuevamente para los mismos fines. Por ejemplo, ya hablamos del reúso de papel, pero también existe el reciclaje del papel, sólo que éste implica algo más que darle la vuelta a la hoja: al papel que ya se usó, por uno o ambos lados, periódico, y revistas, se le da un tratamiento para obtener nuevamente la pulpa, procesarla y generar nuevas hojas de papel.

Se reciclan metales como el aluminio, es decir, las latas usadas se procesan para obtener nuevamente el mismo material con el que se pueden fabricar otros objetos. En general, este proceso de reciclaje se lleva a cabo en una planta especializada y

aunque su funcionamiento no depende directamente de nosotros, podemos colaborar separando los desechos, si hacemos esto facilitamos su identificación cuando los entregamos al camión recolector o si decidimos llevarlo nosotros mismos a un centro de reciclaje.

Es necesario tener en cuenta que aun si seguimos la estrategia de las 4R vamos a producir desechos; por ejemplo, en algún momento las baterías recargables dejarán de funcionar, lo mismo sucede con los equipos en que las usamos, como los teléfonos celulares y las computadoras portátiles, que contienen diversos metales.

En estos casos es importante saber cómo desechar esos materiales; lo primero que se debe hacer es evitar mezclarlos con otro tipo de desechos: comida, empaques usados, etcétera, por lo que se sugiere que las baterías usadas sean guardadas en contenedores de plástico con tapa; para ello puedes reusar una botella de plástico de boca ancha y colocarlas dentro. No olvides poner una etiqueta a la botella que diga algo como: "Baterías usadas/No tirar a la basura". Conserva este contenedor de baterías e informa a tu familia tus razones por las que estás separando esos materiales usados. En algunas comunidades existen centros de acopio para baterías y desechos electrónicos o hay campañas de recolección, no las tires, busca la mejor opción para deshacerte de ellas (figura 2.28).



Fig. 2.28 No deseches las baterías, guárdalas en contenedores de plástico.



#### ¿Qué pasa en mi escuela?

Reúnanse en equipo, y hagan una lista de los desechos sólidos que producen en casa y en la escuela. A partir de esa lista elaboren un plan para aplicar la estrategia de las 4R.

- Busquen en su lista cuáles materiales podrían rechazar, cuáles reducir su consumo, cuáles reusar y cuáles reciclar. Escriban una tabla en que los agruparán.
- Propongan alternativas para las cosas en que se deba rechazar o reducir su consumo, y formas creativas de reusar los materiales.
- Investiguen si en su comunidad existen centros de acopio para el reciclaje de materiales (no sólo metales, también vidrio y papel), así como de recolección de materiales tóxicos, como las baterías.
- Por último, diseñen dos campañas para promover la aplicación de las 4R y evitar la producción de una gran cantidad de residuos que, además, pueden ser tóxicos. Una campaña estará dirigida a sus familias; escriban una lista de los temas que deben discutir con sus padres y parientes. Diseñen otra campaña para su escuela, en ésta pueden emplear apoyos visuales, como carteles (reusen hojas o cartulinas), y piensen en otras actividades que sean útiles para informar a los demás.
- Antes de aplicar las campañas compártanlas en una discusión de grupo. Escriban sus conclusiones comunes y guarden su trabajo en el portafolio de evidencias.





Los metales son materiales que los seres humanos hemos conocido por siglos, su descubrimiento, su uso y los desarrollos tecnológicos ligados a ellos, han marcado el avance en etapas históricas. Hoy en día seguimos utilizando metales con diferentes fines, porque el hecho de que sean materiales dúctiles y maleables, los hace versátiles para aprovecharse en diversas aplicaciones; sumado a esto, su característica de conducir bien la corriente eléctrica los ha mantenido vigentes.

Los metales y otros materiales que usamos todos los días en realidad son muy útiles, aunque si no los usamos responsablemente podemos ocasionarle problemas al ambiente o a nuestra salud. Para evitar esos problemas debemos ser reflexivos y críticos, ya que es importante que conozcamos las ventajas y desventajas de las cosas que usamos para tomar decisiones adecuadas en su uso y aplicar estrategias creativas que reduzcan el impacto de nuestras acciones, y mantener el equilibrio ambiental en nuestra comunidad.

## Segunda revolución de la química



### Actividad integradora. Memorama de los metales, sus usos y efectos en los organismos

Elabora un memorama con tarjetas blancas, pero a diferencia del memorama tradicional, en cada par de tarjetas correspondientes escribe información que las relacione claramente y juega con él en compañía de tu equipo.

A continuación te presentamos algunos ejemplos:



Una vez que terminen de jugar, comenten en el equipo para qué les sirvió esta actividad. Conserva tu memorama en el portafolio de evidencias.

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

Como estudiamos anteriormente, las aportaciones de Antoine Lavoisier cambiaron la forma en que los científicos se aproximaban a estudiar las sustancias y sus transformaciones. Lo que este científico hizo fue sistematizar los experimentos, siendo una de sus contribuciones más significativas el usar las balanzas para medir la masa de las sustancias.

Aunque las bases que estableció Lavoisier fueron fundamentales para que la química se considerara una ciencia, todavía tuvieron que pasar varios años y sumarse las contribuciones de otros científicos para lograr que ésta se consolidara.

En los avances de los primeros científicos que se dedicaron a la química, hay que tener en cuenta que no conocían la estructura del átomo: los aparatos y métodos con que contaban sólo les permitían ver cómo actúan los conjuntos de átomos. La noción de átomo como partícula fundamental surgió al poco tiempo de la revolución de Lavoisier; sin embargo, transcurrieron años para que se conociera más sobre cómo estaban formados esos átomos y cómo los protones, neutrones y electrones eran los responsables de la identidad, la masa y las interacciones entre ellos.

**Aprendizaje esperado:**

- 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.



Busca información en libros o en internet sobre los científicos que hicieron contribuciones a la química después de la revolución lograda por los trabajos de Lavoisier.

- ¿Qué ideas aportó el inglés John Dalton sobre los átomos?

- ¿Cuáles fueron las principales aportaciones que hizo el sueco Jöns Jakob Berzelius sobre los pesos atómicos?, ¿qué otras contribuciones tuvo?
- ¿Qué hipótesis propuso el italiano Amedeo Avogadro sobre la cantidad?

## Para profundizar

Durante la época en que se llevó a cabo la primera revolución de la química, no sólo se sentaron las bases sobre la importancia del trabajo sistemático de los químicos, también se descubrieron elementos nuevos: algunos gaseosos, como oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), cloro (Cl); algunos sólidos, como los metales cobalto (Co), níquel (Ni), platino (Pt), manganeso (Mg), tungsteno (W), molibdeno (Mo), titanio (Ti), uranio (U) y cromo (Cr).

Lavoisier contribuyó, además, organizando las sustancias conocidas, por lo que en 1789 publicó una lista con lo que llamó sustancias simples, que corresponden a nuestra idea de elemento; en total incluyó 33 sustancias simples. Si ahora revisamos esa lista notaremos que Lavoisier incluyó a la luz y al calorico—sustancia fluida, propuesta en la época, para explicar los cambios de temperatura en los materiales—, que con nuestros criterios modernos no corresponden a sustancias sino a formas de energía. Asimismo, incluye sustancias como cal y sílice, que en realidad son compuestos: óxido de calcio (CaO) y de silicio (SiO<sub>2</sub>), respectivamente (figura 2.29).

Como ya estudiamos en el bloque anterior, el trabajo de Lavoisier tenía limitaciones; sin embargo, no deja de ser valioso y nos muestra el interés de los químicos de la época por clasificar y conocer más sobre los materiales. En ese tiempo también había una duda fundamental: ¿cuántos elementos existían?, lo que llevaba a preguntarse: ¿cuántos más se podrían descubrir?, ¿sería un número infinito?, ¿serían 100, 200, 500?

Los elementos se siguieron descubriendo y en 1830 ya se conocían 56; y 30 años después se habían descubierto un total de 62. En esa época se plantearon las primeras propuestas de organización periódica de los elementos conocidos, basándose sobre todo en sus propiedades físicas, como punto de fusión y densidad, pero hubo propuestas basadas en organizarlos de acuerdo con su **peso atómico**—que ahora llamamos masa atómica relativa.

Aunque hasta ese momento, los pesos atómicos les resultaban útiles a muchos químicos para hacer cálculos de reacciones, otros no los veían como una propiedad importante para organizar a los elementos. Incluso en los cálculos químicos había confusiones sobre los pesos atómicos, y algunos no distinguían éstos de los **pesos moleculares** ni tampoco de los **pesos equivalentes**. Esta confusión no sólo impidió darle una organización adecuada a los elementos, sino que afectó el avance de la química, porque provocaba desacuerdos en la escritura de fórmulas y en la **nomenclatura** de los compuestos; por ejemplo, había químicos que consideraban que la fórmula del agua era HO.

Ante este panorama de desorganización, el alemán August Kekulé propuso la organización de una reunión de químicos en la que discutieran esas diferencias y se pusieran de acuerdo. Así en septiembre de 1860 se llevó a cabo el Primer Congreso Internacional de Química, en la ciudad de Karlsruhe, Alemania, al que asistieron 140 químicos de diferentes países de Europa, y dos de los más destacados fueron el italiano Stanislao Cannizzaro y el ruso Dmitri Mendeleiev, cuyas propuestas que comunicaron a sus colegas en ese congreso iniciaron lo que se considera la segunda revolución de la química.

Fig. 2.29 Tabla de sustancias simples hecha por Lavoisier en 1789.



## Glosario

**peso atómico.** Suma de las masas promedio de los átomos de un elemento. También se le llama masa atómica relativa.

**peso molecular.** Suma de los pesos atómicos de los elementos de un compuesto.

**peso equivalente.** Cantidad de sustancia de un elemento dado, que es capaz de desplazar, al reaccionar, otra cierta cantidad de un elemento usado como referencia.

**nomenclatura.** Conjunto de reglas que se utiliza para nombrar a los elementos y compuestos.

## Explica, reflexiona y comunica

1. Investiga sobre las propuestas de organización de los elementos, antes de que existiera la tabla periódica de Mendeleiev. Busca información en fuentes electrónicas y bibliográficas.

- Organiza la información obtenida, tomando en cuenta en qué año se hizo cada propuesta; quién o quiénes la hicieron; en qué país vivían o trabajaban, así como la propuesta de organización de los elementos.
- Usa tu información para construir una línea del tiempo, en la que ubiques las propuestas de organización periódica en el tiempo, indicando las personas que las plantearon y el lugar del que surgieron. Si lo consideras necesario, usa una cartulina o un pliego de papel grande, añade ilustraciones o recortes, y describe o dibuja la propuesta de tabla periódica.

Después, presenta tu trabajo al grupo. Pide a tu profesor que la evalúe. Conserva tu línea del tiempo y agrégala al portafolio de evidencias.

## Las contribuciones de Stanislao Cannizzaro

En el Congreso de Química en Karlsruhe, el químico italiano Stanislao Cannizzaro presentó sus ideas sobre las diferencias entre peso atómico, peso molecular y peso equivalente, así como la manera de determinar los pesos atómicos a partir de las fórmulas correctas de los compuestos.

Ese fue el principio para que la desorganización que existía hasta entonces en la química comenzara a desaparecer. La forma en que Cannizzaro expuso sus ideas fue brillante e hizo que, prácticamente, todos los asistentes al congreso se convencieran de ellas. Algunos asistentes, como el alemán Julius Lothar Meyer quedaron muy impresionados a tal grado que éste retomó las ideas de Cannizzaro y las difundió con sus alumnos y en libros de texto que escribió. La propuesta de Cannizzaro partió de las ideas de un colega suyo, Amedeo Avogadro, que en ese entonces ya había muerto (figura 2.30).

Avogadro trabajó estudiando la química de los gases, y a partir de sus observaciones y resultados planteó la hipótesis de que volúmenes iguales de gases a la misma temperatura y presión contenían igual número de moléculas. También propuso que los gases simples, como el oxígeno y el hidrógeno no estaban formados de átomos aislados sino por dos o más átomos unidos, en forma de moléculas. Cannizzaro retomó estas ideas para resolver la confusión que existía sobre pesos atómicos, las fórmulas y la nomenclatura.

Avogadro planteó —en lo que llamó hipótesis y luego al comprobarse se volvió ley— considerar a los átomos y las moléculas como componentes fundamentales de los materiales, tal como lo había propuesto Dalton en su teoría atómica; sin embargo, cuando éste hizo su propuesta sólo algunos científicos, como Avogadro, consideraron los átomos como algo real, además de que la noción de enlace químico no era completa y no se entendía cómo dos átomos iguales podían unirse, así que pocos la tomaron en cuenta. Cuando Cannizzaro la retomó y expuso en el congreso de Karlsruhe, se comprendió su validez.

Amedeo Avogadro tomó en cuenta que los materiales, incluidos los gases, estaban formados por moléculas, pero sobre todo que el volumen de un gas,

### Aprendizaje esperado:

- Identifica el análisis y la sistematización de resultados como características del trabajo científico de Cannizzaro, al establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica.



Fig. 2.30 El químico italiano Stanislao Cannizzaro.



## Curiosidades

Además de ser un científico muy comprometido, Stanislao Cannizzaro fue un patriota que luchó por la unificación de Italia. Peleó al lado del general Giuseppe Garibaldi, para liberar Nápoles.

Después del triunfo de la unificación italiana, se dedicó a la química, pero fue también senador.



**Aprendizaje esperado:**

- Argumenta la importancia y los mecanismos de comunicar las ideas y los productos de la ciencia como una forma de transmitir el conocimiento.

**TIC**

Consulta la página de la Academia Mexicana de Ciencias, que contiene noticias e información relacionada con los diferentes avances en la investigación que hacen comunidades científicas mexicanas: <http://www.amc.unam.mx/> (Consulta: 3 de noviembre de 2016).

**La importancia de la comunicación de la ciencia**

Para que se den avances en la química, y la ciencia en general, como los que se han discutido en esta sección, es importante que los científicos se comuniquen entre sí. Meyer y Mendeleiev tenían ideas muy semejantes sobre cómo organizar los elementos, pero debido a su lejanía y a la falta de medios de comunicación más inmediatos, ninguno conoció de manera suficiente el trabajo del otro hasta que los dos ya habían publicado sus trabajos de forma independiente. Es cierto que a Mendeleiev se le da mayor crédito en la construcción de la tabla periódica, debido a su uso de la valencia para organizar, pero sin duda las contribuciones de Meyer también fueron relevantes.

Por otro lado, aunque la propuesta de Avogadro fue conocida en su momento, los científicos de su tiempo no la aceptaron, por las razones que ya se discutieron, pero la iniciativa de Kekulé para organizar un congreso, fue fundamental para que se lograra un acuerdo entre los químicos de la época, y contribuyó a que ideas valiosas, como la de Cannizzaro sobre los pesos moleculares o la organización periódica de Mendeleiev, fueran conocidas, entendidas y aceptadas por una mayor cantidad de científicos.

Antes de que se volvieran comunes los congresos de ciencias, existían otras formas de comunicación entre los científicos que, además siguen siendo vigentes. Desde el siglo XVIII, las sociedades científicas se habían consolidado para el intercambio de ideas entre los científicos de la época; por ejemplo, Lavoisier era miembro de la *Académie Royale des Sciences* de Francia, que después se convirtió en la *Académie des Sciences*. En Inglaterra, la *Royal Society* fue una de las sociedades científicas pioneras y aún existe. En México se creó, desde 1959 la Academia Mexicana de Ciencias, cuya finalidad es servir como vínculo a los científicos mexicanos de diversas áreas. Y también existen otras asociaciones de ramas específicas de conocimiento, como la Sociedad Química de México, con más de medio siglo de antigüedad.

**Congreso de química**

Organicen un congreso de química con lo que han aprendido hasta ahora. En equipos elijan el tema que presentarán y asignen tareas que realizará cada equipo.

1. Un equipo deberá encargarse del registro de los temas para que no se repita ninguno. Harán una lista con estos y se la entregarán al siguiente equipo, quien programará el orden de presentación de los temas tomando en cuenta la organización que presenta el libro de texto.
2. Otro equipo se encargará de hacer la difusión del programa del congreso. Un equipo más organizará el aula sede para llevar a cabo el congreso. El último equipo será responsable de tomar el tiempo de las presentaciones e indicar el límite para cada presentación.
3. Al finalizar el congreso, escriban las conclusiones sobre las ideas que se presentaron y también un breve comentario sobre la experiencia de participar y organizar un congreso. Guarden sus conclusiones en su portafolio de evidencias.

**Para concluir**

Para que la química avanzara como ciencia, fue necesario que se sistematizaran sus métodos, tal como hizo Lavoisier, en lo que fuera una primera revolución de la química. Una vez hecho esto, se requirió llegar a los acuerdos sobre ideas fundamentales, como los átomos, las moléculas y los pesos atómicos; en este aspecto, la comunicación entre científicos, en sociedades o en congresos, fue importante. Así, más científicos pudieron conocer y reflexionar acerca de las ideas de Cannizzaro sobre los pesos moleculares y atómicos, además de la organización periódica de los elementos que propuso Mendeleiev.

**Para integrar****Mapa conceptual**

Haz un mapa conceptual en que "Organización periódica" sea el concepto central. Puedes usar como guía los términos que se incluyen a continuación, pero recuerda usar flechas para relacionarlos unos con otros, y añadir palabras que aporten más datos acerca de cómo se relacionan entre ellos.

Densidad

Organización periódica

Peso

Átomo

Molécula

Volumen

Peso atómico

Valencia

Elemento

Compuesto

# Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos

**Aprendizaje esperado:**

- Identifica la información de la tabla periódica, y analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.

## 2.5.1 Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos

El hecho de que los científicos se comunicaran y se pusieran de acuerdo fue muy importante para que la química siguiera avanzando. En ese sentido, uno de los hitos más importantes fue la organización de los elementos, en lo que llamamos tabla periódica.

Como estudiamos en la sección anterior, aunque hubo varios intentos por encontrar un orden adecuado para los elementos, el resultado más exitoso fue el que tuvo Dmitri Mendeleiev, porque tomó en cuenta tanto los pesos atómicos de los elementos como la capacidad de combinación de los átomos; es decir, la valencia, además de que consideró que había elementos que no se habían descubierto a los cuales les dejó los espacios en su tabla, que se fueron completando al irse descubriendo y tenían las propiedades físicas predichas por la tabla periódica de Mendeleiev, con lo que se confirmó que dicha organización se ajustaba a un orden existente en los materiales.



La tabla periódica o sistema periódico de los elementos se llama así porque las sustancias puras, llamadas elementos, están organizadas de acuerdo con propiedades periódicas, lo que indica que se repiten en ciertos intervalos.

La periodicidad no es una característica exclusiva de los elementos o de la química, sino que podemos encontrar muchos ejemplos de ella a nuestro alrededor. Reflexiona sobre esto y responde:

- ¿Cómo definirías, en un sentido amplio –no sólo químico– y con tus propias palabras, el término periodicidad (o periódico)?
- Piensa en tu vida cotidiana, en fenómenos naturales o creados por las personas, a los que se les pueda aplicar el carácter de periódico. Escribe una lista con al menos tres ejemplos, donde indiques la razón por la que les das el calificativo de periódico.

Discute estos ejemplos con tus compañeros en sesión de grupo y conserva el trabajo en tu portafolio de evidencias.

A diferencia de la tabla periódica diseñada por Mendeleiev, nuestras tablas actuales tienen un parámetro adicional, sobre el que ya se discutió en secciones anteriores: el número atómico, que sirve de índice para organizar y se pone junto al símbolo del elemento.

El número atómico y el peso atómico son datos útiles que pueden relacionarse con la estructura de los átomos de un elemento, porque permiten conocer el número de cargas positivas del núcleo; es decir, los protones que, como se revisó con anterioridad, a partir de él es posible conocer el número de electrones, y junto con la masa atómica podemos conocer el número de neutrones. En 1913 Henry Moseley, un físico inglés, haciendo experimentos con muestras de diferentes elementos, encontró que se obtenía siempre un valor numérico entero cuando se relacionaba la frecuencia de **rayos X** que emitía dicho elemento, con la cantidad de protones y que se sabía contenían los núcleos de los átomos de ese elemento. Moseley llamó número atómico a esta relación y también observó la tendencia que tenía de crecer, al aumentar el peso atómico.

Como los protones son las partículas que otorgan la identidad al átomo, también son las responsables de su ubicación en la tabla periódica; además, al ser números enteros, conociendo ese valor es más sencillo distinguir si entre dos elementos hace falta uno o si esa secuencia ya está completa, evitando esa controversia, que aún existía en la época de Mendeleiev, cuando se ordenaban por pesos atómicos, los cuales, como hemos visto, no tienen valores enteros.

### La estructura de la tabla periódica

Desde que Moseley estableció su relación con los protones del núcleo, el número atómico se utiliza para organizar a los elementos en la tabla periódica y se indica junto al símbolo del elemento, además de la masa atómica.

Como ya vimos, en la tabla periódica los elementos están ordenados en columnas y filas numeradas. Las filas se llaman periodos y las columnas grupos o familias.

Los periodos se enumeran del 1 al 7, lo que corresponde a los niveles de energía en que están acomodados los electrones de un átomo, como dijimos cuando revisamos el modelo de Bohr y el de capas; así, los elementos del periodo 7 tienen más capas electrónicas que los del periodo 1. En los grupos o las familias, los elementos tienen propiedades químicas similares e

igual valencia, como observó Mendeleiev. En la mayoría de las tablas periódicas actuales encontraremos a los grupos numerados 1 al 18, aunque todavía es posible encontrar ejemplos en que los grupos tengan números romanos, seguidos de las letras A o B (figura 2.34).



### Glosario

**rayos X.** Radiación electromagnética invisible y de alta energía, que puede atravesar materiales opacos y que deja marcas en películas fotográficas. Fueron descubiertos por Wilhelm Roetgen en 1895.



### Curiosidades

Henry Moseley era un joven investigador cuando comenzó la Primera Guerra Mundial en 1914, y decidió alistarse en el ejército inglés como ingeniero de comunicaciones. Desgraciadamente murió en combate un año después, cuando sólo tenía 28 años de edad. Muchos científicos de su tiempo, y del nuestro, consideraron que si hubiera tenido una vida más larga habría sumado importantes contribuciones a la ciencia.

**Aprendizaje esperado:**

- Identifica la información de la tabla periódica, y analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.

Fig. 2.34 En la tabla periódica, las columnas en azul se llaman grupos o familias, y las filas, en anaranjado, periodos.

■ Representativos  
■ Transición  
■ Transición interna

Fuente: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/> (consultada: 24 de enero de 2017).

Fig. 2.35 Esquema de la tabla periódica indicando elementos representativos en verde, elementos de transición en naranja y elementos de transición interna en rojo.

Esta forma de numerar los grupos se basaba en diferenciar a los elementos representativos que se encuentran en los grupos 1, 2 y del 13 al 18, con lo que se les diferencia con números romanos del I al VIII, agregando una A al final, mientras que los elementos de transición de los grupos 3 al 12 también se numeraban del I al VIII, pero agregando una B. Esta distinción con letras A y B no era universal para todos los químicos; en algunos países de Europa la B se usaba para los elementos representativos y la A para los de transición por lo que la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, IUPAC (siglas en inglés de *International Union of Pure and Applied Chemistry*) recomendó usar números arábigos en orden ascendente en todos los grupos, sin añadir letras.

En cualquier tabla periódica actual notamos que, además de los grupos de elementos representativos y de transición, existen dos filas de 14 elementos cada una, que en general se colocan debajo de la estructura principal de la tabla (figura 2.35).

La razón de ponerlos responde a que por las propiedades físicas y químicas que comparten es adecuado agruparlos aparte; otra razón más bien práctica: si se colocaran en donde van dentro de la tabla, ésta tendría una longitud mayor, y sería difícil añadirla en textos o imprimirla. Los elementos que se encuentran por separado en casi todos los esquemas de una tabla periódica, se denominan de transición interna.

En equipo, y con materiales reusados o reciclados, escriban en tarjetas los nombres y símbolos de todos los elementos de la tabla periódica. Una vez que tengan una buena cantidad de modelos de partículas métenlas en bolsas separadas y por turnos tomen algunas. Comiencen con los que representen a los protones. Cada alumno tomará unas cuantas (sin ver y sin contarlas primero), una vez que las saquen colóquenlas sobre su cuaderno y entonces cuéntenlas. Anoten cuántos protones tienen y, con ayuda de una tabla periódica, busquen a qué elemento corresponde, organicen sus datos en una tabla como la que se muestra enseguida:



Cada alumno tomará unas cuantas (sin ver y sin contarlas primero), una vez que las saquen colóquenlas sobre su cuaderno y entonces cuéntenlas. Anoten cuántos protones tienen y, con ayuda de una tabla periódica, busquen a qué elemento corresponde, organicen sus datos en una tabla como la que se muestra enseguida:

Protones	Elemento	Peso atómico	Neutrones	Electrones
2	Helio (He)	4		

Completan los datos de las dos últimas columnas recordando que el peso atómico es la suma de protones y neutrones, y que los electrones deben neutralizar las cargas positivas del núcleo.

Repitan el ejercicio al menos cinco veces y, al finalizar, discutan en equipo qué dudas tuvieron y a qué conclusiones llegaron. Guarden los materiales para usarlos en otro ejercicio.

## Propiedades de los elementos representativos

El concepto central de la periodicidad química es que las propiedades de los elementos cambian al aumentar el número atómico y se repiten al iniciar un nuevo periodo. Esta observación la hizo Mendeleiev y sus contemporáneos, al notar que ciertos elementos, aunque tuvieran diferentes pesos atómicos, compartían propiedades similares que permitían agruparlos en familias.

Los cambios y las repeticiones de las propiedades de los elementos siguen una tendencia general, con excepciones en algunos casos, pero el peso atómico no siempre va en aumento, situación que notó Mendeleiev, pues en el caso del telurio (Te) y el yodo (I), de acuerdo con su valencia, primero se debería colocar el telurio, seguido del yodo, porque el peso atómico del primero es mayor que el del segundo, y quedan arreglados a partir de su número atómico. Sin embargo, a pesar de esas excepciones, se puede hablar de regularidades generales en la periodicidad de las propiedades, sobre todo si las revisamos en los elementos representativos de los grupos 1, 2 y 13 al 18, también llamados elementos de los grupos principales que, además, son los más abundantes en nuestro cuerpo, en la Tierra, en el Sistema Solar y el Universo (figura 2.36).

En los elementos representativos podemos ver con relativa facilidad las tendencias de ciertas propiedades físicas, como el punto de fusión, el punto de ebullición y la densidad. Dentro de los grupos o las familias de los elementos representativos, se observa que el punto de fusión (la temperatura a la que un material sólido se vuelve líquido) tiene la tendencia a disminuir conforme bajamos en un grupo o familia.

Por ejemplo, en el boro (B), que encabeza el grupo 13 tiene número atómico 5, el punto de fusión de 2349 K (**kelvin**), mientras que el siguiente miembro de su familia, el aluminio (Al), con número atómico 13, presenta un punto de fusión de 933.47 K, y el siguiente, el galio (Ga), de número atómico 31, tiene un punto de fusión tan cercano a la temperatura ambiente  $-302.91\text{ K}$ , que incluso se puede encontrar en estado líquido de forma natural.

En algunos casos, la disminución no es tan drástica e incluso encontramos excepciones, como en el caso de la familia 15, donde el fósforo (P), con número atómico 15, tiene un punto de ebullición de 317.3 K, el siguiente miembro de su grupo, el arsénico (As), con número atómico 33, un punto de ebullición superior de 1090 K. Pero aún con esas excepciones, se puede hablar de que el punto de fusión sigue una tendencia en los grupos de los elementos representativos. El punto de ebullición, es decir, la temperatura a la que un material líquido pasa al estado gaseoso, sigue la misma tendencia a disminuir al ir hacia abajo en un grupo, pero igual con algunas excepciones. Con esto se puede decir, de forma general, que los elementos que están en la parte superior de la tabla periódica se funden o evaporan a temperaturas mayores que los que se sitúan en la parte inferior.

La densidad es otra propiedad física de la que es posible observar una variación periódica entre los elementos representativos. Recordemos que la densidad es la relación del volumen que ocupa una cierta cantidad de masa de un material (figura 2.37).

En un grupo encontramos que la densidad va aumentando mientras vamos hacia abajo en un mismo grupo. Retomando el ejemplo del grupo 13, el boro (B)



## Glosario

**kelvin.** Unidad de temperatura llamada anteriormente grados Kelvin, de la escala absoluta propuesta por William Thomson. Lord Kelvin, quien estableció como punto inicial un cero absoluto, donde existe una total ausencia de movimiento de las partículas que forman un material, equivale a  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se abrevia simplemente con K. La conversión entre ambas escalas se hace con:  $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$  y  $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$ .

Abundancia de los elementos químicos en la corteza terrestre (incluidos los océanos y la atmósfera)

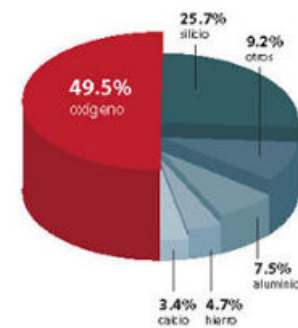


Fig. 2.36 Los elementos más abundantes en la corteza terrestre corresponden a elementos representativos, con excepción del hierro (Fe), que es un elemento de transición.



Fig. 2.37 El litio (Li), con número atómico 3 en el grupo 1, es un elemento representativo que tiene una densidad tan baja que flota en agua, aunque por sus características químicas también reacciona de forma violenta con ella.

tiene una densidad de  $2.46 \text{ g/cm}^3$ , y que para el siguiente miembro de su familia, el aluminio (Al) es de  $2.7 \text{ g/cm}^3$ , y para el galio (Ga) de  $5.904 \text{ g/cm}^3$ . Así, la tendencia general es que los elementos menos densos son los que se localizan en la parte superior de la tabla periódica y los más densos en la parte inferior.

### Tamaño de los átomos

Las propiedades que hemos revisado para los elementos representativos son propiedades físicas que podemos observar **macroscópicamente** (en conjuntos de átomos); sin embargo, como ya se refirió, estas propiedades en mayor o menor medida son reflejo de lo que pasa en el nivel, atómico que no vemos.

Tomando en cuenta los modelos atómicos que hemos estudiado hasta ahora, sobre todo el modelo de capas, el esquema que tenemos de los átomos es que son esferas con superficies más o menos definidas, donde el límite es la capa de valencia, ocupada por los electrones más externos, con lo que se puede definir un volumen atómico.

El tamaño de los átomos se relaciona con varios factores; uno es la cantidad de electrones, de la que también depende cuántos niveles energéticos necesita para acomodar esos electrones, y finalmente de la atracción electrostática que ejerce el núcleo positivo sobre los electrones más externos. Cada átomo neutro tiene el mismo número de protones y electrones, pero aunque las cargas positivas del núcleo neutralizan a todas las negativas, la atracción que se da entre protones y electrones no es igual en todos, porque depende de la distancia, entre otras cosas.

Los electrones de valencia, los más lejanos del núcleo, son menos atraídos no sólo por la distancia, sino porque los electrones de capas intermedias más cercanas al núcleo causan un efecto de protección o apantallamiento entre el núcleo y los electrones de valencia. Comparando los elementos dentro de un grupo, se puede observar la tendencia del **radio atómico** a aumentar al bajar en el grupo; es decir, tienen mayor tamaño atómico los elementos que se encuentran en la parte inferior de la tabla, lo que coincide con que tienen más cantidad de capas y, por lo tanto, los electrones de valencia están más lejos del núcleo y contienen más electrones intermedios que causen apantallamiento. Por ejemplo, en el grupo 13, el boro (B) tiene un radio atómico de  $87 \text{ pm}$  (**picómetros**), que para el siguiente miembro de su grupo, el aluminio (Al) es  $118 \text{ pm}$ , y el último elemento del grupo, el talio, con número atómico 81, su radio atómico es de  $156 \text{ pm}$ .

Para esta propiedad, vemos una tendencia que se da también al cambiar de grupo, avanzando en un periodo. Además el tamaño de los átomos de los elementos representativos disminuye si vamos de izquierda a derecha en un periodo, porque al avanzar en un mismo periodo no se añaden capas en los átomos, pero los núcleos sí tienen más protones, con lo que la carga nuclear efectiva aumenta, favoreciendo que los átomos tengan menor tamaño.

La carga nuclear efectiva se refiere a la carga positiva del núcleo que realmente atrae a los electrones externos y se relaciona con el número atómico –cantidad de protones–, la cantidad de electrones intermedios y capas, así como a la cantidad de electrones de valencia.

Un átomo tendrá un tamaño pequeño si tiene una mayor carga nuclear efectiva; es decir, si atrae mejor a los electrones de valencia, manteniéndolos más

cerca del núcleo. Si la carga nuclear efectiva es menor, los electrones de valencia estarán más alejados del núcleo y el átomo tendrá menor tamaño; por ejemplo, en el periodo 2, comenzando por el grupo 13 con el boro, de número atómico 5, al pasar al siguiente grupo que inicia con el carbono (C), de número atómico 6, encontramos que tiene un radio atómico de  $67 \text{ pm}$ , que es menor al correspondiente al boro. Si seguimos avanzando, esa tendencia se mantiene:  $56 \text{ pm}$  para el nitrógeno (N), de número atómico 7;  $48 \text{ pm}$  para el oxígeno (O), de número atómico 8;  $42 \text{ pm}$  del flúor (F), con número atómico 9, y  $38 \text{ pm}$  para el neón (Ne), de número atómico 10 (figura 2.38).

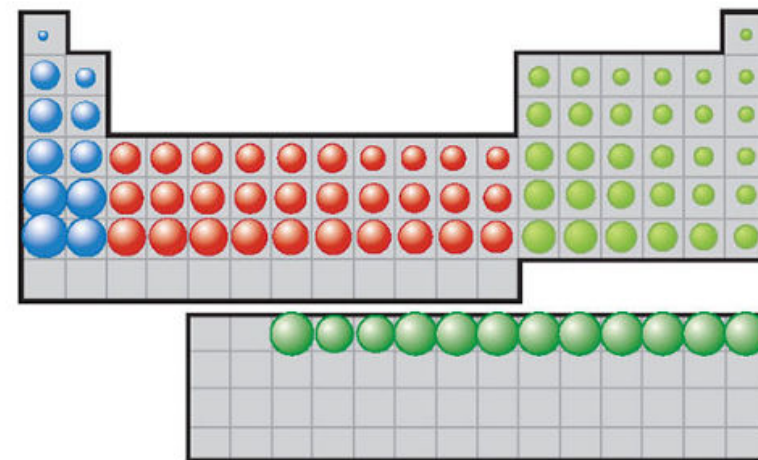


Fig. 2.38 Representación de los distintos tamaños de los átomos de los elementos en la tabla periódica.



### Glosario

**macroscópico.** Objetos o fenómenos que se pueden observar a simple vista, porque ocurren en agrupaciones grandes de partículas, que conforman a los materiales con que tenemos contacto.

**radio atómico.** Distancia medida desde el núcleo del átomo hasta la capa que contiene a sus electrones más externos (capa de valencia).

**picómetro.** Abreviado pm, es una unidad del sistema internacional de medidas (SI), que corresponde a la billonésima parte de un metro ( $0.000\ 000\ 000\ 001 \text{ m}$ ).



### Curiosidades

El hidrógeno (H) y el helio (He) son los elementos más abundantes en el Universo, porque se formaron desde su inicio en el Big Bang. Todos los demás elementos se produjeron posteriormente en las estrellas que fueron naciendo y muriendo en el transcurso de millones de años. En la Tierra, los seres humanos también hemos sido capaces de producir elementos de forma sintética, utilizando aceleradores de partículas.



Explica,  
reflexiona  
y comunica

Busca en libros o en internet datos de los valores de puntos de fusión y ebullición de los elementos representativos. Organiza tus datos en una tabla, en la que incluyas, el nombre del elemento, su símbolo y su valor de temperatura de fusión y de ebullición.

Reúnete con tu equipo y comparen los datos obtenidos. Juntos diseñen un esquema de representación similar al que usaron para ilustrar los radios atómicos, con el fin de evidenciar las variaciones periódicas de las propiedades. De preferencia utilicen materiales reusados.

Compartan con el grupo sus esquemas, y expliquen cómo representaron las propiedades y las tendencias periódicas que pudieron observar, con sus respectivas excepciones. Pidan a su profesor que los evalúe. Guarden su trabajo en su portafolio de evidencias.

## 2.5.2 Carácter metálico, valencia, número y masa atómica

### Metales y no metales

Además de las categorías de elementos representativos, de transición y de transición interna que ya se han mencionado, existe una clasificación más general de los elementos que, incluso, es anterior a cualquier propuesta de tabla periódica, y corresponde al hecho de agrupar a los elementos en metales y no metales por ciertas características físicas.

En la sección 2.3 discutimos las características macroscópicas de los metales: son sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio), poseen brillo metálico, puede moldearse sin romperse, lo que los hace maleables (puede formar láminas) y dúctiles (pueden formar alambres), además de que son buenos conductores del calor y de la electricidad.

#### Aprendizaje esperado:

- Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.

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

VIII															
Fe				Co				Ni				Cu			
Ru				Rh				Pd				Ag			
Os				Ir				Pt				Au			
Hf				Ta				W				Re			
Zr				Nb				Mo				Tc			
Y				Zr				Nb				Mo			
Sc				Ti				V				Cr			
Ca				Sc				Ti				V			
Sr				Y				Zr				Nb			
Ba				La				Ce				Pr			
Ra				Ac				Th				Pa			

Fig. 2.39 Esquema de la tabla periódica que indica las regiones de metales en azul, no metales en amarillo y semimetales en verde.



## Glosario

**materiales aislantes.** Material que por sus características impide el paso de la corriente eléctrica (aislante eléctrico) o del calor (aislante térmico).



Fig. 2.40 Apariencia del oro, que se clasifica como metal.

Los no metales son materiales con las características físicas opuestas: a temperatura ambiente pueden ser gaseosos, líquidos o sólidos, y no tienen brillo propio, por lo que los clasificamos como opacos. Si intentamos moldear un no metal sólido se quebrará, porque son frágiles comparados con los metales, además de que no conducen

bien ni el calor ni la corriente eléctrica, por lo que se les denomina **materiales aislantes**.

Observando la imagen en la que se indican las regiones que ocupan metales y no metales en la tabla periódica, es claro que hay una mayor cantidad de elementos que podemos clasificar como metálicos, incluidos no sólo los grupos de elementos representativos, pues son metales todos los elementos de transición y de transición interna (Figura 2.39).

En los elementos representativos es donde también encontramos no metales. Todos los elementos en los grupos 1 y 2 son metales (excepto el hidrógeno), y reciben los nombres de metales alcalinos y alcalinotérreos, respectivamente. Los grupos 13 al 17 contienen metales y no metales, por último, el grupo 18 está formado por un conjunto de elementos no metálicos que reciben el nombre de gases nobles o inertes.

El carácter metálico y no metálico de los elementos es una propiedad periódica que cambia gradualmente al avanzar hacia abajo en un grupo o hacia la derecha en un periodo, como sucede con las propiedades físicas de densidad, y puntos de fusión y ebullición que recién revisamos.

Los primeros químicos utilizaron las características macroscópicas de los metales para clasificarlos, mucho antes de que se conociera que éstas tenían relación con la estructura de los átomos que forman a la materia, pero una vez que se conoció más sobre la naturaleza de los átomos se pudieron entender mejor las propiedades físicas y químicas, no sólo de los metales, sino de todos los elementos.

Así que definimos como metal a un elemento cuyos átomos, debido a que tienen pocos electrones en sus capas de valencia (de uno a tres), tienden a perder electrones, más que a ganar, para cumplir con la regla del octeto, formando fácilmente iones positivos, que ahora sabemos se llaman cationes, condición que también se favorece si los electrones de la capa de valencia están muy lejanos al núcleo, porque un mayor radio atómico hace que pueda perder electrones (figura 2.40).

Por otro lado, los no metales son elementos cuyos átomos tienen capas de valencia con mayor cantidad de electrones, así que para cumplir la regla del octeto

tienden a ganar electrones formando aniones, lo cual sucede si el tamaño de los átomos es pequeño, pues el núcleo los atraerá más hacia sí mismo, favoreciendo más la ganancia de electrones que su pérdida.

Con esto podemos explicar cómo quedan distribuidos metales y no metales en la tabla periódica, e incluso la existencia de los semimetales: en un periodo, al ir de izquierda a derecha, avanzamos hacia elementos con menor carácter metálico, pasando gradualmente de metales a no metales, lo que se relaciona con el hecho de que al avanzar en un periodo en los elementos representativos los átomos cuentan con menor tamaño y mayor cantidad de electrones en la capa de valencia.

Dentro de un grupo, al ir hacia abajo y dado que los átomos tienen mayor tamaño, resultará que esos elementos poseen mayor grado de carácter metálico. Esta tendencia se puede observar más fácilmente en los grupos a partir del 13; por ejemplo, en el grupo 14 comienza con el carbono (C), que es un no metal, mientras que al avanzar pasamos por silicio (Si) y el germanio (Ge), los que por sus propiedades se clasifican como semimetales, hasta llegar al plomo (Pb), que es un metal (figura 2.41).

Los semimetales son elementos con propiedades intermedias entre metales y no metales, como el boro (B); silicio (Si); germanio (Ge); arsénico (As); antimonio (Sb) y telurio (Te). Todos ellos, son sólidos a temperatura ambiente, e incluso tienen apariencia metálica, pero no son dúctiles ni maleables sino más bien quebradizos, como los no metales. Algunos de ellos tienen la capacidad de conducir la electricidad, en menor medida que un conductor, pero más que un material aislante, así sucede con el silicio (Si) y el germanio (Ge), que se utilizan en chips y otros componentes electrónicos (figura 2.42).



Fig. 2.41 Apariencia del azufre, un no metal.



Fig. 2.42 Apariencia metálica del silicio, un semimetal.



Explica,  
reflexiona  
y comunica

Con los datos que has estudiado sobre las tendencias de carácter metálico, elabora un esquema en que representes las variaciones de esa tendencia en la tabla periódica, como hiciste para las propiedades físicas y los radios atómicos. De preferencia utiliza materiales de reúso.

Compartan sus esquemas en el grupo y expliquen cómo representaron las propiedades y las tendencias periódicas que observaron, con sus respectivas excepciones. Guarda tu trabajo en el portafolio de evidencias.

## Valencia y reactividad

En el modelo de capas que hemos usado hasta ahora para entender la estructura atómica, los electrones de un átomo ocupan niveles energéticos que rodean por completo al núcleo, siendo que a la capa más externa se le denomina de valencia y los electrones que se encuentran en dicha capa, los de valencia, son los que participan en la formación de enlaces con otros átomos; es decir, esos electrones se relacionan con la forma en que reacciona ese elemento con otro u otros, con su reactividad.

Así, aunque no representan una cantidad significativa de masa en los átomos, los electrones se relacionan estrechamente con el comportamiento químico de las sustancias.



## Curiosidades

Los gases nobles recibieron ese nombre debido a que durante mucho tiempo se les consideró de valencia 0, es decir, que no se combinaban con otros elementos, al igual que la nobleza, tienden a evitar contacto con personas que no portan títulos nobiliarios; sin embargo, en la década de los sesenta del siglo XX, se lograron sintetizar compuestos de los gases nobles de mayor masa atómica.





Explica,  
reflexiona  
y comunica

En equipo, y con materiales de reúso o reciclados realicen modelos que representen las partículas de los núcleos atómicos: protones y neutrones, así como electrones; distingúenlas por forma o colores. Pueden usar objetos como botones, frijoles o bolitas de papel pintado, lo importante es que tengan claro cuál es cada una. Tengan tantas partículas como les sea posible para que sean suficientes al repartirlas entre los miembros del equipo.

Una vez que tengan una buena cantidad de modelos de partículas, colóquenlas en bolsas separadas y por turnos tomen pequeños puños de ellas. Comiencen con los que representen a los protones.

Cada alumno tomará unas cuantas (sin ver ni contarlas), una vez que las saquen de las bolsas pónganlas sobre su cuaderno y entonces cuéntenlas. Anoten cuántos protones tienen y, con ayuda de una tabla periódica, busquen a qué elemento corresponde, organicen sus datos en una tabla como la siguiente:

Protones	Elemento	Peso atómico	Grupo	Neutrones	Electrones	Valencia
6	Carbono (C)	12	14			

Completan los datos de las tres últimas columnas recordando que el peso atómico es la suma de protones y neutrones; que los electrones deben neutralizar las cargas positivas del núcleo, y que la valencia se relaciona con el número de grupo en que se encuentra el elemento.

Repitan el ejercicio al menos cinco veces y, al finalizar, discutan en equipo qué dudas tuvieron y a qué conclusiones llegaron al realizarlo.

### ELECTRONES DE VALENCIA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
I B	II B	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII	IX	X	XI	XII	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A	
H 1.008 Hidrógeno																	He 4.002 Helio	
Li 6.941 Litio	Be 9.012 Berilio												B 10.811 Boro	C 12.011 Carbono	N 14.007 Nitrógeno	O 15.999 Oxígeno	F 18.998 Flúor	Ne 20.180 Neón
Na 22.990 Sodio	Mg 24.305 Magnesio												Al 26.982 Aluminio	Si 28.086 Silicio	P 30.974 Fósforo	S 32.065 Azufre	Cl 35.453 Cloro	Ar 39.948 Argón
K 39.098 Potasio	Ca 40.078 Calcio												Ga 69.723 Gallio	Ge 72.630 Germanio	As 74.922 Arsénico	Se 78.960 Selenio	Br 79.904 Bromo	Kr 83.800 Cripton
Rb 85.468 Rubidio	Sr 87.62 Estroncio												In 114.818 Indio	Sn 118.710 Estano	Sb 121.757 Antimonio	Te 127.40 Teluro	I 126.905 Yodo	Xe 131.29 Xenón

Fig. 2.43 Tabla periódica con grupos numerados del 1 al 18 en rojo y electrones de valencia en azul para los elementos representativos.

Con este ejercicio observamos que el acomodo de los elementos en grupos por valencia se corresponde con la cantidad de electrones que tienen en su última capa. En el grupo 1, donde todos los elementos son metales, los átomos que los componen tienen sólo un electrón en la capa de valencia, al ser así y tratarse de metales, como ya vimos, para cumplir con la regla del octeto será favorable energéticamente que pierdan ese electrón, para tener entonces también valencia de 1. En el grupo 16 todos los átomos de esos elementos tienen seis electrones en su capa de valencia, y al ser un grupo de no metales, será más favorable que ganen electrones para cumplir la regla del octeto; en este caso tendrán la capacidad de ganar dos electrones, por lo que la valencia de este grupo es 2.

La valencia determina que los elementos de un grupo tengan propiedades químicas similares, aunque entre ellos haya variaciones respecto a la cantidad de capas y electrones internos.



### ¡Manos a la Química!

#### Reactividad de los metales del grupo 2

##### Introducción

Los elementos del grupo 1 son los metales más reactivos de la tabla periódica. Al ir bajando en el grupo 1, aumenta su carácter metálico y, por lo tanto, su reactividad. Aunque son menos que los del grupo 1, los metales de grupo 2 también son reactivos. Este experimento compara la reactividad de metales del grupo 2 al reaccionar con ácido clorhídrico.

##### Necesitas (por equipo):

- Gradilla o soporte para tubos de ensayo
- 2 tubos de ensayo
- Un gotero con ácido clorhídrico (HCl) 1M (manejar con cuidado porque es irritante)\*
- Un trozo de cinta de magnesio (Mg) (manejar con cuidado, ya que es inflamable)\*
- Una pequeña pieza de calcio (Ca) (de preferencia usar calcio que no haya estado guardado durante mucho tiempo; en cualquier caso se debe manejar con cuidado porque es irritante)\*
- Vidrio de reloj
- Espátula
- Lupa
- Cerillos o encendedor
- Punta de ignición\*\*

\* Las sustancias deben manejarse con mucho cuidado, siguiendo en todo momento las indicaciones del profesor, y no deben tocarse directamente con las manos. \*\*La punta de ignición puede ser una varita pequeña o palillo, que sirva para encenderse.

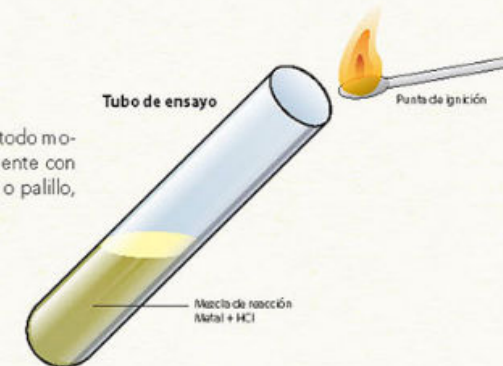
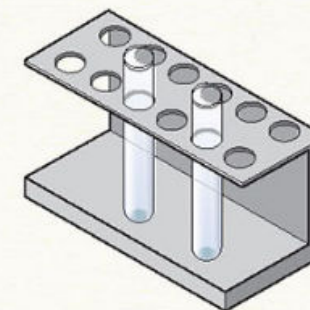
##### Precauciones:

- Usa bata de laboratorio y lentes de seguridad. De ser posible usa guantes de látex, como los de dentistas y médicos.
- No toques directamente ninguno de los reactivos, el Ca y el HCl son irritantes. Si el HCl entre en contacto con tu piel tus ojos, deben lavarte inmediatamente con abundante agua y dar aviso al profesor. Realiza este experimento bajo la supervisión de tu profesor.

##### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja en equipos con tus compañeros de clase.

- 1) Con cuidado, observa las características de las muestras de metales que te proporcione tu profesor. Si es necesario ayúdate con una lupa. Anota tus observaciones.
- 2) Llena los tubos de ensayo hasta un cuarto de su capacidad, con HCl 1M.
- 3) Con ayuda de la espátula, añade la pieza de cinta de magnesio (Mg), a uno de los tubos, y en el otro agrega un poco de calcio (Ca).
- 4) Observa lo que sucede en ambos tubos de ensayo: ¿ves algo que te indique que se da una reacción química?, ¿en cuál de los dos tubos consideras que hay una mayor reacción?



- 5) Haz una prueba para conocer las características del gas que se desprende en las reacciones, para eso necesitarás la punta de ignición:
- Toma la punta de ignición y enciéndela con un cerillo.
  - Cuando la flama en la punta de ignición sea baja o esté casi apagada, acércala a la boca del tubo de ensayo en el que pusiste a reaccionar (Mg).
  - Repite la prueba con el tubo de ensayo con (Ca).
  - Observa qué sucede en cada caso y anota tus observaciones. Indica si notaste alguna diferencia entre una prueba y otra.

#### Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas e incluyas tu tabla de observaciones y resultados. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

- Investiga en libros o en internet cómo se representan con símbolos las reacciones químicas que llevaste a cabo.
- ¿Qué sustancia, de las que se producen en la reacción, es la responsable del comportamiento del sistema al acercar una punta de ignición?
- Busca una descripción de la apariencia de los metales magnesio (Mg) y calcio (Ca). ¿Coinciden con tus observaciones de las muestras que utilizaste?
- A partir de tus observaciones en el experimento, ¿cuál de los metales consideras que es más reactivo frente al ácido clorhídrico. ¿Coinciden tus observaciones con las tendencias periódicas esperadas? Si hay variaciones, ¿a qué crees que se deban?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

#### Aprendizaje esperado:

- Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.

## 2.5.3 Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

Hasta ahora hemos estudiado las características de los elementos refiriéndonos casi exclusivamente a los materiales inertes; es decir, que no tienen vida; sin embargo, sabemos que los elementos de la tabla periódica conforman los materiales que existen en el Universo, incluyéndonos a nosotros y todos los seres vivos.

Los seres vivos somos mezclas heterogéneas de diversos materiales: sustancias en estado gaseoso, como el oxígeno ( $O_2$ ) que respiramos, o en estado líquido, como el agua ( $H_2O$ ) de la que se componen prácticamente todos los organismos vivos del planeta y, por supuesto, en estado sólido, por ejemplo, los compuestos de calcio que forman nuestros huesos y dientes, por mencionar algunos.

Así como los átomos son las partículas fundamentales que constituyen a las sustancias y los materiales, las células son las unidades mínimas biológicas de los seres vivos. En sí mismas, también son una mezcla heterogénea de diversas sustancias disueltas en el agua que forma el **protoplasma**, que además contiene sólidos que no se disuelven, la mayoría formando las estructuras llamadas **organelos** que cumplen funciones específicas dentro de la célula, casi de la misma manera en que las partículas subatómicas confieren ciertas características a los átomos.

Aunque el grado de complejidad que tenemos los seres vivos y las funciones que realizan nuestros organismos nos hacen muy diferentes de los objetos inertes, en el fondo, los átomos que nos conforman son iguales para todos. Incluso las sustancias que forman parte de nosotros, no son diferentes de las sustancias que existen fuera de nuestro organismo: el agua en nuestras células, en nuestra sangre,

en nuestras lágrimas, proviene del agua que bebemos, ya sea que la tomemos de una botella o de un manantial (figura 2.44).

Moléculas más complejas y formadas por muchos más átomos, como las proteínas, sólo las encontramos en los seres vivos, por su complejidad; sin embargo, los átomos que las forman son iguales que cualquier otro átomo integrante de algún material.



#### Recuerda la estructura celular

Realiza el esquema de una célula animal y una célula vegetal, y señala sus principales organelos y las funciones de cada uno. Si es necesario, revisa un libro

de biología y contesta las siguientes preguntas al reverso de tu esquema:

- ¿Qué características comparten las células animales y vegetales? ¿En qué se diferencian?
- ¿Consideras que los elementos químicos que componen a una y a otra son diferentes o iguales?

Discute tus respuestas con tus compañeros en sesión de grupo, elabora un reporte, entrégalo a tu profesor para que lo evalúe y conserva tu trabajo en el portafolio de evidencias.



Fig. 2.44 El agua que bebemos es la misma que pasa a formar parte de nuestras células. Así también es igual a la de los cuerpos de agua de la Tierra: ríos, mares, lagunas, etcétera.

## Bioelementos y biomoléculas

A diferencia de la corteza terrestre donde el silicio (Si), el hierro (Fe) y el aluminio (Al) son abundantes, el cuerpo humano está formado principalmente por: C, O, H, N, Ca, P, y S; en total estos siete elementos representativos constituyen un 99% de la masa de nuestros cuerpos. Entre nuestros componentes principales sólo encontramos un metal, el calcio (Ca), y más o menos la mitad de nuestra masa seca (sin tomar en cuenta el agua) corresponde al no metal carbono, que es menos abundante en la corteza terrestre.

Elemento	Cuerpo humano	Corteza terrestre
Oxígeno (O)	64.5%	50.02%
Carbono (C)	19.3%	0.18%
Hidrógeno (H)	10.0%	0.95%
Nitrógeno (N)	3.2%	0.03%
Calcio (Ca)	1.4%	3.22%
Fósforo (P)	0.65%	0.11%
Azufre (S)	0.25%	0.11%
Silicio (Si)	0.002%	25.79%
Aluminio (Al)	0.001%	7.31%
Hierro (Fe)	0.0006%	4.18%
Otros	0.7%	8.1%



#### Glosario

**protoplasma.** Material vivo contenido en el interior de la célula que incluye el citoplasma, los organelos y el núcleo, y está formando principalmente por agua.

**organelos.** Estructuras dentro de las células que se encuentran separadas del citoplasma por membranas y que cumplen funciones específicas. El organelo principal es el núcleo.

Abundancias de elementos en el cuerpo humano

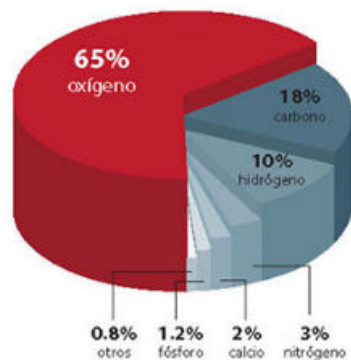


Fig. 2.45 Los elementos más abundantes en el cuerpo humano, son también elementos representativos, pero no están en la misma proporción que en la corteza terrestre.

Una de las razones por las que nuestro cuerpo está formado por no metales combinados con oxígeno, se debe a que ese tipo de compuestos se presentan en diferentes formas: pueden ser sólidos, líquidos o gases, los tres estados de agregación que son indispensables para la vida; además, esas moléculas pueden disolverse o no en agua, y cuando se trata de materiales o mezclas sólidas pueden ser duros, como los compuestos de calcio de nuestros huesos, pero también blandos, por ejemplo, las proteínas que forman los tejidos de nuestra piel.

Aunque haya una gran variedad de seres vivos, al final todos tenemos más o menos la misma composición, debido a las propiedades de los elementos y compuestos que nos forman, y porque la abundancia de esos elementos en la Tierra, aunque no se refleja directamente en diferencias entre los organismos, sí fue una condición primordial para que se generara la vida como la conocemos.

A los elementos que son esenciales y forman parte de los seres vivos se les denomina elementos biogénicos o bioelementos; es decir, que originan la vida; alrededor de 70 elementos son los que conforman las diferentes formas de vida que existen en nuestro planeta, y en general forman compuestos unos con otros; de acuerdo con su abundancia en los seres vivos se clasifican en:

- Bioelementos primarios: los seis principales son C, H, N, O, P y S, que forman casi 99% de la materia viva, y son los principales constituyentes de las biomoléculas; es notable que todos son no metales.
- Bioelementos secundarios: existen en todos los organismos vivos, pero se encuentran en menor proporción que los primarios; de ellos, el calcio (Ca) es el más abundante, incluyen otros metales, como el magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K) y otro no metal, el cloro (Cl). Son esenciales para el buen funcionamiento de los organismos.
- Bioelementos traza: se encuentran en cantidades pequeñísimas en los seres vivos, en proporciones iguales o menores al 0.1%, y se trata sobre todo de metales de transición: hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), cinc (Zn), vanadio (V), cromo (Cr), cobalto (Co), selenio (Se), molibdeno (Mo) y estaño (Sn); aunque también incluye no metales que son: yodo (I) y flúor (F), así como los semimetales: boro (B) y silicio (Si). A pesar de su pequeña contribución a la masa de los organismos, son bioelementos imprescindibles, porque forman parte de procesos vitales, ya que si alguno falta, se dan desequilibrios graves en los organismos que pueden llevar a la muerte (figura 2.45).



#### Bioelementos en la tabla periódica

En equipo hagan un esquema de la tabla periódica en que distingan, con diferentes colores o indicadores, los bioelementos primarios, secundarios y traza.

Investiguen en libros de biología, o en fuentes electrónicas, en qué partes de los organismos vivos o las células están cada uno de dichos elementos y si cumple sus principales funciones, indíquenlos en su esquema con textos o ilustraciones.

Compartan su esquema en una sesión de grupo, y expliquen cómo lo diseñaron y qué información contiene. Escuchen con atención a todos sus compañeros y, de ser necesario, completen su esquema con funciones de los bioelementos que inicialmente no hayan incluido en su esquema.

Los bioelementos primarios entran a nuestro cuerpo al consumir alimentos, sean de origen animal o vegetal, no se encuentran en forma aislada o elemental sino que en general forman parte de conjuntos de átomos unidos por enlaces químicos, a los que se les llama moléculas. En el caso particular de las moléculas esenciales para la vida, las llamamos biomoléculas.

Nuestro organismo aprovecha esas biomoléculas transformándolas en parte de nuestras células y obteniendo energía de ellas, a partir de reacciones químicas que, en conjunto, llamamos metabolismo.

Las biomoléculas que ingerimos en los alimentos son la fuente primordial de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo para nuestro cuerpo. Los bioelementos secundarios y traza, también se incorporan a nuestro organismo mediante el consumo de alimentos que los contienen, y la falta de ellos tiene consecuencias negativas; por ejemplo, calcio (Ca), un bioelemento secundario, que es muy importante, pues es el principal componente de nuestros huesos, que están formados por fosfato de calcio  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , así que cuando tenemos deficiencia de este elemento, nuestros huesos se vuelven frágiles, condición a la que se denomina osteoporosis (figura 2.46). Pensemos ahora en el hierro (Fe), clasificado como elemento traza, porque en nuestros cuerpos existe en pequeñísimas cantidades; sin embargo, al ser el componente principal de la sangre, gracias a la que se realiza el transporte de oxígeno por el cuerpo, si nos falta hierro, condición que se denomina como anemia, nuestro organismo no funcionará correctamente.

Dependiendo de su estructura y función, las biomoléculas se agrupan en diferentes categorías, como carbohidratos, lípidos y proteínas, cuyas características se describen a continuación.

### Carbohidratos

Los carbohidratos o hidratos de carbono, son un tipo de compuestos que reciben su nombre a partir de que la fórmula general de muchos puede escribirse como  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$ , con n mayor o igual a 3. Son las biomoléculas con mayor presencia entre los seres vivos, porque este tipo de compuestos constituyen más de 90% de la masa seca de las plantas y en total contribuyen a un 50% de la **biomasa** del planeta.

Los carbohidratos son biomoléculas importantes para todo tipo de organismos vivos, ya que cumplen con diversas funciones, como proveer energía, así sucede con los azúcares que consumimos; servir como almacén de esa energía, función que cumple el almidón principalmente en las plantas, y dar estructura, como ocurre con la celulosa, que constituye las paredes de las células vegetales.

Los seres humanos y otros animales, al ser organismos **heterótrofos** obtenemos carbohidratos cuando nos alimentamos de plantas, que al ser organismos **autótrofos** sintetizan los carbohidratos en el proceso de fotosíntesis, donde convierten dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) del aire y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) del suelo, en glucosa. Para lograr esa reacción química, las plantas necesitan energía que proviene de la luz solar.

Uno de los carbohidratos más abundantes en la naturaleza es la glucosa; porque, prácticamente todas las células obtienen energía a partir de varios procesos, que inician con la oxidación de este carbohidrato. La glucosa es lo que se denomina un monosacárido (o azúcar simple, que está formado por una sola molécula de entre cinco y ocho átomos de carbono); que contiene seis átomos de carbono y se puede encontrar libre en la naturaleza, en frutas, miel e, incluso, en nuestra sangre.

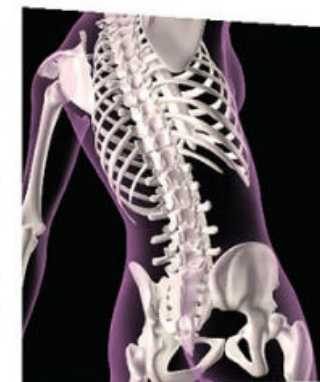


Fig. 2.46 Los huesos en nuestro cuerpo están formados por calcio (Ca).



### Glosario

**biomasa.** Cantidad total de masa correspondiente a los seres vivos de una zona, ecosistema o de toda la Tierra.

**heterótrofo.** Organismo que necesita alimentarse para obtener nutrientes necesarios para vivir.

**autótrofo.** Organismo que mediante ciertos procesos, produce las sustancias necesarias para su metabolismo.



Fig. 2.47 La glucosa y la fructosa están presentes en la miel. El azúcar común es un disacárido formado por glucosa y fructosa, mientras que la lactosa, presente en la leche, está formada de glucosa y galactosa.



### Glosario

**Ácidos carboxílicos.** Moléculas orgánicas formadas por cadenas de carbono, que en uno de sus extremos contienen un grupo funcional formado por carbono unido tanto a un grupo OH, como a un átomo de oxígeno:  $-\text{COOH}$ .

Otros monosacáridos abundantes en la naturaleza son la fructosa, que también es muy abundante en frutas y vegetales (figura 2.47).

La combinación de dos azúcares simples se denomina disacárido; por ejemplo, el carbohidrato que tiene una molécula de glucosa unida a una de fructosa es la sacarosa, o azúcar común, que se obtiene de la caña de azúcar. El metabolismo de nuestro organismo separa las unidades de ese disacárido para poder aprovecharlos como azúcares simples.

La lactosa también es un disacárido que se encuentra en la leche de los mamíferos, y está formada por una unidad de glucosa y una de galactosa. Cuando somos pequeños, nuestro organismo tiene la capacidad de separar ese disacárido en azúcares simples, pero al crecer muchos perdemos esa capacidad y, por lo tanto, se dice que nos volvemos intolerantes a la lactosa.

Otro tipo de carbohidratos presentes en la naturaleza son los polisacáridos, formados por múltiples unidades de azúcares simples que van desde 10 hasta miles. Uno de los polisacáridos más comunes lo hemos

mencionado con anterioridad, es el almidón, que está constituido por largas cadenas de unidades de glucosa. Al ser una fuente potencial de glucosa, esta enorme biomolécula funciona como almacén de energía principalmente en plantas. Se considera que alrededor de 70% de las calorías que consumimos los seres humanos provienen de almidón que incorporamos en nuestra dieta.

La celulosa es un polisacárido estructural de las plantas, por lo que es muy abundante en la naturaleza y, aunque también está constituido por miles de unidades de glucosa, los seres humanos no podemos usarlo como fuente de energía, porque al igual que hay quienes no tienen la capacidad de separar las unidades que forman la lactosa, ninguno de nosotros tenemos un metabolismo capaz de separar el tipo de enlaces que conforman a la celulosa.

### Lípidos

A diferencia de los carbohidratos, no se puede decir que los lípidos tengan una fórmula general común, ya que en esta categoría se agrupan las biomoléculas con ciertas características comunes: ser insolubles en agua y principalmente que funcionen como reservas de energía para los organismos (figura 2.48).

Los lípidos más simples son los ácidos grasos, que son **ácidos carboxílicos** de cadena larga y pueden contener hasta 36 átomos de carbono, aunque los más importantes para los seres vivos y, en particular para los seres humanos, tienen entre 14 y 20 átomos de carbono.

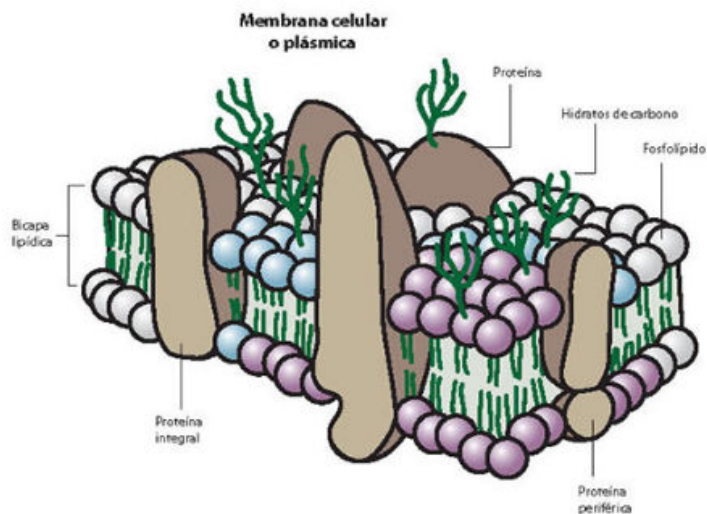


Fig. 2.48 La membrana de las células animales está compuesta por lo que se llama: bicapa lipídica.

Dependiendo de cómo son los enlaces entre los átomos de carbono de las cadenas, se clasifican como saturados, si todas las uniones se dan a partir de enlaces sencillos, o en insaturados, si existe al menos un enlace doble entre átomos de carbono.

Algunos ácidos grasos insaturados se denominan esenciales, porque son fundamentales para el buen funcionamiento de nuestro organismo y sólo podemos obtenerlos mediante la alimentación, en general de fuentes animales, pero también existen en vegetales.

Los triglicéridos son lípidos complejos que están formados por tres cadenas de ácidos grasos unidas, son los lípidos más importantes de nuestra dieta: estas biomoléculas representan casi 90% de nuestra ingesta total, también constituyen el almacén de energía que usamos al igual que los animales, a diferencia de las plantas que la almacenan en forma de carbohidratos.

Además de ser almacén de energía, los lípidos tienen funciones estructurales en las células animales: las membranas celulares están constituidas por fosfolípidos, un tipo de lípidos que en su composición contiene fósforo.

De manera común, a los lípidos se les llama grasas y una de sus principales características, es que no se disuelven en agua. Esa es una de las razones por las que si consumimos una gran cantidad de alimentos grasos, los lípidos terminan acumulándose en nuestros tejidos, ocasionándonos diversos problemas de salud, empezando por el sobrepeso.

### Proteínas

Las proteínas son biomoléculas importantes en todos los organismos vivos, ya que la mayoría de las funciones que realizan las células requieren algún tipo de proteína, que existen en una enorme variedad de estructuras y funciones.

En los animales, las proteínas tienen funciones estructurales, por ejemplo, el colágeno, que forma parte de tejidos, como pelo, uñas y plumas. Las proteínas también realizan funciones de transporte de otras sustancias por el organismo, como hace la hemoglobina de la sangre al transportar el oxígeno (figura 2.49). Están involucradas en funciones de movilidad: la miosina es responsable de la contracción muscular. Además, regulan otras funciones del metabolismo, como la insulina, proteína que regula la forma en que aprovechamos la glucosa.

Las proteínas son moléculas complejas constituidas por cientos o miles de unidades de aminoácidos, que son un tipo de moléculas orgánicas pequeñas formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, aunque hay algunos que contienen azufre.

Sólo 20 aminoácidos distintos forman todas las proteínas que existen en la naturaleza: glicina, alanina, prolina, valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, tirosina, triptófano, serina, treonina, cisteína, asparagina, glutamina, lisina, arginina, histidina, ácido aspártico y ácido glutámico. La variedad de estructuras y funciones de las proteínas proviene de los diferentes tamaños de sus cadenas de aminoácidos, las interacciones que forman esas cadenas y su reactividad.

Cada par de aminoácidos que forma una proteína se encuentran unidos por un enlace entre carbono y nitrógeno, que se denomina enlace peptídico, y son muy estables; es decir, son difíciles de romper, lo que explica el por qué las proteínas son biomoléculas tan importantes y presentes en todas las formas de vida del planeta.

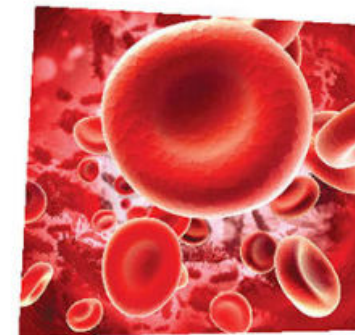


Fig. 2.49 Los glóbulos rojos de nuestra sangre son células que contienen hemoglobina, proteína que transporta el oxígeno por nuestro cuerpo.



### TIC

Entra al enlace: <http://www.objetos.unam.mx/quimica/nutrientes/index.html> (Consulta: 3 de noviembre de 2016).  
Navega por este interactivo y al finalizar elabora una lista de los nutrientes más importantes para mantener la salud, compártela con tus compañeros de equipo y escriban una conclusión que será evaluada por su profesor.



Explica,  
reflexiona  
y comunica

Busca en libros o en internet, y responde las siguientes preguntas:

- Hemos hablado de que polisacáridos, como el almidón, tienen funciones de almacenamiento de energía en las plantas. El glucógeno es un polisacárido que existe en los animales; investiga de qué unidades de monosacáridos está compuesto y cuál es su función en nuestro organismo.
- Una recomendación común que escuchamos de familiares, amigos e, incluso, médicos es que evitemos el consumo de grasas, por las razones que ya se explicaron, ya que un consumo excesivo genera problemas de salud. Pero ahora reflexiona, ¿qué sucedería si consumiéramos pocos lípidos? ¿Qué pasaría si no consumiéramos nada? Para responder, apóyate en los conceptos estudiados y en las búsquedas bibliográficas o en línea.
- Además de la hemoglobina, la albúmina es otra proteína importante en la sangre. Investiga cuál es su función. Comparte tus respuestas con el grupo, discutan sus ideas y presenten sus conclusiones.



Fig. 2.50 Plato del Bien Comer.

#### Leer...

La química y la cocina  
La alimentación está relacionada con la química, en este libro, encontrarás interesantes aspectos de los cambios químicos relacionados con la preparación de alimentos.  
Córdoba, José Luis, *La química y la cocina*, México, SEP-Fondo de Cultura Económica, 2003.



#### Glosario

**vitaminas.** Biomoléculas formadas por un grupo heterogéneo de compuestos que el organismo no puede producir y aportan nutrientes esenciales.

### La alimentación

Comer es la forma que tenemos los seres humanos para obtener los bioelementos y las biomoléculas que nuestros organismos necesitan; sin embargo, cuando nos alimentamos es difícil llevar una medida exacta de la cantidad de bioelementos que incluimos; pero para tomar mejores decisiones sobre los alimentos que consumimos y tener una alimentación balanceada, los nutriólogos han propuesto esquemas en los que agrupan a los alimentos de acuerdo con los nutrientes que proporcionan. En México se utiliza el Plato del Bien Comer, donde no sólo se proponen los alimentos a partir de sus características sino que se diseñó tomando en cuenta las necesidades

nutricionales de la población mexicana e incluye alimentos comunes en nuestro país (figura 2.50). El Plato del Bien Comer se considera una guía para que nuestra alimentación sea:

- Completa: que tenga alimentos con todos los bioelementos necesarios.
- Equilibrada: que los nutrientes estén en proporciones adecuadas.
- Suficiente: que la cantidad de comida no sea escasa ni excesiva.
- Variada: que los bioelementos provengan de diferentes tipos de alimentos.
- Inocua: que los alimentos que comamos no nos causen problemas de salud.

Los primeros cuatro objetivos para los que se diseñó el Plato del Bien Comer se centran en que los alimentos que incorporemos a nuestro cuerpo incluyan todos los nutrientes (bioelementos y biomoléculas) que necesita nuestro organismo para funcionar correctamente. Así, la propuesta considera que en cada comida incluyamos:

1. Frutas y verduras, que proporcionan bioelementos secundarios, como potasio (K), y vitaminas.
2. Cereales y tubérculos, la fuente principal de carbohidratos y, por lo tanto, de bioelementos primarios.
3. Leguminosas y alimentos de origen animal, que aportan proteínas y bioelementos traza, como hierro (Fe), cinc (Zn), cobalto (Co) y **vitaminas**.

En este esquema alimentario no se incluyen de forma explícita los lípidos, porque al diseñarlo se consideró que una dieta que incluya las porciones adecuadas de los grupos de alimentos propuestos, también contendrá cantidades suficientes de lípidos; por ejemplo, provenientes de alimentos de origen animal, o en forma de grasas de origen vegetal.



Explica,  
reflexiona  
y comunica

A partir del Plato del Bien Comer, diseña un menú balanceado para los alimentos de un día (desayuno, comida, cena). Organiza tu información en una tabla, llénala con la información de los platillos que propones, y los ingredientes; también indica qué bioelementos o biomoléculas se incluyen en cada platillo.

Platillo	Ingredientes	Bioelementos/Biomoléculas
Desayuno:		
Comida:		
Cena:		

Prepara uno o todos los platillos en compañía de tu familia y explícales los beneficios de una alimentación balanceada usando como guía el Plato del Bien Comer.



Para  
concluir

La clasificación de los elementos en la tabla periódica significó otro gran avance en el desarrollo de la química, porque esa organización se basó en el conocimiento de la estructura atómica. En la tabla periódica podemos identificar tendencias en las propiedades físicas y químicas de los elementos, lo que es útil para explicar su comportamiento, así como para entender ciertas funciones de los seres vivos.



Para  
integrar

#### Mapa conceptual

Haz un mapa conceptual donde el término "elementos" sea el central. Puedes usar como guía los términos que se incluyen a continuación, y recuerda usar flechas para relacionarlos unos con otros, así como añadir palabras que aporten más datos sobre cómo se relacionan entre ellos.



# Enlace químico

## Aprendizaje esperado:

- Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.

## 2.6.1 Modelos de enlace covalente e iónico

Cuando describimos el modelo de capas y las estructuras de Lewis, explicamos que ellos y sus representaciones surgieron para entender el enlace químico; es decir, la unión entre dos átomos para formar moléculas. También discutimos el concepto de valencia, por lo que sabemos que los electrones que se encuentran en las capas más externas de los átomos son los que participan en la formación de los enlaces químicos.

Al saber ahora que las propiedades físicas y químicas de los elementos varían de acuerdo con su posición en la tabla periódica, tenemos las bases para entender que aunque todos los enlaces involucran electrones, no todas esas uniones entre elementos son iguales, sino que dependerán de las características de los átomos que se combinan, lo que se reflejará en las propiedades de las moléculas que resulten de esa unión.



Revisa el avance de tu curso de Química y encuentra en tus libros, apuntes y actividades, ideas o hechos que se relacionan con las diferentes formas en que se unen los átomos formando enlaces.

Organiza esas ideas en una tabla, como la que se muestra enseguida:

Idea o hecho estudiado	Bloque, tema	Cómo se relaciona con los enlaces químicos

Completa la tabla añadiendo una columna en la que expliques brevemente el porqué consideras que ese hecho o concepto estudiado se relaciona con el enlace químico.

Discute estos ejemplos con tus compañeros en sesión de grupo y conserva el trabajo en tu portafolio de evidencias.

Sabemos que Kossel y Lewis, dos químicos que vivieron entre finales del siglo XIX y principios del XX, formularon ideas sobre el acomodo de los electrones en un átomo, partiendo de la necesidad de explicar los enlaces químicos.

Kossel observó lo que revisamos respecto a las tendencias periódicas de los elementos: que en el grupo 1 todos contienen un solo electrón en su capa de valencia, y su valencia es 1, por lo que sus características físicas y propiedades químicas son similares. También notó que todos los elementos de este grupo tienden a formar cationes (iones positivos), específicamente con una sola carga:  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , etcétera.

La propuesta de Kossel para explicar este comportamiento era que al perder un electrón de su capa de valencia, los átomos sólo permitían que quedaran capas completas, que eran las internas. Además, hizo observaciones y reflexiones sobre los elementos del grupo 17, que también tienen valencia 1, forman aniones (iones negativos), y que en este caso presentan una sola carga:  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ . En este caso la explicación indicaba que para los átomos era más favorable ganar un electrón —el que les daba la carga negativa— y así tener una capa completa.

La teoría de Kossel era útil para explicar cómo funcionaban los enlaces entre elementos que se encontraban muy alejados en su posición en la tabla periódica, como el cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), que existe debido a la tendencia de los átomos de cloro para formar el anión cloruro  $\text{Cl}^-$ , y en este caso tomando el electrón que necesita para completar su capa de un átomo de sodio, convirtiéndolo en catión sodio  $\text{Na}^+$ , así que éste al perder un electrón, consigue tener sólo capas de electrones completas y quedan unidos formando el compuesto a través de fuerzas electrostáticas que hacen que cargas opuestas se atraigan, formando lo que se llama un enlace iónico.

Aunque la teoría de Kossel y la de Lewis son muy parecidas, la de Lewis es más amplia y explica no sólo los compuestos con enlaces iónicos, sino los que se crean sin que necesariamente haya formación de iones y atracción de cargas eléctricas.

Tal como revisamos en el tema 2, Lewis propuso una forma esquemática de representar a los átomos y sus electrones de valencia, en la que se resume su teoría y ayuda a visualizar y entender cómo se forman los enlaces. Con las estructuras de Lewis, en que los electrones de valencia se agrupan en pares y tienden a interactuar para completar capas de valencia con ocho electrones, se explican no sólo los enlaces iónicos, en los que hay transferencia de electrones de un átomo a otro, sino enlaces en que dichos electrones no nada más se transfieren, que también se comparten; a este tipo de enlaces se les llama covalentes y se forman entre átomos de elementos que están más cercanos en la tabla periódica.

## Explora

En equipo, elabora un esquema de la tabla periódica, donde indiquen las regiones en que hay elementos que formarán enlaces iónicos y enlaces covalentes. Toma en cuenta los conceptos que se explicaron en este Bloque y, si lo consideras necesario, busca información adicional en otros libros. De preferencia utiliza materiales de reúso para tu esquema.

Compartan con el grupo sus esquemas, y expliquen cómo representaron las relaciones entre los elementos de la tabla periódica respecto a la formación de enlaces. Entréguelo a su profesor para que lo evalúe. Guarden su trabajo en el portafolio de evidencias.

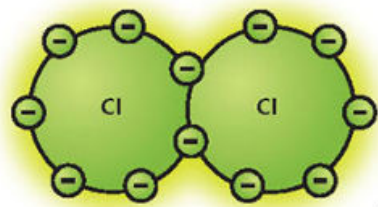


Fig. 2.51 Dos átomos de cloro comparten un par de electrones entre ellos formando un enlace covalente.

### Enlaces covalentes

En el tema 2 de este Bloque ya expusimos el ejemplo de cuando dos átomos de cloro se unen para formar una molécula de cloro ( $Cl_2$ ), donde cada átomo de cloro tiene siete electrones en su capa de valencia y necesita otro para completar ocho para tener una capa completa, lo que se logra cuando se acercan dos átomos iguales y cada uno presta un electrón al otro sin que ninguno de los dos lo gane o lo pierda. Los electrones se comparten entre ambos átomos (figura 2.51).

Cuando se trata de átomos de elementos iguales, como en este caso que son dos átomos de cloro, se dice que es un enlace covalente puro, que se forma a partir de que los electrones de enlace están siendo compartidos equitativamente entre ambos átomos.



Fig. 2.52 Cuando se comparte un par de electrones entre hidrógeno y cloro para dar HCl, el cloro ejerce una mayor atracción sobre los electrones.

Al tratarse de elementos diferentes, los electrones de enlace no siempre se comparten equitativamente, porque de acuerdo con las características de cada uno, sucede que alguno de los átomos involucrados en el enlace tiene una mayor capacidad para atraer a los electrones hacia sí. Por ejemplo, en la molécula de cloruro de hidrógeno HCl (g), el par de electrones es más atraído hacia el cloro, sin que este átomo se quede por completo con los electrones —como sucede en los enlaces iónicos—, pero de cualquier manera aunque no forme un anión, se dice que el cloro tiene una carga parcial negativa y el hidrógeno una carga parcial positiva (figura 2.52).

Para diferenciarlos de los enlaces covalentes puros, se les denomina enlaces covalentes polares. En este sentido, cuando hacemos una representación con estructuras de Lewis no necesariamente se distingue de qué tipo de enlace se trata, pero sí es posible conocer las características de los átomos involucrados, e indiquemos que se trata de un enlace covalente polar usando los símbolos  $\delta+$  y  $\delta-$ , para indicar las cargas parciales positivas y negativas, respectivamente.

Esta diferente capacidad de atracción de los electrones que forman un par en un enlace se relaciona con una propiedad llamada electronegatividad, que fue definida por el químico estadounidense Linus Pauling en 1932 como: la capacidad de un átomo en una molécula para atraer hacia él los electrones. Además, esta propiedad varía de forma periódica: al avanzar en un periodo la electronegatividad aumenta, y al descender en un grupo, disminuye. Esta tendencia tiene una relación inversa con el carácter metálico, porque los

metales presentan bajas electronegatividades y los elementos más electronegativos son no metales, específicamente los halógenos del grupo 17 (figura 2.53).

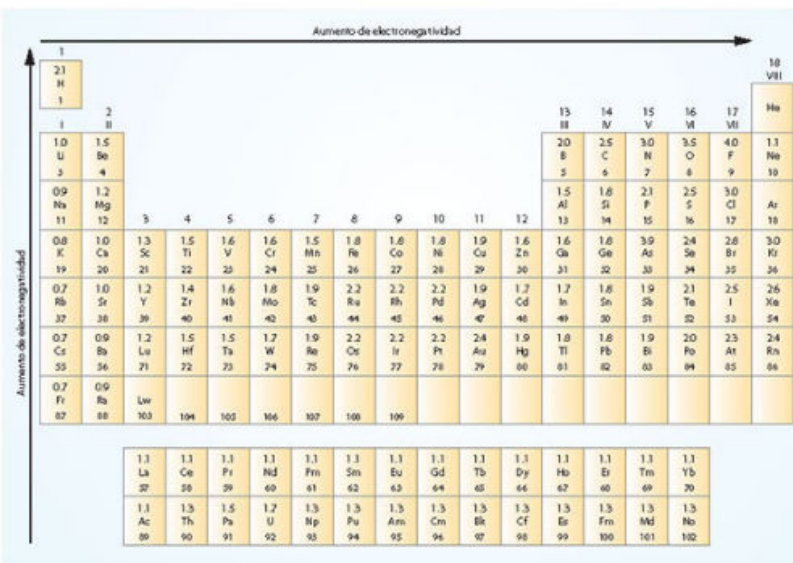


Fig. 2.53 Variación general de la electronegatividad en un grupo y en un periodo.

### Enlaces iónicos

Como ya se mencionó, en los enlaces iónicos no se comparten electrones, porque uno de los átomos involucrados en el enlace los atrae completamente hacia sí, ganándolos a partir de que el otro átomo involucrado los pierda.

Los enlaces iónicos ocurren entre elementos cuyos átomos tienen comportamientos diferentes, en general se da entre metales y no metales, lo que se relaciona directamente con su electronegatividad. Los enlaces entre un elemento muy electronegativo —un no metal— y uno poco electronegativo —un metal— resultará en que el elemento más electronegativo atraiga electrones, dando lugar a un anión que se unirá con el catión formado por el elemento menos electronegativo, sólo a través de interacciones electrostáticas; como éstas no se localizan en un solo lugar, como ocurre con los enlaces formados por un par de electrones, un catión puede atraer a varios aniones a la vez y viceversa, por lo que en los compuestos formados por enlaces iónicos no se puede hablar de una sola molécula sino de redes de iones, aunque sí podemos ejemplificar la mínima representación de esa red. Por ejemplo, para hablar del compuesto iónico cloruro de sodio: aun cuando la sustancia esté compuesta por muchos cationes  $Na^+$ , unidos a otros tantos aniones  $Cl^-$ , dado que en su red iónica hay un catión por cada anión, podemos representarlo con la fórmula  $NaCl$  (figura 2.54).

A primera vista los enlaces covalentes parecen completamente diferentes de los iónicos y podríamos decir que los átomos de los compuestos covalentes son “más compartidos”, mientras que los participantes en enlaces iónicos no son “muy equitativos” respecto a los electrones. Sin embargo, en su modelo, Lewis también estableció que ambos tipos de enlaces son extremos de un mismo fenómeno, pensando que en los puntos intermedios se encuentran los enlaces covalentes polares.

En esta variación entre enlaces iónicos y covalentes la electronegatividad es importante: si la diferencia de electronegatividad es suficientemente grande —es decir, si los elementos que formarán el enlace están muy alejados en la tabla periódica—, el átomo más electronegativo logrará atraer por completo a los electrones, generando la formación de un enlace iónico, pero si la diferencia de electronegatividades es menor, —que los elementos que formarán en enlace estén más cercanos en la tabla periódica—, los átomos compartirán los electrones formando un enlace covalente.

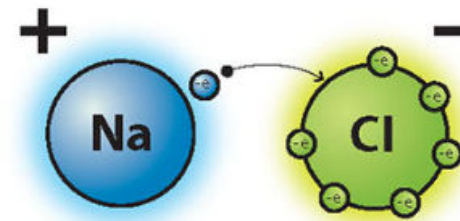


Fig. 2.54 En un enlace iónico los electrones no se comparten, sino que se transfieren, dando lugar a iones de cargas opuestas que permiten la formación del enlace.



A partir de las fórmulas de las siguientes sustancias, y de acuerdo con lo que ahora sabes sobre enlaces, clasifícalas como compuestos iónicos o covalentes:

- KCl, cloruro de potasio
- $H_2O$ , agua
- $CH_4$ , metano
- $O_2$ , oxígeno
- $CaCl_2$ , cloruro de calcio
- NaF, fluoruro de sodio

Revisa las sustancias que clasificaste como covalentes y decide si los enlaces que las unen son puros o polares. Comparte tus conclusiones con el equipo, explica las decisiones que tomaste en la clasificación y escucha las ideas de tus compañeros.

Entre todos escriban conclusiones que tomen en cuenta las reflexiones de cada uno, y discutan y escriban las dudas que les quedaron al concluir esta actividad. Guarden su trabajo en el portafolio de evidencias.

## Aprendizaje esperado:

- Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).



Fig. 2.55 Los diferentes estados de agregación de los materiales son resultado de las interacciones que existen entre las partículas que los forman.

## 2.6.2 Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico

Hemos hablado de características de las sustancias que están relacionadas con la apariencia de los materiales, por ejemplo, brillo y color, así como de otras que nos indican ciertas propiedades de los materiales, como conductividad y dureza. En todos esos casos nos estamos refiriendo a un conjunto macroscópico de partículas que conforman a la sustancia: un material es, justamente, una muestra macroscópica y aunque sus propiedades son resultado de que esté conformado por ciertas partículas, esas mismas propiedades no se observan en los átomos individuales.

Esto mismo sucede con propiedades de los materiales en todos los estados de agregación de la materia. No podemos hablar de que existan átomos sólidos, líquidos o gaseosos, ya que el estado de agregación tiene sentido sólo en conjuntos de átomos y es resultado de si esos átomos están agregados en conjuntos compactos —estado sólido—, algo separados —estado líquido— o muy alejados —estado gaseoso—. Para entender cómo se agrupan los átomos dando lugar a materiales, es importante entender cómo son las interacciones que los mantienen unidos, lo cual revisaremos a continuación (figura 2.55).

### Materiales formados por moléculas

Dentro de esta clasificación hay una gran variedad de materiales, tanto gaseosos como líquidos y sólidos. El estado de agregación en que se encuentren dependerá entonces de qué tan fuertes sean las atracciones que se den entre moléculas.

En este tipo de materiales debemos tener en cuenta que, por un lado, existen los enlaces químicos covalentes, que unen a los átomos formando las moléculas individuales y, por otro, las **interacciones intermoleculares**. Una de las principales diferencias entre enlaces químicos covalentes y atracciones intermoleculares es que para separar enlaces es necesario que ocurra un cambio químico o, dicho de otro modo, una reacción, mientras que para romper atracciones intermoleculares sólo se requiere un cambio físico. En los cambios de estado de la materia, lo que sucede es que esos cambios afectan la fuerza de las interacciones intermoleculares, con lo que las moléculas están más cercanas (estado sólido) o más lejanas (estado gaseoso), sin que los enlaces químicos se vean afectados.

Otra diferencia entre los enlaces químicos covalentes que forman moléculas es que dado que los pares electrónicos de enlace están ubicados entre los átomos que se unen, se dice que la interacción tiene **direccionalidad** definida, mientras las interacciones intermoleculares pueden o no tener una dirección definida. En el caso de los materiales formados por moléculas, para que existan en estado sólido se requiere que las atracciones entre moléculas sean lo suficientemente fuertes como para que se contrapongan al movimiento natural que tienen estas moléculas, logrando que se sitúen en posiciones fijas y cercanas a las moléculas que las rodean.

Aunque enlaces covalentes e interacciones intermoleculares son diferentes fenómenos, la naturaleza de los enlaces que forman a cada molécula también influye

en cómo se agrupan éstas, de manera que, dependiendo del tipo de enlace covalente que forma a las moléculas, hay materiales moleculares polares y no polares.

- **Materiales moleculares no polares:**

Están formados por compuestos de carbono e hidrógeno que, de forma natural se obtienen de la refinación del petróleo, que es una mezcla heterogénea de dichos compuestos.

Existen hidrocarburos que se encuentran en estado gaseoso a temperatura ambiente, como el metano  $\text{CH}_4$ , principal hidrocarburo en el gas natural, así como los que están en estado líquido, como sucede con heptano  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  y octano  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , principales hidrocarburos en la gasolina. Por sus características, la parafina usada en velas es un sólido molecular covalente no polar, con una mezcla de hidrocarburos con cadenas que tienen desde 20 ( $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ ) hasta 40 ( $\text{C}_{40}\text{H}_{82}$ ) átomos de carbono (figura 2.56).

Las interacciones que mantienen unidas a moléculas no polares se deben a la formación de dipolos instantáneos. Como ya vimos, las moléculas con enlaces covalentes no polares, son así porque tienen una distribución de los electrones uniforme, no hay uno de los átomos que participe en el enlace que los atraiga más; sin embargo, por el movimiento natural de los electrones, puede ocurrir que en un instante la mayor parte de los electrones de la molécula quede en un solo lado, generando ahí una carga parcial negativa instantánea y del otro lado, una carga parcial positiva. Aunque esto ocurre en un instante, en las moléculas que están cercanas al dipolo instantáneo que se formó, también puede ocurrir que se formen dipolos inducidos de manera instantánea, haciendo que las moléculas se atraigan y permanezcan más juntas.

Este tipo de interacciones se dan en la superficie de las moléculas, así que mientras éstas sean más grandes, la fuerza de la interacción también será mayor, lo que explica la tendencia de los puntos de fusión y ebullición que acabamos de ejemplificar con los diferentes estados de agregación de los hidrocarburos: los que están formados por moléculas de menor tamaño (1 a 4 átomos de carbono) tienen bajos puntos de fusión y ebullición —son gaseosos a temperatura ambiente—, porque sus moléculas forman dipolos instantáneos e inducidos más débiles; si la molécula de hidrocarburo contiene más átomos (5 a 17 átomos de carbono) será líquido a temperatura ambiente, debido a que con un mayor tamaño las interacciones serán lo suficientemente fuertes para acercar a las moléculas, aunque no lo suficiente para mantenerlas en una sola posición. Finalmente, cuando el tamaño de las moléculas de hidrocarburo es mayor (más de 18 átomos de carbono), encontramos que son materiales sólidos a temperatura ambiente, ya que los dipolos instantáneos-dipolos inducidos también logran dejar a las moléculas en una sola posición.

Los lípidos, biomoléculas que se estudiaron en la sección anterior, son un ejemplo de materiales formados por moléculas no polares que, debido a su tamaño, existen a temperatura ambiente tanto en estado líquido como sólido.

El hecho de que este tipo de interacciones no tengan una dirección definida hace que cuando se agrupan los conjuntos de moléculas, incluso en estado sólido no estén ordenados, lo que conlleva a que estos materiales tengan, además de puntos de fusión bajos, densidades bajas. Los sólidos también se clasifican como amorfos (que no tienen una forma característica o definida), por lo que tampoco son duros sino más bien moldeables.



Fig. 2.56 Los hidrocarburos, derivados del petróleo, son una gran variedad de sustancias con propiedades diferentes, las cuales se pueden explicar, porque se trata de materiales covalentes no polares.



### Glosario

#### interacciones intermoleculares.

Fuerzas que se dan entre moléculas independientes, sean del mismo tipo o diferentes.

**direccionalidad.** Característica de una interacción que indica que está localizada y se da en una sola dirección.

### Leer...

La naturaleza discontinua de la materia  
Al leer el libro, encontrarás respuesta a las diferencias que existen al analizar la materia a nivel macroscópico y molecular.  
García, Horacio, *La naturaleza discontinua de la materia*, México, SEP-Santillana, 2002.



### TIC

Para saber más sobre el petróleo y los hidrocarburos que de él derivan, te invitamos a visitar la página "Cuéntame de México" del INEGI: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/petroleo/> (Consulta: 3 de noviembre de 2016).



Este tipo de materiales no polares pueden mezclarse con otros de sus características; por ejemplo, muchas sustancias con estas características, incluso en estado sólido, se disuelven en líquidos como el hexano ( $C_6H_{14}$ ).

- **Materiales moleculares polares:**

Se forman con moléculas covalentes polares. En este caso, las interacciones intermoleculares son más fuertes que en los no polares, porque al existir dipolos permanentes; las atracciones entre moléculas se dan mediante interacciones dipolo-dipolo, por lo que incluso moléculas polares, de unos cuantos átomos, pueden existir en el estado sólido a temperatura ambiente. Los dipolos permanentes hacen que las interacciones sean más direccionales (figura 2.57).

Un ejemplo de moléculas polares, que ya estudiamos en este contexto, son los carbohidratos, en particular los monosacáridos como la glucosa,  $C_6H_{12}O_6$ , que sabemos existe en estado sólido a temperatura ambiente. Los carbohidratos forman un tipo de interacción dipolo-dipolo muy particular, llamada puente de hidrógeno, que tiene una dirección definida que contribuye a que las moléculas, en este tipo de materiales, tengan arreglos más ordenados.

Este orden y la mayor fuerza de atracción entre moléculas explican que los materiales moleculares polares tengan, además de puntos de fusión de medios a altos, una mayor densidad, comparada con los formados por moléculas no polares.

En el caso particular de los sólidos moleculares polares, el orden de las moléculas da lugar a una organización de sus moléculas en lo que se denomina **estructura cristalina**, que macroscópicamente hace que sean transparentes. Estos materiales cristalinos en general, al estar sometidos a un esfuerzo mecánico, aunque pueden considerarse como

duros, se rompen, así que los clasificamos como frágiles.

El agua ( $H_2O$ ) es un ejemplo de compuesto molecular polar, y aunque se trata de una molécula muy pequeña, sabemos que a temperatura ambiente es un líquido, debido justamente a que las interacciones intermoleculares que presenta son puentes de hidrógeno.

Las características de los enlaces que forman a una sustancia también determinan cómo interactúa con otras; así, los materiales polares, sean gases, líquidos o sólidos, pueden mezclarse con otros iguales, como sucede con el hecho de que el azúcar común (formada por glucosa y fructosa) se pueda disolver en el agua. Los materiales no polares no se pueden mezclar con agua, y el caso más representativo es el agua y el aceite (una mezcla de lípidos en estado líquido).

### Materiales formados por redes de átomos

Además de los materiales formados por moléculas que, al agruparse se atraen a partir de interacciones intermoleculares, existen materiales en los que no se puede hablar de moléculas individuales, porque los átomos que los forman están unidos por enlaces químicos unos tras otros, de manera que es difícil decir dónde empieza y dónde termina una molécula en ellos. Cuando revisamos la naturaleza de los enlaces iónicos, explicamos que los compuestos formados por estos enlaces tienen esa característica: son redes de iones que se atraen entre sí por interacciones electrostáticas.



### Glosario

**estructura cristalina.** Forma ordenada en que se acomodan las partículas que componen a un material sólido.

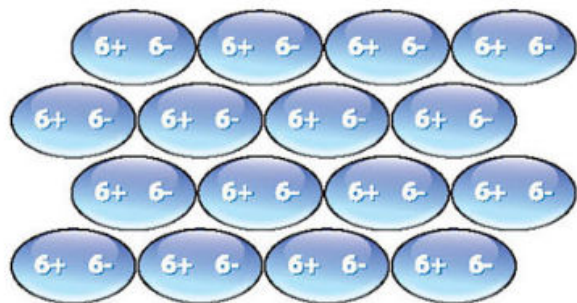


Fig. 2.57 En un sólido molecular polar, las moléculas se acomodan de acuerdo con la interacción entre los dipolos que las forman.

#### Aprendizaje esperado:

- Identifica que las propiedades de los materiales se explican a partir de su estructura (atómica, molecular).

Todos los materiales formados por redes tienen como característica común que poseen altos puntos de fusión, por lo que a temperatura ambiente todos son sólidos; sin embargo, los sólidos iónicos no son el único ejemplo de éstos, como se explica a continuación.

- **Sólidos de red iónica:**

Como ya se dijo, estos materiales corresponden a compuestos iónicos, como el cloruro de sodio ( $NaCl$ ) y otras sales. Por las características de los átomos que los componen (metales combinados con no metales), se forman mediante atracciones electrostáticas entre aniones y cationes (figura 2.58).

Al acercarse unos a otros, los iones generan arreglos definidos, de tal forma que las cargas positivas queden rodeadas de cargas negativas, y viceversa, para minimizar las repulsiones de cargas iguales. Así, los sólidos iónicos son ordenados y tienen apariencia cristalina; sus propiedades varían dependiendo del tipo de átomos que forman a sus iones, pero, además de tener puntos de fusión altos, son duros, aunque frágiles, ya que se rompen al aplicarles esfuerzos mecánicos.

Una característica particular de este tipo de compuestos es que al estar formados iones pueden interactuar con otros materiales de características similares; un ejemplo de esto es que muchas sales pueden disolverse en agua, un compuesto molecular polar.

Aunque los sólidos de red iónica no se consideran materiales conductores de la electricidad, sino aislantes, cuando se disuelven en agua los iones se separan de la red y, al estar libres, en esa condición sí permiten el paso de una corriente eléctrica.

- **Sólidos de red covalente:**

Son aquellos producto de la combinación de átomos no metálicos a partir de enlaces covalentes que, por las características de los átomos, permiten hacer una red unida sólo por enlaces covalentes, de manera que sus puntos de fusión son muy altos, porque para separar la red es necesario romper enlaces covalentes, lo que requiere de mucha energía.

La estructura de este tipo de sólidos puede ser muy ordenada y cristalina, o menos ordenada, dependiendo de qué tanto se extienda la red covalente, incluso cuando al unirse se trata del mismo tipo de átomos.

Un ejemplo de esto es el carbono, que en la naturaleza existe en dos formas alotrópicas, dos estructuras cristalinas diferentes: diamante y grafito, que son materiales con apariencia y propiedades muy diferentes. Por un lado, el diamante es un sólido transparente y cristalino, además de tener una alta dureza, por lo que es casi imposible romperlo (para cortar diamantes, los joyeros usan herramientas con puntas de diamante); por otro lado, el grafito —que empleamos en las puntas de los lápices— es opaco y grisáceo, además de que no es duro sino más bien moldeable (figura 2.59).

Aunque ambos materiales están formados por el mismo tipo de átomos, unidos por enlaces covalentes, las diferencias surgen por el arreglo y la dirección de dichos enlaces, lo que resulta en estructuras cristalinas diferentes.

- **Sólidos de red metálica:**

Ya estudiamos lo suficiente a este tipo de materiales, porque se trata de la estructura en la que se conforman todos los metales de la tabla periódica, así como sus

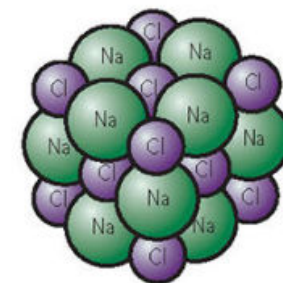


Fig. 2.58 En una unidad de cloruro de sodio existe una cantidad de iones sodio que puede neutralizar a los iones cloruro presentes.



Fig. 2.59 A simple vista parecen materiales totalmente diferentes, y aunque en realidad por sus características lo son, grafito y diamante están formados por el mismo tipo de átomos, la diferencia está relacionada con la estructura cristalina.

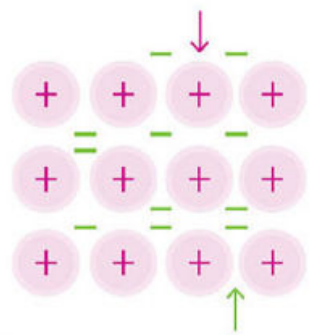


Fig. 2.60 Esquema simplificado del modelo del "mar de electrones" que explica la formación de redes metálicas.

combinaciones (aleaciones). Recordemos las propiedades de los átomos de los metales: sus átomos tienen mayor tamaño, por lo que en general atraen menos a sus electrones, resultando que son elementos poco electronegativos, ya que al estar frente a otros átomos tienden a perder electrones más que a ganarlos. Estas características hacen que, cuando tenemos conjuntos de átomos de metales, sus electrones de valencia puedan moverse con cierta libertad pasando de unos átomos a otros, y formando un flujo de electrones que rodea a los núcleos positivos, al que también se le llama "mar de electrones" (figura 2.60).

El hecho de que los electrones en un material metálico tengan esta libertad, da como resultado el brillo metálico y su conductividad eléctrica y térmica. Además, la facilidad de moldearse de los metales se relaciona con el hecho de que los electrones que mantienen unidos a los átomos, pueden moverse con facilidad y sin separarse.

Hay metales de diversas densidades, pero esta característica, a diferencia de lo que sucede con otros materiales, más que de su red, depende de la masa de los átomos que la forman.

### Explora

Organízate con todo tu grupo para modelar los diferentes tipos de enlaces e interacciones que forman a los materiales; por ejemplo, para ejemplificar las interacciones en materiales moleculares, utilicen sus sillas y mesas: comiencen con cada uno en sus lugares, de la forma en la que suelen sentarse, consideren ese como un estado gaseoso, y observen que si su profesor les pide levantarse y cambiarse de lugar, pueden hacerlo con facilidad. Después acerquen su mesas y sillas, verán cómo su movilidad estará reducida y tendrán que tomar más en cuenta los movimientos de las demás "partículas" –sus compañeros. Finalmente, acerquen lo más posible sus sillas y mesas, y se darán cuenta que en ese caso la movilidad de quienes queden en medio, estará completamente restringida, sólo podrán quedarse cada uno en su lugar, como sucede con las partículas.

Ahora prueben otras formas de ejemplificar los modelos de interacción, ¿cómo podrían realizar la representación de una red covalente?, ¿y de una red metálica?

Al final de la actividad cada uno escriba sus conclusiones sobre lo que aprendieron y pidan a su profesor que resuelva las dudas que surgieron. Guarden este trabajo en el portafolio de evidencias.



## ¡Manos a la Química!

### Propiedades de los sólidos y sus enlaces

#### Introducción

Los materiales sólidos que nos rodean existen a temperatura ambiente en ese estado de agregación debido a la existencia de interacciones entre partículas que son lo suficientemente fuertes para mantenerlas unidas. Como acabamos de ver, dependiendo de las características de esos enlaces es que serán las propiedades de los materiales. En este experimento revisaremos esas propiedades para corroborar que su comportamiento está de acuerdo con el indicado por el modelo de enlace que le corresponde, según las características de los componentes.

#### Necesitas (por equipo):

- Gradilla o soporte para tubos de ensayo
- Varilla de vidrio (agitador)
- Mechero Bunsen
- Cerillos o encendedor
- 5-15 tubos de ensayo
- Una espátula
- Cucharilla de combustión
- Soporte o tripié
- Un vidrio de reloj
- Lupa
- Pinzas para tubo de ensayo
- Tela de alambre para calentar

- Vaso de precipitados o recipiente metálico para baño maría
- Hexano ( $C_6H_{12}$ ),\*\* de preferencia en un gotero (se puede usar otro disolvente no polar como tetracloruro de carbono =  $CCl_4$ )
- Agua ( $H_2O$ ), de preferencia en un gotero
- Aparato para determinar conductividad

SUSTANCIAS RECOMENDADAS (se pueden usar menos o probar con otras)

- Un trozo de alambre de cobre (Cu) (o una lámina)
- Un trozo de hierro (Fe) (se puede utilizar un clavo o limadura de hierro)
- Cloruro sodio NaCl (aproximadamente 1 g)
- Dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) (aproximadamente 1 g)\*
- Ácido esteárico  $C_{18}H_{36}O_2$  (aproximadamente 1 g)
- Azúcar de mesa, sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) (aproximadamente 1 g)

\* El dióxido de silicio se puede conseguir en forma de arena o trozos de cuarzo.

\*\* EL HEXANO ES INFLAMABLE.

#### Precauciones:

- Usa bata de laboratorio y lentes de seguridad. De ser posible utiliza guantes de látex como los de dentistas y médicos.
  - No toques directamente ninguno de los reactivos, si alguno de ellos entra en contacto con tu piel u ojos, se deben lavar inmediatamente con abundante agua y dar aviso al profesor.
- MANTÉN ALEJADO, EN TODO MOMENTO, AL HEXANO DE CUALQUIER FUENTE DE CALOR O FLAMA ABIERTA.
- Este experimento requiere la supervisión del profesor.

#### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos.

- 1) Coloca en tubos de ensayo, diferentes y etiquetados, cada una de las sustancias. Usa una espátula cuando sea necesario.
- 2) Observa las características de las muestras. Si lo requieres, utiliza una lupa. Anota tus observaciones.

Realiza las siguientes pruebas.

#### A. Prueba de dureza y fragilidad

- A1) Con la espátula toma un poco de una de las muestras y ponla en el vidrio de reloj. Prueba su dureza y/o fragilidad aplastándola con la varilla de vidrio o la espátula.
- A2) Observa lo que sucede, ¿la sustancia resiste, se aplasta o tal vez se rompe? Anota tus observaciones.
- A3) Repite la prueba con cada una de las muestras que tengas. No olvides recabar tus observaciones.

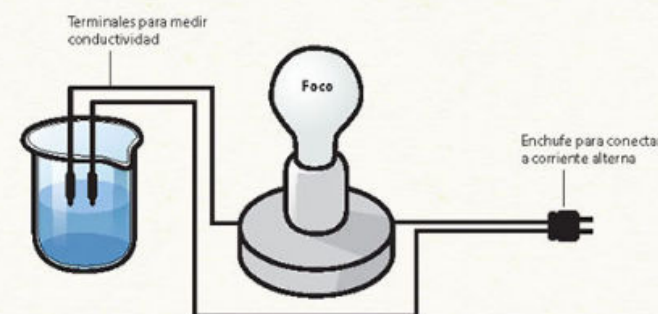
#### B. Prueba de punto de fusión

- B1) Monta un sistema para baño maría: enciende el mechero Bunsen y colócalo bajo tu soporte o tripié, en el soporte coloca una tela de alambre y sobre ésta caliente agua en un vaso de precipitados o un recipiente metálico.
- B2) Antes de que el agua esté muy caliente, coloca tubos de ensayo con un poco de las muestras para calentar a baño maría. Revisa qué sucede con cada material. Anota tus observaciones.
- B3) Si después de cinco minutos de calentamiento, mientras el agua esté hirviendo, no ves ningún cambio, puedes deducir que la sustancia tiene un punto de fusión más alto. Si cuentas con una cucharilla de combustión, o con la misma espátula, pon a calentar a flama directa un poco de la muestra. Anota tus observaciones.

#### C. Prueba de solubilidad en agua

- C1) Toma una muestra de cada sustancia y colócala en un tubo limpio y seco. No olvides etiquetar el tubo para conocer de qué sustancia se trata.
- C1) Con el gotero, añade agua hasta  $\frac{3}{4}$  partes del tubo.
- C1) Agita vigorosamente, con cuidado de no derramar el agua. Observa: ¿qué sustancias se disuelven? ¿Cuáles no? Escribe tus respuestas.

#### D. Prueba de solubilidad en hexano u otro disolvente no polar.



- D1) Con tubos limpios y etiquetados, repite el procedimiento C que se describió para el agua. Anota tus observaciones.
- AL TRABAJAR CON DISOLVENTES VOLÁTILES COMO EL HEXANO, DEBES MANTENERLOS SIEMPRE ALEJADOS DE FLAMAS ABIERTAS O FUENTES DE CALOR.
- E. Pruebas de conductividad
- E1) Realiza la prueba de conductividad en estado sólido en todas las sustancias que estás estudiando. Utiliza un equipo para indicar conductividad, como el que se muestra en el esquema. Anota tus observaciones, ¿en qué casos se puede decir que el sólido conduce la corriente eléctrica?
- E2) Haz pruebas de conductividad en disolución. Comprueba si las sustancias que se disolvieron en alguno de los disolventes (polares o no polares) conducen la electricidad al estar disueltas. **ESTA PRUEBA ES SÓLO PARA SUSTANCIAS EN LAS QUE OBSERVES UNA COMPLETA DISOLUCIÓN.** Anota tus observaciones ¿en qué casos se puede decir que la disolución conduce la corriente eléctrica? Si utilizas un aparato simple como el de la imagen, la indicación de que hay corriente eléctrica será que el foco encienda.

► Explica

Elabora un reporte en el que contestes las siguientes preguntas e incluyas tu tabla de observaciones y resultados. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte deberá formar parte del portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. Con ayuda de la información que tienes y de otras fuentes, clasifica a los materiales con los que trabajaste de acuerdo con sus interacciones.
2. Compara el comportamiento esperado con el que observaste. Si hay diferencias, busca alguna explicación razonable.
3. ¿Qué prueba consideraste como más útil para obtener información acerca de la naturaleza de los enlaces de las sustancias estudiadas?
4. Si pudieras hacer otra prueba, ¿qué sugerirías?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

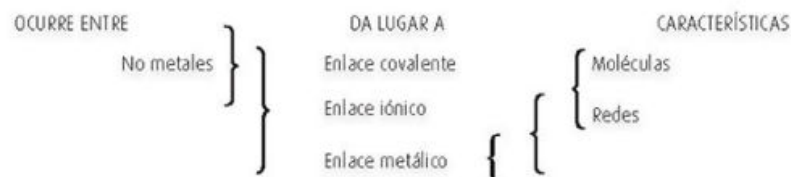
Para concluir

Los materiales con los que tratamos día a día están formados por átomos, así que entender cómo funcionan éstos y su estructura nos ayuda a conocer las sustancias; sin embargo, no es suficiente conocer las partículas sino también será necesario entender las interacciones que las mantienen unidas, para tener una visión más integral de los fenómenos químicos que ocurren en el entorno.

Para integrar

Cuadro sinóptico

Organiza en un cuadro sinóptico los conceptos y las ideas que se presentaron en este tema. Puedes tomar como base el que se muestra y completarlo o diseñar uno nuevo partiendo de lo que aprendiste.



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

Toda la materia que forma al Universo, del cual formamos parte (al menos la que conocemos a partir de la investigación científica) está hecha con átomos. Como estudiaste en la tabla periódica, los elementos descubiertos no son muchos y gran parte de ellos son escasos o no existen de manera natural, por tanto, la diversidad de materiales que hay se deben a la formación de compuestos en diferentes combinaciones y proporciones de átomos de los elementos conocidos.

Nuestro cuerpo, al estar formado por materia, es una amplia colección de mezclas y compuestos hechos con átomos de sólo unos cuantos tipos de elementos, principalmente de aquellos que forman a la materia orgánica: carbono (C), oxígeno (O<sub>2</sub>), hidrógeno (H<sub>2</sub>), nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), y otros más.

La alimentación y la respiración nos aportan continuamente los elementos que necesitamos en mayor o menor proporción para mantener nuestro estado de vida y salud, así como la excreción nos permite desechar las sustancias que ya no necesitamos y que pueden ser nocivas.

La carencia de alguno de estos elementos puede resultar dañina, e incluso fatal, para nuestro cuerpo, pero también cabe la posibilidad de que nuestra salud se vea afectada por la presencia de elementos extraños a nuestro cuerpo, como es el caso de los metales pesados incluidos en la tecnología y cuyo mal manejo puede llevarnos a consumirlos o estar expuestos a ellos sin darnos cuenta o sin tener conciencia de ello.

Los metales pesados son la causa de la aparición de padecimientos relacionados con desórdenes en el funcionamiento de nuestros tejidos y, por ende, en la aparición de enfermedades ocasionadas por ellos y asociadas a organismos patógenos que aprovechan la oportunidad para desarrollarse.

Los metales pesados también constituyen un grave problema en la salud de los ecosistemas, porque al igual que nos dañan pueden afectar a otros seres vivos, cambiando el equilibrio y las condiciones de los ecosistemas; provocan daños tan drásticos que no sólo afectan al equilibrio sino causan la desaparición de algunas especies y del ecosistema mismo.



Fig. 2.61 La investigación científica nos ha permitido conocer los elementos que integran la materia en nuestro planeta y en el Universo.



Fig. 2.62 Las baterías que usan los automóviles contienen plomo, uno de los metales pesados más nocivos para la salud y los ecosistemas.

Tabla periódica

Período	Grupo																	18		
1	1	H																	He	
2	2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	7	Fr	Ra	Ac	Unq	Unp														
Lantánidos	6	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu					
Actínidos	7	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr					

Fig. 2.63 Los principales elementos que forman a los seres vivos son sólo unos cuantos de los conocidos.

La salud es lo más valioso que poseemos y la química nos proporciona la información necesaria para generar y observar hábitos de alimentación, conducta y consumo que nos permitan mantenerla en buen estado, así como las condiciones sanas y sustentables de los ecosistemas de los que dependemos. Por ello, resulta necesario actuar de una forma científicamente informada para tomar las decisiones correctas que propicien el fomento de la salud.

**Planea tu proyecto. Inicio**

Intégrate con tu equipo de trabajo y recopilen la información contenida en sus portafolios, cuaderno de trabajo y libro de texto para documentar el trabajo previo de su proyecto.

Con base en la información que tienen, discutan y elijan entre las siguientes preguntas como eje de su proyecto:

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

Como en el proyecto del primer Bloque, la elección de la pregunta eje de su trabajo debe responder a sus inquietudes personales y a las posibilidades con que cuentan para elaborar propuestas que les permitan resolver uno o varios problemas personales, de su familia o de la comunidad, en los que apliquen los contenidos estudiados en el Bloque.

En la siguiente tabla hay ejemplos de cómo plantear preguntas de reflexión y pueden usarlas como guía para formular las del tema que hayan seleccionado. Una vez que generaron sus preguntas, investiguen las respuestas en fuentes confiables:

Pregunta	Respuesta	Fuente de información
¿Cuáles son los elementos que constituyen la materia de que estamos hechos los seres humanos?		
¿En qué proporción se encuentran los elementos que forman a los seres humanos?		
¿Cómo llegan a nuestro cuerpo los elementos que necesitamos?		
¿Cuáles alimentos contienen los elementos que necesitamos?		
¿Qué relación existe entre la alimentación correcta y el aporte de elementos necesarios para nuestro cuerpo?		
¿Estoy consumiendo los elementos necesarios en mi dieta?		
¿Qué elementos pesados son nocivos para la salud humana y de los ecosistemas?		
¿En qué productos tecnológicos se usan los metales pesados?		
¿Cuáles son los efectos de los metales pesados en la salud humana y en los ecosistemas?		
¿Cómo pueden llegar los metales pesados a nuestro cuerpo y a los ecosistemas?		
¿Cuáles son las formas correctas e incorrectas de disponer de los productos tecnológicos de desecho que contienen metales pesados?		
¿Con qué tipo de metales pesados podrías estar en contacto?		
¿Qué hábitos de consumo y conducta son importantes para evitar el contacto con metales pesados?		
En caso de que ninguno de los dos temas les satisfaga, ¿qué pregunta relacionada con el Bloque podrían plantear como eje de su proyecto?		
¿Por qué y para qué elegirían cada pregunta eje?		

La elaboración de preguntas reflexivas sobre el tema que desean seleccionar es útil para externar y escuchar ideas que les permitan elegir adecuadamente su pregunta eje o tema del proyecto.

Ya que han elegido un tema, es preciso tomar en consideración el tipo de proyecto que harán; recuerden que puede hacer un proyecto científico, tecnológico o ciudadano, y que hacer uno u otro depende del tema que eligieron y de acuerdo con sus compañeros de equipo.

Las dos preguntas que sugerimos como eje de su proyecto pueden estar relacionadas íntimamente con la salud, por lo que la modalidad de trabajo científico es bastante limitada, entonces es más conveniente desarrollar proyectos tecnológicos o ciudadanos.

Con el fin de que establezcan cuál es la modalidad más adecuada para el desarrollo del proyecto, discutan acerca de las ventajas, desventajas y aportaciones que pueden hacer a la comunidad, a la familia o en lo personal para fomentar la salud con base en la información de los elementos, ya sea los que necesitamos para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo o de los metales pesados que nos afectan. Pueden utilizar una tabla como la que se muestra en seguida para concentrar sus reflexiones.

Tipo de trabajo	Ámbito	Ventajas	Desventajas	Posibles aportaciones
Científico	Comunitario			
	Familiar			
	Personal			
Tecnológico	Comunitario			
	Familiar			
	Personal			
Ciudadano	Comunitario			
	Familiar			
	Personal			

El siguiente paso es establecer los propósitos que respondan a sus inquietudes, en los cuales expresen lo que quieren conseguir y sus razones para ello, donde cobra una enorme importancia dejar abierta la posibilidad de dar seguimiento a su proyecto; es decir, evaluar el efecto de sus propuestas en los diferentes ámbitos a los que se dirijan en el mediano y largo plazo; por ejemplo, si se han cambiado los hábitos alimentarios en su comunidad o los hábitos de desecho de productos que contienen metales pesados.

También es momento de proponer la hipótesis de trabajo. No olviden hacer propuestas acordes con las ideas de desarrollo y consumo sustentables.

**Planea tu proyecto. Desarrollo**

Para planear las actividades es indispensable hacer el cronograma de trabajo. Con él podrán organizar, de manera ordenada, las dos semanas con que cuentan para realizar el proyecto, e incluir las actividades que harán, la secuencia que seguirán y el tiempo que les llevará su desarrollo.

Usen la siguiente tabla como guía y asignen las actividades, el tiempo de realización y los responsables en cada caso.



**TIC**

Infórmate más acerca de los elementos considerados metales pesados y los daños que provocan a la salud en: [http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prcb-amb/metales\\_pesados.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prcb-amb/metales_pesados.aspx) (Consulta: 3 de noviembre de 2016).



Fig. 2.64 Uno de los propósitos de los proyectos es fomentar conductas sanas de desecho de materiales.

## Cronograma del proyecto

Cronograma del proyecto				
Pregunta eje y nombre del proyecto:				
Integrantes del equipo:				
Etapa del trabajo	Aspectos a cubrir	Actividad	Tiempo de realización	Responsables
Inicio	Elección del tema	Investigación y discusión		
	Elección del tipo de trabajo	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de hipótesis	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de propósitos	Discusión y acuerdos		
Desarrollo	Investigación bibliográfica	Investigación en diversas fuentes		
	Diseño de las actividades necesarias	Escribir el diseño con las preguntas: ¿qué hacer? ¿Cómo hacerlo? ¿Con qué se hará? ¿Cómo conseguir los materiales? ¿Cuál es el costo?		
	Diseño de instrumentos para la obtención y el análisis de resultados	Elaboración de tablas, gráficas y modelos		
Cierre	Análisis de resultados	Discusión		
	Validación de hipótesis	Comparación de la hipótesis con los resultados		
	Obtención de conclusiones	Discusión y acuerdos		
	Comunicación	Instrumento acordado por el grupo		
	Evaluación del proyecto	Análisis de los aspectos del trabajo		
	Autoevaluación	Análisis de la participación personal		



Las actividades que deben realizar para desarrollar su proyecto dependen del tipo de trabajo y del tema seleccionado.

Por ejemplo, si decidieran usar el tema de los elementos químicos importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo y un proyecto ciudadano, será necesario que se documenten acerca de cuáles son esos elementos químicos, en qué alimentos se encuentran y la cantidad que contienen.

El producto de su proyecto podría ser una tabla donde sugieran dietas correctas en las que se combinen alimentos en las proporciones adecuadas para mantener la salud, dicha tabla podría promoverse entre la comunidad y con ello idear un mecanismo de control; por ejemplo, encuestas en diferentes fechas que permitan hacer un seguimiento para evaluar el impacto que su propuesta ha tenido en la modificación de hábitos alimentarios en la comunidad.

Tomando en cuenta lo anterior, su hipótesis podría ser: La promoción de una tabla de dietas puede modificar los hábitos alimentarios de la comunidad.

Fig. 2.65 Para seguir una dieta correcta es necesario informarse sobre los nutrientes que necesitamos.

Si deciden trabajar con el tema de las implicaciones en la salud o en el ambiente de algunos metales pesados, realizando un proyecto tecnológico, la investigación bibliográfica que deben hacer necesita cumplir con tres ejes:

- Cuáles son los metales pesados con los que podrían estar en contacto ustedes y el ecosistema donde viven.
- Cuáles son los daños que provocan los metales pesados en la salud y en los ecosistemas.
- Cuál es la mejor forma de evitar el contacto con metales pesados y cómo de desecharlos.

Con esta información podrán diseñar un producto tecnológico, por ejemplo, un contenedor adecuado para desechar, almacenar y transportar materiales que contengan metales pesados.

En este caso su hipótesis podría ser: Contar con depósitos adecuados para desechar materiales con metales pesados previene los daños que éstos provocan en la salud humana y de los ecosistemas.

Con base en la información que han recabado ahora pueden diseñar las actividades necesarias para cumplir con los propósitos que se han planteado.

Esta parte es significativamente importante porque en ella se diseña, planea y lleva a cabo lo necesario para llegar a los propósitos; es decir, se trata de decidir: ¿cómo se cumplirán los propósitos?

Al igual que la investigación bibliográfica, esta parte del trabajo depende íntimamente del tema, del tipo de trabajo elegido y de los propósitos. Cada actividad está encaminada a resolver un problema o cuestionamiento específico.

En las propuestas de tipo científico, cada experimento se debe diseñar con las particularidades del caso que se atiende, así como las condiciones y los recursos con que se cuenta. En cada propuesta de desarrollo tecnológico se debe cumplir con ciertos parámetros, como la efectividad, durabilidad, permanencia y un análisis de costo beneficioso. Las propuestas ciudadanas deben considerar las condiciones particulares de la comunidad a la que se dirige, que resuelva problemas sociales y concientice a la población a cambiar a hábitos y costumbres hacia prácticas sustentables y económicas.

La obtención y el registro de observaciones es una parte significativa para realizar un buen análisis de resultados. Tener claro el tipo de datos que obtendrán, las características de los modelos que requieran para explicar, los prototipos o productos tecnológicos que pondrán en práctica, y la manera en que analizarán la información, les permitirá prever la forma más conveniente de hacer el registro y la concentración de la información. Elaborar tablas es una buena opción para hacer gráficas y modelos con la finalidad de realizar el análisis con mayor facilidad.

### Planea tu proyecto. Cierre

Terminar convenientemente las actividades de un proyecto implica hacer el análisis de los resultados para obtener conclusiones.

El análisis de los resultados se hace a partir de la información que incluyeron en las tablas y gráficas, de la evaluación de los modelos que sugirieron, del funcionamiento y del éxito de un producto tecnológico y del análisis de las encuestas y de los logros o inconvenientes que tuvieron con la propuesta ciudadana.

Las conclusiones son resultado del análisis. Al redactar el texto es necesario incluir, además de la descripción del trabajo que hicieron y de la metodología que utilizaron, si los propósitos se lograron, si las hipótesis de trabajo se validan o no, las expectativas a futuro evaluadas con instrumento de seguimiento, y en qué medida su aportación permitirá aprovechar, de manera racional y sustentable, los recursos alimentarios de los que disponen o evitar el contacto y desecho de metales pesados riesgosos para la salud humana y la de los ecosistemas.

La comunicación es un momento clave para finalizar su proyecto, porque es su oportunidad de dar a conocer a los demás los hallazgos, ideas y propuestas que son



Fig. 2.66 El mercurio es un metal pesado muy tóxico que se usa en muchos procesos industriales y en la fabricación de instrumentos, como los termómetros.



Fig. 2.67 Muchas de las pilas recargables contienen cadmio, otro metal pesado muy tóxico.



Fig. 2.68 El análisis de resultados, permite validar o rechazar una hipótesis.



Fig. 2.69 La prensa escrita es un medio de comunicación muy eficiente, a partir de las noticias que emite.

capaces de hacer; se trata de hacer que muchas personas conozcan la aportación que ustedes hacen con el trabajo y la aplicación de sus conocimientos e inquietudes.

Para comunicar los resultados, los logros y las recomendaciones, producto del desarrollo del proyecto, es conveniente acordar con los compañeros del grupo y con el profesor el tipo de recurso que usarán. Si todos los equipos pueden utilizar el mismo recurso para comunicar el resultado de los proyectos será posible hacer una comparación, lo que se convierte en una ventaja, porque pueden aprender aún más cosas y mejorar la realización de proyectos futuros.

Una forma que les podemos sugerir para comunicar sus proyectos de una forma eficiente, atractiva y divertida es que cada equipo concentre su información mediante la elaboración de una o varias noticias con ilustraciones, y con el conjunto de noticias del grupo elaborar un periódico mural, abierto a la comunidad escolar, incluidos los padres de familia.

Las noticias tienen un formato especial que pueden consultar en cualquier periódico y reproducirlo.

Comienzan con un encabezado a manera de título muy atractivo que en pocas palabras resume el tema y atrapa la atención del lector, después la fecha de publicación y el nombre del periodista o de la agencia que comunica; posteriormente, en un primer párrafo se escribe un resumen con los datos y acontecimientos que pretende comunicar la noticia; a continuación se escriben varios párrafos con los detalles de esta, donde se amplía la información y se hacen recomendaciones, si son pertinentes; en algunos casos, en el párrafo final el autor hace una reflexión del contenido de la noticia. Con frecuencia se acompañan las noticias con fotografías alusivas al tema.

Con base en estos parámetros cada equipo puede describir su proyecto, ilustrarlo y en conjunto elaborar un periódico mural; para una amplia difusión pueden invitar a compañeros, maestros y padres de familia a leerlo.

En este momento se evalúan los logros del proyecto en conjunto, los avances personales, los aprendizajes nuevos, las habilidades que se han adquirido y el éxito en la comunicación del mismo, en especial en los proyectos ciudadanos que impactan a las personas más allá del ámbito escolar y de los que se puede hacer un seguimiento del éxito de

la propuesta a mediano y largo plazo, así como reorientar la propuesta si se pueden lograr mejores resultados.

El proceso les provee de información valiosa sobre las habilidades que poseen como estudiantes, los hábitos de estudio, la capacidad de colaborar en equipo, la facilidad de proponer soluciones novedosas y creativas a la resolución de problemas; también se ponen de manifiesto los aspectos en los que deben mejorar y les da la pauta para hacerlo.

La evaluación implica muchos aspectos, por lo que la mejor manera de recabar los datos es mediante la elaboración de tablas y rúbricas, donde se puedan separar y especificar los aspectos que se tomarán en cuenta. La manera de hacer accesible la evaluación es mediante la elaboración de preguntas específicas y concretas, que les permitan analizar el trabajo que realizaron los integrantes del equipo y detectar los aspectos que deben mejorar.



Fig. 2.70 El seguimiento de un proyecto puede hacerse mediante la aplicación periódica de encuestas.

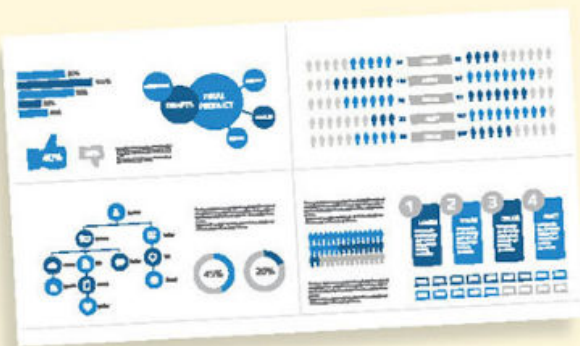


Fig. 2.71 Los periódicos murales son medios de comunicación eficientes para la comunidad escolar.

## Evaluación

Lee atentamente el siguiente texto.

### La contaminación por baterías y pilas

José Castro Díaz y María Luz Díaz Arias

Actualmente no se conoce ningún estudio que evalúe el impacto al ambiente ocasionado por la utilización y el manejo inadecuado de pilas y baterías en México; se sabe que varios componentes usados en su fabricación son tóxicos y, por tanto, la contaminación ambiental y los riesgos de afectar la salud y los ecosistemas dependen de la forma, del lugar y del volumen en que se ha dispuesto o tratado este tipo de residuos.

Dado lo anterior, en este trabajo se calcula que en los últimos 43 años, en el territorio nacional se han liberado al ambiente aproximadamente 635 mil toneladas de pilas, cuyos contenidos incluyen elementos inocuos al ambiente y a la salud (en cantidades proporcionalmente adecuadas), como carbón (C) o cinc (Zn), pero también elementos que representan un riesgo debido a los grandes volúmenes emitidos, como es el caso de 145,918 toneladas de dióxido de manganeso ( $MnO_2$ ) y otros elementos tóxicos como 1,232 toneladas de mercurio (Hg); 22,063 toneladas de níquel (Ni); 20,169 toneladas de cadmio (Cd) y 77 toneladas de compuestos de litio (Li). Dichas sustancias tóxicas representan casi 30% del volumen total de residuos antes mencionado; es decir, aproximadamente 189,382 toneladas de materiales tóxicos para el periodo comprendido entre 1960 y 2003.

Las cifras anteriores se calcularon a partir de datos oficiales sobre población, producción, importación y exportación y también se construyeron a partir de inferencias hechas a causa de la inexistencia de datos, como en el caso de las pilas ingresadas ilegalmente al país, para lo cual se tuvo que comparar información de consumo por habitante en otros países.

Cabe mencionar que los datos sobre las toneladas emitidas de estos contaminantes están subestimadas, porque no se contó con información sobre las baterías que ya vienen incluidas en los aparatos cuando se compran, sean primarias, como es el caso de linternas, radios o cepillos dentales, o secundarias de Ni-Cd, Ni-MH (metal hidruro) o Ion-Li, como las aspiradoras y cámaras, entre otros; tampoco se tomaron en cuenta los millones de pilas de botón usadas en relojes de pulso desde principios de la década de 1980 que incluyen las de óxido de mercurio y litio.

Es importante señalar que este trabajo encuentra su justificación en varias razones, como la toxicidad de los materiales con que están hechas las pilas; su inadecuado manejo y la percepción de la ciudadanía respecto a que las pilas gastadas que se desechan son nocivas para el ambiente y la salud, lo cual ha originado reacciones inmediatas que se expresan generalmente en el intento por manejar los riesgos inherentes a partir de la organización de programas de recolección.

Es difícil una evaluación de riesgos para la salud y al ambiente por la exposición a los contaminantes referidos, ya que el ámbito geográfico donde se depositan las pilas es amplio (todo el país), así como su distribución temporal y poblacional; sin embargo, aunque no se pueda cuantificar, es seguro que los componentes tóxicos de las pilas y baterías, así como los compuestos a que dan origen cuando se desechan, se pueden encontrar en cantidades mínimas en los tejidos de los organismos que integran los diferentes ecosistemas, incluido el organismo humano, además de los contaminantes procedentes de otras fuentes. Por lo tanto, al no existir una certidumbre científicamente satisfactoria respecto a la relación causa-efecto de los contaminantes generados por las pilas, es necesario considerar el enfoque precautorio que propone investigar e informar, en un primer momento, a la población potencialmente expuesta al riesgo e intentar actuar para contrarrestar los posibles impactos a la salud y al ambiente a partir de implementar su disposición o reciclaje, y en el mediano plazo reducir los volúmenes de consumo de pilas y baterías; disminuir esos impactos sólo se logrará mediante de una percepción social de la problemática.

Extracto tomado de: Instituto Nacional de Ecología  
<http://www2.inec.gob.mx/publicaciones/libros/438/cap5.html>  
 (Consulta: 3 de noviembre de 2016).

Con base en el texto que leíste, elige la respuesta correcta en cada caso.

1. En México no se conoce el impacto al ambiente ocasionado por la utilización y el manejo inadecuado de pilas y baterías porque:
  - a. No le interesa a la sociedad civil en México.
  - b. No existe ningún estudio que evalúe este impacto en México.
  - c. Los costos de los estudios de impacto ambiental son muy altos.
  - d. Las pilas se reciclan eficientemente sin daños al ambiente.
2. Las cifras que se mencionan en el artículo acerca de las cantidades de contaminantes emitidas al ambiente debido al desecho de pilas se calcularon a partir de datos oficiales, pero se consideran incompletas.

Según el artículo ¿los datos reportados están subestimados?

Elige la respuesta y la explicación apoyada en el texto.

	¿Los datos están subestimados?	Explicación
A	No	La cantidad faltante de pilas por considerar es tan baja que no es representativa.
B	No	Las toneladas de pilas que no se contaron tienen características que las hacen poco dañinas al ambiente.
C	Si	Porque faltó información de pilas que ya vienen incluidas en los aparatos cuando se compran, como el caso de los cepillos dentales.
D	Si	Porque sin importar la cantidad de pilas que no se contaron, una sola pila representa una fuente importante de contaminantes.

3. Las pilas de botón usan materiales muy tóxicos. ¿Cuáles son estos?
  - a. Óxido de mercurio y litio.
  - b. Dióxido de manganeso y carbón.
  - c. Cadmio y cinc.
  - d. Níquel y metal hidruro.
4. Es difícil una evaluación de riesgos para la salud y el ambiente por la exposición a los contaminantes provocada por desecho inadecuado de las pilas.

¿Cuál es la razón de esta dificultad? Encierra en un círculo "Sí" o "No" por cada afirmación.

Razón por la que es difícil una evaluación de riesgos para la salud.	Sí / No
No hay un instituto gubernamental que haga dicha evaluación.	Sí / No
La distribución temporal y poblacional de las pilas es muy amplia.	Sí / No
Al concentrarse las pilas en los basureros ya no están en contacto con las personas.	Sí / No
El ámbito geográfico donde se depositan las pilas es muy extenso.	Sí / No

Evalúa tu desempeño escolar con el desarrollo del bloque, y señala con ✓ la opción que consideres has alcanzado con tu trabajo.

AUTOEVALUACIÓN					
	Indicadores	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
Autoevaluación	Las preguntas que planteo favorecen la integración de los contenidos estudiados.				
	Puedo relacionar los temas que estudio con otros que conozco y con sucesos cotidianos.				
	Comprendo sin problemas los contenidos que se abordan en clase.				
	Puedo identificar mis errores, dificultades y limitaciones, y propongo acciones para superarlos.				
	Soy ordenado y limpio en todos los trabajos y tareas que hago.				
	Analizo los resultados para obtener conclusiones.				
	Las conclusiones que obtengo surgen de la organización y del orden que doy a la información de la que dispongo.				
	Cuando necesito ayuda la pido a mi profesor o a mis compañeros.				
Coevaluación	Muestro respeto por la biodiversidad.				
	Expresa sus puntos de vista como una aportación para el análisis colectivo.				
	Es capaz de elegir la estrategia más conveniente entre varias que sugiere, para resolver situaciones problemáticas.				
	Elabora los instrumentos para el registro y ordenamiento de los datos que obtiene en las actividades.				
	Es capaz de escuchar, valorar y tomar en consideración las opiniones de los demás, aunque sean contrarias a las que piensa.				
	Es honesto con la veracidad de la información que maneja.				
	En las actividades por equipo participa activamente.				
	Muestra solidaridad con sus compañeros.				
Heteroevaluación	Muestra conductas de consumo responsable.				
	Previene enfermedades y accidentes en sus actividades.				
	Es capaz de aplicar sus conocimientos con el fin de resolver situaciones problemáticas.				
	Asiste a clase con todo el material que requiere.				
	Es capaz de explicar sus ideas y comunicarlas a sus compañeros para contrastarlas.				
	Ha planteado preguntas que le permiten integrar los contenidos que estudia al resolverlas.				
	Las hipótesis que plantea son congruentes y corresponden a las actividades y a los temas.				
	Analiza la información que obtiene de diversos medios, y selecciona sólo la relevante para llegar a los propósitos que se plantea.				
Heteroevaluación	Hace y termina satisfactoriamente todos sus trabajos.				
	Propone conductas sustentables.				
	En la realización de todas las actividades, manifiesta interés, curiosidad, creatividad e imaginación.				

## BLOQUE III

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

#### Aprendizajes esperados:

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).
- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.
- Verifica la correcta expresión de ecuaciones.

#### Competencias para la formación científica básica:

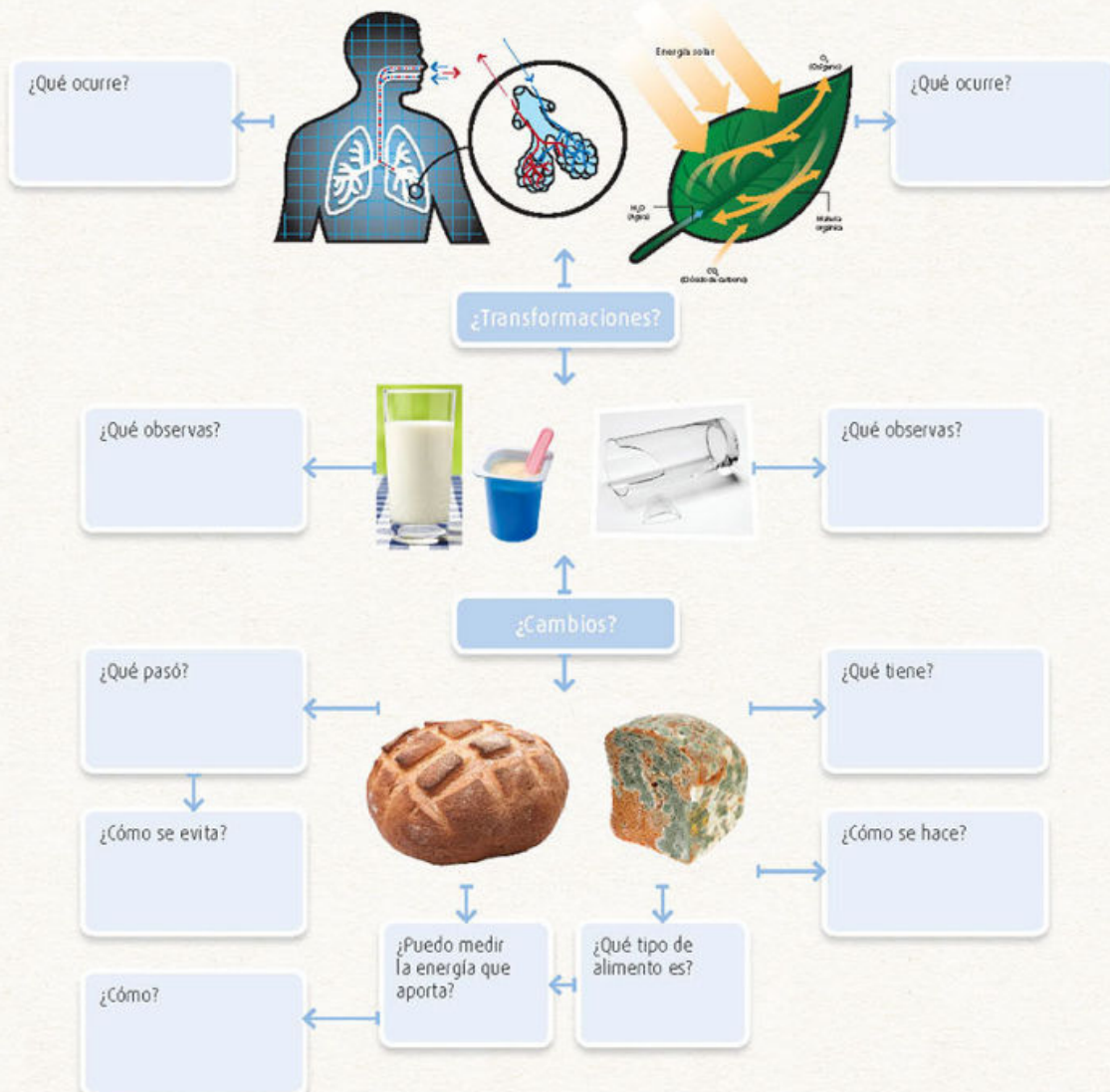
- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y las limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico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



## Evaluación diagnóstica

La química está presente en una inmensa cantidad de procesos necesarios para la vida, y en la creación y transformación de las sustancias y los materiales que necesitamos. Todo está en constante cambio, en permanente transformación, pero... ¿todos serán iguales?

1. Completa la información que falta en el siguiente mapa mental, para recordar lo que has estudiado en éste y otros cursos de ciencias.



2. Comparen su esquema con sus compañeros de grupo, busquen las diferencias y escribanlas en una hoja que conservarán en el portafolio de evidencias, para comparar esta información con lo que aprenderán.

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

### 3.1.1 Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

#### Aprendizaje esperado:

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).

Las propiedades y la composición de la materia, ¿se modifican con el tiempo? Algunos tipos de materia permanecen inalterables durante años, eso es cierto, pero la mayoría experimenta cambios. Basta mirar a nuestro alrededor para comprobarlo; por ejemplo, un cubo de hielo que dejamos fuera del congelador se derrite, una lata que se queda a la intemperie se oxida, si quemamos la madera o la lijamos cambia de aspecto, y podríamos mencionar muchos ejemplos más. Lo cierto es que estos cambios ocurren, aunque no todos son iguales.

A lo largo de este tema estudiaremos los cambios y cómo estos se describen con un lenguaje particular: el de la química. ¿Qué consideras para afirmar que ocurrió un cambio químico?



#### Para empezar

#### ¿Qué tipo de cambio será?

En una hoja copia la siguiente lista de situaciones:

1. Poner un poco de agua en un vaso, después unas gotas de tinta y al final unas gotas de blanqueador;
  2. Calentar agua hasta hervir;
  3. Cocer un huevo;
  4. Disolver una cucharada de sal común en agua;
  5. Rasgar una hoja de papel;
  6. Calentar un poco de azúcar suavemente hasta formar caramelo;
  7. Partir un lápiz a la mitad;
  8. Mezclar bicarbonato de sodio con vinagre;
  9. Encender un cerillo.
- Marca con algún color las situaciones en que consideres hay un cambio químico.
  - En las situaciones que no hayas marcado, argumenta por qué consideras que no sucede un cambio químico.
  - ¿Tuviste dudas para hacer esta actividad? Si las hubo, escribe cuáles son.
  - Compara tus respuestas con tus compañeros de equipo. ¿Todos están de acuerdo en la clasificación de las situaciones sugeridas? Expliquen por qué.
  - Conserva tu trabajo en tu portafolio de evidencias.

Al comparar la actividad anterior con sus compañeros de clase quizá no todos coincidieran en el tipo de cambio que ocurrió. Por ejemplo, en el caso



Fig. 3.1 Cuando rompemos el papel, la sustancia se conserva y seguimos teniendo papel. ¡Es un cambio físico!



Fig. 3.2 Cuando el papel se quema, la naturaleza de la materia cambia. ¡Es un cambio químico!

del huevo cocido algunos compañeros opinaron que aunque el huevo tuvo cambios sigue siendo huevo; mientras otros opinaron que le seguimos llamando huevo, pero que los cambios que experimentó durante la cocción (el estado físico, olor y la consistencia, por ejemplo) llevaron a la formación de nuevas sustancias. Entonces, ¿qué podríamos considerar para concluir si hubo un cambio químico?

Para profundizar



En la naturaleza, y en la vida diaria, nos encontramos constantemente con cambios que pueden ser físicos o químicos. Cuando una sustancia cambia de aspecto, forma o estado de agregación, conserva la

materia original con que está formada y tiene las mismas características; es decir, no se transforma, el cambio es físico (figura 3.1). Entre los cambios físicos más importantes están los cambios de estado de agregación; por ejemplo, si aplicamos una fuente de calor de forma constante a un recipiente

que contenga agua, ésta hervirá y se transformará en vapor. En este caso, aunque hubo un cambio, la sustancia sigue siendo la misma: es agua en estado líquido o en estado gaseoso.

Por el contrario, si en el proceso de cambio no se conserva la sustancia original sino que se transforma en otras, el cambio es químico: por ejemplo, cuando quemamos un papel, éste se transforma en cenizas y durante el proceso desprende humo. Las transformaciones que ocurren durante un cambio químico se llaman reacciones químicas (figura 3.2).

Aunque a veces no es fácil detectar si hubo reacciones químicas, ya que éstas ocurren continuamente en la naturaleza, la respiración de los seres vivos y la digestión de los alimentos son algunos ejemplos importantes. Las reacciones químicas también pueden reproducirse en un laboratorio de manera controlada, lo que ha permitido a las comunidades científicas estudiar cómo y por qué se producen, además de transformar los productos naturales para obtener toda clase de sustancias, como fibras sintéticas, plásticos, insecticidas y detergentes, cosas útiles en nuestra vida diaria, como estudiaste al inicio del curso.



### ¡Manos a la Química!

#### ¿El cambio es químico o físico?

Consigan con sus compañeros de equipo los materiales que requieren para realizar cada una de las situaciones que se mencionan en la actividad *Para empezar*.

- Planteen preguntas que les permitan guiar la observación, por ejemplo: ¿Hay cambios en el color u olor de las sustancias? ¿Cambian de forma? ¿Hay efervescencia? ¿Se forman gases? ¿Se escucha ruido? ¿Se libera calor durante el proceso? ¿Se emite luz durante el cambio?
- Den respuestas que describan el cambio, procurando que no sean cerradas; es decir, que la respuesta no sea sólo sí o no. Por ejemplo, si hay un cambio de color digan qué color tenía originalmente y a qué color cambió. Si se percibe luz, describan su intensidad, color y duración.
- Elaboren una tabla de tres columnas. En la primera indiquen la actividad que hicieron, en la segunda columna describan lo que pasó en cada situación, y en la tercera indiquen si consideran que el cambio es químico o no.
- Comparen el contenido de la tabla con las respuestas que dieron en la primera actividad y registren si habían clasificado de forma diferente los tipos de cambio que ocurrieron en las actividades.
- Compartan su trabajo con sus compañeros de grupo e incluyan el escrito en el portafolio de evidencias.

Un cambio químico implica una reacción química, que es la transformación de una o más sustancias en otras totalmente diferentes. Una forma sencilla para percibir que están ocurriendo cambios químicos, es por medio de las manifestaciones que se dan entre las sustancias cuando se combinan, como la efervescencia, la precipitación de sólidos en un líquido o cuando hay un cambio de color.

Si ponemos en contacto dos sustancias y observamos efervescencia, es decir, un burbujeo, se debe a que hay un desprendimiento de gas. La efervescencia es una manifestación de una reacción química y puedes observarla en algunos medicamentos **antiácidos** que se disuelven en agua, debido a la reacción que se da entre el bicarbonato de sodio y el ácido cítrico que contiene (figura 3.3).

Hay emisión de luz y calor cuando se libera energía debido a un cambio químico. Cuando enciendes un cerillo o ves un colorido espectáculo de fuegos artificiales se está produciendo una reacción química. Durante el proceso de combustión hay una combinación de sustancias que arden en presencia del oxígeno, cuya reacción suele manifestarse con luz y calor (figura 3.4).

La precipitación se genera cuando a una disolución líquida se añade una sustancia que puede ser líquida, sólida o gaseosa que, al reaccionar químicamente, forma un sólido insoluble que se separa de la disolución (figura 3.5).

Por ejemplo, si a una disolución de yoduro de potasio, que es transparente, añades nitrato de plomo que también es transparente, se produce yoduro de plomo, un precipitado sólido de color amarillo. También se forma nitrato de potasio que queda disuelto en la disolución.

Para saber si se formará o no un precipitado cuando se mezclan dos disoluciones es necesario conocer la solubilidad, es decir, la cantidad máxima de soluto que se puede disolver en una cantidad determinada de solvente a una temperatura específica.

Una manifestación química también se observa cuando hay cambio de color; por ejemplo, las monedas, joyas, los cubiertos y muchos otros objetos de plata se oscurecen con el paso del tiempo. Este cambio de color se debe a que la plata reacciona con el azufre que se encuentra en la atmósfera en forma de sulfuro de hidrógeno, un gas producto de la combustión del carbón y del petróleo, y se forma sulfuro de plata. El cambio de color en la reacción de la plata con el azufre es gradual, primero toma un color amarillento y, con el tiempo, se va oscureciendo hasta volverse negra.

Explica, reflexiona y comunica

- En equipo discutan la respuesta que darán a los siguientes planteamientos:
  1. En las siguientes actividades se forman gases: preparar un té muy caliente, encender una fogata, ponerse colonia y arrancar un coche. ¿En cuáles hay una reacción química? Argumenten.
  2. Los camarones adquieren un color rojizo cuando se cuecen. ¿Se trata de una reacción química?, ¿por qué?
  3. ¿Qué pasa cuando abrimos una botella de refresco con gas? ¿Sucede un cambio químico o físico? Argumenten su respuesta.
- En una cartulina ilustren las respuestas que dieron a los planteamientos.
- Presenten el trabajo a sus compañeros de grupo.
- Tomen fotografías del trabajo de sus compañeros y el suyo y elaboren un álbum para incluir en el portafolio de evidencias.



Fig. 3.3 La efervescencia muestra liberación de gas en una reacción química y puede verse en forma de burbujas.



### Glosario

**antiácido.** Sustancia que contrarresta la secreción ácida del estómago.



Fig. 3.4 En toda combustión las sustancias reaccionan con el oxígeno y generan energía en forma de luz y calor.



Fig. 3.5 Un precipitado es un sólido insoluble que se separa de la disolución.

## Aprendizaje esperado:

- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.

## Los reactivos y los productos en una reacción química

En una reacción química podemos distinguir dos partes: los reactivos, que son las sustancias iniciales que hacemos reaccionar, y los productos que son las sustancias finales que se forman durante la reacción química. Los reactivos tienen propiedades completamente diferentes a los productos, ya que durante la reacción química se transforman una o más sustancias en otras completamente diferentes. ¿Qué propiedades tienen los reactivos? ¿Cuáles tienen los productos? Vamos a estudiar una reacción química a fin de identificar los reactivos, los productos y sus propiedades.



## ¡Manos a la Química!

## Introducción

Durante una reacción química los reactivos se transforman en productos. Los reactivos son las sustancias que ponemos a reaccionar y los productos son las sustancias en las que se transforman.

## Necesitas:

- Un globo mediano
- Un vaso de precipitado
- Un embudo
- Bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ )
- Una botella de plástico de 300 ml
- Una cuchara
- Vinagre

## Precauciones:

- Usa bata de laboratorio.
- El experimento requiere la supervisión de un adulto.

## ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos; anoten sus observaciones y resultados, y comenten con sus compañeros de grupo y el profesor las respuestas a las preguntas planteadas.

- Mide 150 ml de vinagre en el vaso de precipitado y viértelo en la botella; observa las características de la sustancia.
- Coloca el embudo dentro de la boquilla del globo y vierte en él una cucharada de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).
- Pon el globo en la parte superior de la botella y procura detener el globo en la parte que tiene el bicarbonato para que no pase a la botella hasta que tengas el globo fijo.
- Deja caer el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) dentro de la botella y observa qué pasa.
- Quita el globo de la botella y amárralo para que el gas no se escape.
- Observa nuevamente las características de la sustancia que quedó en la botella.

## Explica

Elabora un reporte en que contestes las siguientes preguntas. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte formará parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

- ¿Qué pasa durante la reacción?
- ¿Qué gas está dentro del globo?
- ¿Cuál es la evidencia de que hay una reacción química?
- ¿Qué diferencia observaste en el líquido que tenía la botella antes de la reacción?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

## Efervescencia

Un cambio químico se genera cuando, por alguna razón, los enlaces entre los átomos se rompen y se forman nuevas moléculas; esta recombinación atómica es la reacción química (figura 3.6).

Para representar la reacción química que experimentan el vinagre y el bicarbonato de sodio es necesario reconocer los reactivos y los productos.

Si sabemos que esas dos sustancias son el medio para provocar un cambio, las consideramos como reactivos. El gas y las sustancias que están en la disolución son los productos. Así, afirmamos que en un cambio químico, los reactivos se transforman en productos:

REACTIVOS SE TRANSFORMAN EN PRODUCTOS  
vinagre + bicarbonato de sodio  $\longrightarrow$  gas + disolución acuosa

Las propiedades de las sustancias químicas dependen fundamentalmente de tres aspectos: el número y tipo de átomos o los elementos que las constituyen, de los enlaces que los unen y de la disposición espacial de los átomos en el espacio.

Para expresar la reacción química que se da entre el vinagre y el bicarbonato de sodio es necesario usar su nombre químico en lugar del nombre común con el que las reconocemos. Hay varias maneras de escribir las fórmulas de las sustancias. Todas ellas son modelos que proveen información importante de su estructura y de la organización de los átomos que la componen.

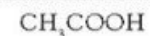
Iniciemos con los reactivos. El ácido acético es un líquido higroscópico, incoloro y de olor punzante (a vinagre) que se obtiene a partir del alcohol etílico, es soluble en algunas sustancias como el agua, la glicerina y la acetona, entre otras.

## Ácido acético

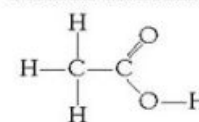
Fórmula molecular



Fórmula semidesarrollada



Fórmula desarrollada



Los tres modelos corresponden a la molécula del ácido acético.

En la fórmula del ácido acético encontramos carbono, hidrógeno y oxígeno y su representación indica la cantidad mínima de sustancia que tiene características propias.

El bicarbonato es un compuesto sólido cristalino de color blanco y poco soluble en agua. En su fórmula encontramos sodio, hidrógeno, carbono y oxígeno (figura 3.7).

Cuando el bicarbonato de sodio entra en contacto con un ácido, como el acético, los enlaces entre los átomos que forman los reactivos se rompen. Entonces los átomos se reorganizan de otra manera y forman nuevos enlaces que dan lugar a nuevas sustancias. Los productos de esta reacción son tres:

- Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). El dióxido de carbono es el gas que se libera en la reacción. Es incoloro, tiene un olor suavemente picante y es muy soluble; en su fórmula encontramos carbono y oxígeno.



Fig. 3.6 En la reacción química los enlaces de los átomos se rompen y se combinan de forma diferente.



## Glosario

- higroscópico.** Que absorbe la humedad del aire.
- alcohol etílico.** Líquido que se obtiene mediante la destilación del vino y otras sustancias fermentadas.



Fig. 3.7 La fórmula del bicarbonato de sodio es  $\text{NaHCO}_3$ .



Fig. 3.8 El acetato de sodio es una sustancia muy diferente al bicarbonato de sodio.

- Agua ( $H_2O$ ). Es un líquido transparente, inoloro e insípido; es un gran disolvente; su fórmula incluye hidrógeno y oxígeno.
- Acetato de sodio ( $NaCH_3COO$ ). Es un sólido cristalino blanco, inodoro; en su fórmula hallamos sodio, carbón, hidrógeno y oxígeno (figura 3.8, en la página anterior).

La reacción entre el ácido acético y el bicarbonato de sodio, en el lenguaje de la química se representa como una ecuación química.

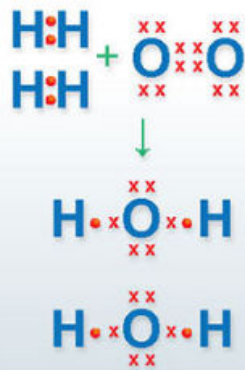
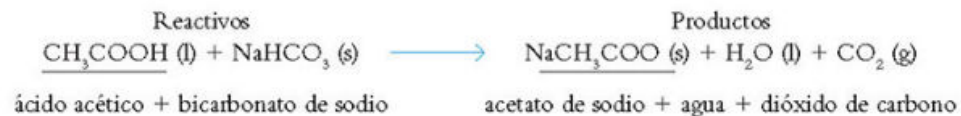


Fig. 3.9 Representación de la reacción química utilizando el modelo de Lewis.

#### Aprendizaje esperado:

- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.



#### Distingue las partes de la reacción química

En el curso de Ciencias 1 (Biología) te aproximaste al conocimiento de algunas reacciones químicas fundamentales para la vida. Una es la respiración

celular en la que, de forma general, se plantea que la glucosa más el oxígeno se transforman en la mitocondria de las células (con ayuda de enzimas respiratorias) en moléculas ricas en energía llamadas ATP, dióxido de carbono y agua.

Identifica, en la reacción química general de la respiración celular, las sustancias que actúan como reactivos y las sustancias nuevas que se forman como productos.

Haz lo mismo para la ecuación química general de la fotosíntesis, proceso mediante el cual los organismos fotosintéticos construyen moléculas de glucosa y liberan oxígeno a partir de dióxido de carbono, agua y minerales.

Escribe tus respuestas, compártelas con tus compañeros de grupo y complementalas si es necesario.

Recuerda incluir la bibliografía de las fuentes que consultes.

Conserva tu trabajo en tu portafolio de evidencias.

### Los reactivos y los productos en una reacción química

Las reacciones químicas no se pueden describir en su totalidad, porque existen procesos que son complejos y no es posible observarlos fácilmente, como la formación de moléculas de agua a partir de moléculas de hidrógeno y oxígeno, por ejemplo. Para simbolizar las reacciones químicas se utilizan ecuaciones que tienen varios componentes y, de acuerdo con lo que se quiera describir, explicar e incluso predecir, se utilizan una serie de símbolos (figura 3.9).

En la parte izquierda de una ecuación química se representa a los reactivos y a la derecha a los productos. En medio se coloca una flecha que además de indicar el sentido en el que se desarrolla la reacción indica que los reactivos se transforman en productos.



Vamos a analizar la ecuación a partir del ejemplo de la formación de agua que mencionamos al inicio:



En este caso, en el lado de los reactivos están las moléculas de hidrógeno ( $2H_2$ ) y la de oxígeno ( $O_2$ ), en medio hay una flecha que significa: reacciona y se transformó en, y en el lado de los productos están las moléculas de agua ( $2H_2O$ ).

Si observas, la ecuación además de símbolos tiene números. Al número que aparece antes de un compuesto químico se le llama coeficiente e indica la cantidad de moléculas involucradas y multiplica a todo lo que hay a su derecha; cuando no tiene número, se considera que es uno (1). El número pequeño que se coloca abajo y después, del símbolo químico se llama subíndice, e indica cuántos átomos hay de ese elemento y afecta sólo al símbolo que lo lleva, si en una molécula cambia este número, el compuesto que representa es diferente (figura 3.10).



Comenta con tus compañeros de equipo las siguientes preguntas y contéstalas en tu cuaderno:

¿Qué indica  $2H$ ? ¿Qué indica  $2H_2$ ? ¿Qué se está representando con  $O$ ? ¿Qué representa  $O_2$ ? ¿Cuál es la diferencia si se escribe  $2O$ ? ¿Qué sucede si se escribe  $O_3$ ? ¿Cuántos átomos hay en  $4O_2$ ? ¿Cómo lo puedes saber?

- Compáren sus respuestas con las de sus compañeros de grupo y corrijan si lo consideran necesario.

Observa nuevamente la ecuación:



#### En los reactivos:

El coeficiente numérico 2 indica que hay dos moléculas de hidrógeno y el subíndice señala que cada molécula tiene dos átomos. Para determinar el número de átomos que están involucrados hay que multiplicar el coeficiente numérico por el subíndice:  $2 \times 2 = 4$  átomos de hidrógeno (figura 3.11).

Para conocer el número de átomos que hay en la molécula de oxígeno ( $O_2$ ) se debe hacer el cálculo de la misma manera. Puedes pensar que no es posible, porque no tiene coeficiente numérico, recuerda que cuando una molécula no lo tiene el coeficiente es 1 y no se escribe, de manera que se multiplica:  $1 \times 2 = 2$  átomos de oxígeno.

Seguramente te preguntarás por qué es necesario saber el número de átomos que están involucrados en los reactivos. La respuesta es que debe haber el mismo número de átomos en los reactivos que en los productos. Vamos a comprobarlo.

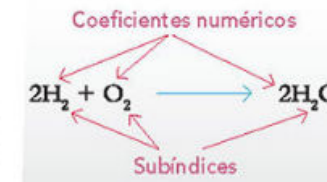


Fig. 3.10 Los números tienen significado diferente en las ecuaciones químicas.

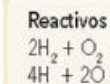


Fig. 3.11 Hay cuatro hidrógenos y dos oxígenos en el sitio de los reactivos.

## Productos



Fig. 3.12 Hay cuatro hidrógenos y dos oxígenos en la parte de los productos.

## En los productos:

Para obtener el número de átomos de dos moléculas de agua ( $2\text{H}_2\text{O}$ ), primero se calcula el número de átomos de hidrógeno:  $2 \times 2 = 4$  átomos de hidrógeno. Después se calcula el número de átomos de oxígeno:  $2 \times 1 = 2$  átomos de oxígeno (figura 3.12).

Como podrás comprobar en la ecuación, el número de átomos que hay en los reactivos es el mismo que se encuentra en los productos.



En las ecuaciones químicas, además de los coeficientes numéricos y subíndices, existen otros símbolos que también son importantes, porque permiten explicar y hacer predicciones de las reacciones químicas.

## Las flechas

Si una flecha tiene un solo sentido entre los reactivos y los productos, indica que es una reacción irreversible.  $\longrightarrow$

Pero si tiene dos sentidos, indica que la reacción es reversible; es decir, que los reactivos se transforman en productos y viceversa.  $\longleftrightarrow$

Si una sustancia se precipita, se utiliza una flecha pequeña hacia abajo.  $\downarrow$

Pero si la flecha está hacia arriba  $\uparrow$  significa que la sustancia se gasifica.

Para indicar el estado de agregación de los reactivos y los productos, la letra inicial del estado de agregación se escribe entre paréntesis: (s) sólido, (l) líquido, (g) gas, (ac) o (aq) significa que es una disolución acuosa, por dar algunos ejemplos.

Para indicar que una reacción requiere calor se pone la letra griega delta ( $\Delta$ ), debajo o sobre la flecha de reacción.



- Copia en una hoja las siguientes reacciones; escribe debajo el nombre del símbolo que representan y, con lo que has aprendido, describe qué indican.



- Entrega a tu maestro la hoja para que la revise y, cuando te la devuelva, inclúyela en tu portafolio de evidencias.

## Aprendizaje esperado:

- Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.

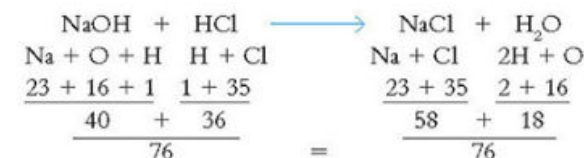
## La Ley de conservación de la masa y su expresión en las ecuaciones químicas

El principio de la Ley de conservación de la masa señala que en toda reacción química, aunque los productos tengan propiedades completamente distintas a los reactivos, la cantidad de átomos será la misma y, por tanto, no habrá variación en la masa, ésta permanece constante.

Vamos a analizar una ecuación química donde pondremos las masas de los reactivos y la reacción química. Los reactivos son hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) y ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ); los productos son cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Las masas atómicas de los elementos químicos las obtenemos de la tabla periódica.

Información de la tabla periódica				
Elemento	Sodio	Oxígeno	Hidrógeno	Cloro
Símbolo	Na	O	H	Cl
Masa atómica	23	16	1	35



Observa que la masa de los reactivos es de 76 g y la masa de los productos también es de 76 g. Esto indica que el principio de conservación de la masa sí se cumple.



## ¡Manos a la Química!

## La materia se transforma

## Introducción

La Ley de la conservación de la masa es uno de los pilares del surgimiento de la ecuación química; comprobaremos cómo se cumple.

## Necesitas:

- 2 sobres de sal de uvas o pastillas efervescentes
- Una botella de plástico de 300 ml
- Una balanza
- Agua
- Un globo mediano

## Precauciones:

- Usa bata de laboratorio.
- Este experimento requiere la supervisión de un adulto.

## ¿Cómo hacerlo?

Formen equipos; anoten sus observaciones y resultados, y comenten con sus compañeros de grupo y el profesor las respuestas a las preguntas planteadas.

- Vierte dentro del globo el polvo de sal de uvas.
- Vierte 150 ml de agua en la botella.
- Coloca el globo y la botella en la balanza, y obtén y registra la masa.
- Pon el globo en la parte superior de la botella (bien colocado para que el gas no escape), deja caer el polvo dentro de la botella y observa qué pasa.
- Coloca la botella en la balanza, obtén y registra la masa.

## Explica

Escribe las respuestas a las siguientes preguntas. Puedes tomar fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

- ¿Qué gas se obtiene en el interior del globo?
- ¿Cuál es la masa de los reactivos y cuál es la de los productos?
- ¿Cómo enuncias la Ley de conservación de la masa a partir de este experimento?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

## Aprendizaje esperado:

- Identifica que en una reacción química se absorbe o desprende energía en forma de calor.



Fig. 3.13 Actualmente en las farmacias venden bolsas de plástico que se utilizan para la preparación de compresas frías o calientes de manera instantánea.

## En una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor

En las reacciones químicas se rompen y forman enlaces químicos y se requiere energía para hacerlo, ¿qué pasa? ¿la energía se absorbe o se libera? En realidad suceden ambas cosas. Los enlaces de los reactivos se rompen y, al hacerlo, liberan energía, pero al formarse las nuevas sustancias, utilizan energía para incrementar los nuevos enlaces de los productos.

Cuando en una reacción la energía que se requiere para romper los enlaces originales es menor a la que se necesita para formar los nuevos, la energía se libera. A este tipo de reacciones se les conoce como exotérmicas. Por el contrario, si se utiliza más energía para romper los enlaces originales, la reacción es endotérmica.

Las reacciones endotérmicas y exotérmicas se aplican en productos tecnológicos: un ejemplo de la industria farmacéutica son las bolsas de plástico que se utilizan para la preparación de compresas instantáneas que pueden ser calientes o frías, que son muy útiles para proporcionar los primeros auxilios a los deportistas y atletas que sufren un golpe o determinadas lesiones que necesitan de la aplicación inmediata de frío o calor (figura 3.13).

Estas compresas constan de una bolsa de plástico que contiene otra más pequeña, con agua, y una sustancia química en forma de polvo o cristales. Al golpear el paquete con el puño se rompe la bolsa interior que contiene el agua y la sustancia se disuelve. La temperatura aumenta o disminuye y depende de que el proceso de disolución de la sustancia sea exotérmico o endotérmico.

## Leer:

Calor y temperatura  
Con la lectura de este libro entenderás más sobre los cambios de temperatura.  
Tangüeña, Julia y cols. *Calor y temperatura*, México, SEP-Santillana, 2002.



### Curiosidades

El físico Joseph John Thomson nació en 1856 y pasó a la historia como el científico que identificó al electrón como una partícula aislada y de menor masa que el átomo. Su trabajo y el de muchos científicos más ha permitido el desarrollo tecnológico que se traduce en productos: televisores, computadoras, teléfonos celulares y muchos otros dispositivos.



## TIC

Para saber más de las reacciones químicas, explora las páginas electrónicas  
• [http://www.lamanzanadenevton.com/materiales/aplicaciones/lrq/lrq\\_index.html](http://www.lamanzanadenevton.com/materiales/aplicaciones/lrq/lrq_index.html)  
• [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_fyq3/tema6/index6.htm](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema6/index6.htm)  
En ellas encontrarás información y actividades (Consultadas el 3 de noviembre de 2016).

## Para integrar

Las manifestaciones químicas, como las efervescencias, la emisión de luz o calor y la formación de un precipitado, son indicadores de que se ha producido un cambio químico o una reacción química. Debido a la complejidad que tienen, las reacciones químicas no se pueden describir y es necesario usar modelos para hacerlo: ecuaciones químicas que indican el estado inicial de los reactivos y el estado final de los productos. Tam-

bién expresan el estado de agregación de reactivos y productos. En las reacciones químicas se utiliza energía para romper enlaces y formar nuevos, pero la energía se conserva siempre. En las ecuaciones químicas se puede demostrar que la conservación de la masa es constante, como lo señala la Ley de la conservación de la masa, porque si sumamos la masa de los reactivos es la misma que se obtiene en los productos.

## Para concluir

Copia en una hoja las siguientes ecuaciones químicas y después haz lo que se indica:

Escribe el nombre de las sustancias de cada una de las ecuaciones; señala los reactivos y los productos; encuentra el número de las moléculas y átomos presentes en los reactivos y los productos y comprueba si representan una ecuación química; describe la ecuación considerando la simbología; indica qué reacción se está representando, y demuestra la teoría de la conservación de la masa señalando la relación de las masas de los reactivos y los productos:



- Entrega a tu maestro la hoja para que la revise y, cuando te la devuelva, inclúyela en el portafolio de evidencias.

# ¿Qué me conviene comer?

## Aprendizaje esperado:

- Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.

## 3.2.1 La caloría como unidad de medida de la energía

Piensa en las actividades que realizas un día cualquiera: hablar, caminar, comer, leer, pensar, escribir, dormir, conservar la temperatura de tu cuerpo y llevar a cabo tus funciones vitales, entre otras muchas. Lo que hace posible que puedas hacer todas esas actividades es la energía. Como ya estudiaste en tu curso de Ciencias 1, las sustancias necesarias para obtener la energía que requieres están contenidas en los alimentos que consumes, y reciben el nombre de nutrientes.



### ¿Cuáles son los nutrientes que aportan la energía que requiere mi organismo?

En tu cuaderno anota los nutrientes que aportan la energía que tu organismo requiere para funciones vitales y actividades diarias.

- Ordena de mayor a menor los nutrientes considerando su aporte energético.
- Describe las características de los nutrientes, a partir de algunos ejemplos de alimentos que los contienen en mayor proporción. Consulta tu libro de Ciencias 1 (con énfasis en Biología) si lo consideras necesario.

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿De los alimentos que pusiste de ejemplo cuáles consumes en mayor cantidad?
- ¿Cuáles de esos alimentos consumes en menor cantidad?
- ¿Qué repercusiones puede tener esto en tu salud?
- ¿Qué alimentos no aportan energía, pero es necesario consumirlos? ¿Por qué?

Con la información que obtuviste elabora en una cartulina un esquema ilustrado y compártelo con tus compañeros.

Conserva el trabajo en tu portafolio de evidencias.



### Para profundizar

La energía puede manifestarse de diferentes maneras. La que contienen los alimentos está en los enlaces químicos de las sustancias que la forman; es energía química que se libera, transforma y utiliza durante los procesos metabólicos del organismo para formar y renovar tejidos, mantener la temperatura corporal y llevar a cabo actividades físicas, pero ¿cómo se mide la energía que contienen los alimentos?



### Glosario

**metabolismo.** Procesos físicos y químicos de los organismos que convierten o usan energía.

La unidad para medir el contenido energético de los alimentos es la caloría (cal), una unidad de energía térmica que equivale a la cantidad de calor que debe suministrarse para aumentar la temperatura de 1 gramo de agua en 1 grado centígrado, por ejemplo de 14.5 a 15.5 °C, a la presión normal. Esta energía también se puede medir en joules (J), la unidad que se emplea en física para medir el trabajo o la cantidad de calor (figura 3.14).

Para medir la energía que contienen los alimentos es conveniente usar ambos tipos de unidades: las calorías y los joules, debido a que es frecuente encontrar en diversos productos alimenticios ambos tipos de unidad. La equivalencia entre calorías y joules es:

$$1 \text{ caloría (cal)} = 4.2 \text{ joules (J)}$$

$$1 \text{ joule (J)} = 0.23 \text{ calorías (cal)}$$

Como la cantidad de energía que miden tanto la caloría como el joule es muy pequeña, para determinar el contenido energético de los alimentos en general se utilizan unidades mayores: la kilocaloría (kcal) y el kilojoule (kJ).

La equivalencia entre kilocalorías y kilojoules es:

$$1 \text{ kilocaloría (kcal)} = 4.184 \text{ kilojoules (kJ)}$$

$$1 \text{ kilojoule (kJ)} = 0.239 \text{ kilocalorías (kcal)}$$

Es importante tener en cuenta que 4.184 kilojoules (kJ) es la cantidad internacional para medir la energía.

Los carbohidratos, las proteínas y los lípidos son los nutrientes que contienen los alimentos que consumimos en mayor proporción y nuestra principal fuente de energía, aunque su aporte calórico es diferente.



### Explica, reflexiona y comunica

#### Analiza la información nutrimental

- Busca productos en tu casa y elige el que tenga la etiqueta con la mayor cantidad de información nutrimental (figura 3.15).

- Analiza la forma en que se presenta la información en la etiqueta.
- Identifica los nutrientes que contiene.

- En una hoja escribe los datos que se solicitan a continuación:

Tamaño de la porción, número de raciones, la cantidad de kcal que tiene en total (contenido energético), la cantidad de kcal de grasas, proteínas y carbohidratos (figura 3.16).

- Pega la etiqueta en tu trabajo, si no puedes hacerlo, entonces usa una fotografía o fotocopia de ésta.
- Contesta las siguientes preguntas: ¿Tiene relevancia que los alimentos procesados contengan esta información? ¿Por qué? ¿Qué pasa con los alimentos no procesados? ¿Cómo podrías calcular la cantidad de kcal que contienen?
- Comparte los resultados con tu equipo y conserva las fichas para incluirlas en tu portafolio de evidencias.



Fig. 3.14 James Prescott Joule, físico inglés 1818-1889. Por sus trabajos sobre la termodinámica, la unidad de energía se denomina joule.

Datos de Nutrición	
Tamaño de la porción 100g	
Cantidad por porción	
Calorías 160	Calorías de grasa 65
% Valor Daily	
Grasa total 7g	11%
Grasa saturada 2g	11%
Grasas Trans	
Colesterol 68 mg	23%
Sodio 42mg	2%
Carbohidratos totales 0g	0%
Fibra dietética 0g	0%
Azúcares 0g	
Proteínas 24g	
Vitamina A	0% • Vitamina C
Calcio	9% • Hierro
	2%

\*Porcentaje de Valores diarios están en 2,000 Calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.

Fig. 3.15 Los alimentos envasados inducen información sobre el contenido nutrimental y energético.

#### Cantidad de calorías según el tipo de alimento

Nutriente	Calorías en 1g
Carbohidratos	4
Lípidos	4
Proteínas	9

Fig. 3.16 Los alimentos son nuestra fuente de energía.

Los hidratos de carbono o carbohidratos proporcionan energía de manera inmediata al organismo. Se presentan en forma de azúcares, almidones y celulosa, y

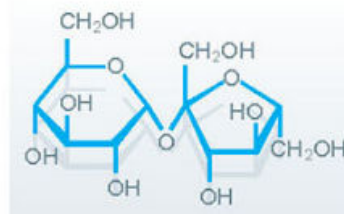


Fig. 3.17 El azúcar común está hecho de dos moléculas de azúcar (disacárido). Su fórmula molecular es:  $C_{12}H_{22}O_{11}$

principalmente se encuentran en los cereales como el arroz, el trigo y el maíz; en los tubérculos como la papa y el camote, y en el azúcar. Son necesarios en la dieta, pero consumirlos en exceso provoca que se transformen químicamente en moléculas de grasas que se acumulan y causan problemas de salud, por ejemplo, la obesidad y aterosclerosis.

Los lípidos o las grasas son la reserva energética más importante del organismo. Las encontramos, por ejemplo, en los aceites que provienen de algunos vegetales como cártamo, girasol y coco; algunos tipos de carne y sus derivados por ejemplo, el tocino y la manteca de cerdo; en la leche y sus derivados como la crema y la mantequilla, y en las nueces, entre otros. En nuestro cuerpo se digieren en el intestino con la ayuda de la **enzima** lipasa, que las convierte en glicerol y en ácidos grasos, como el ácido palmítico,  $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ . Las reacciones químicas de oxidación de los lípidos liberan mucha energía, porque de cada gramo pueden obtenerse 39 kilojoules (kJ) o cerca de 9 kilocalorías (kcal) (figura 3.17).

El cuerpo utiliza las proteínas para la construcción y reparación de las estructuras celulares y los tejidos. Las encontramos en las carnes, la leche, el pescado, el huevo y en algunos vegetales, como el frijol y la soya. En casos extremos, cuando el cuerpo no recibe la cantidad necesaria de carbohidratos, ha agotado sus reservas de grasa y el organismo requiere energía, las proteínas pueden incorporarse a reacciones de oxidación para obtenerla.

Las proteínas son polímeros de otras sustancias más simples que reciben el nombre de aminoácidos. Existen 20 tipos diferentes, y de sus combinaciones y cantidades se pueden formar miles de proteínas distintas en forma y función. Hay aminoácidos que pueden sintetizar o construirse en nuestras células, como la alanina y la glicina, además de otros que es necesario tomar de los alimentos, a los que se les conoce como aminoácidos esenciales, entre los que se encuentra la metionina y el triptófano (figura 3.18).



## Glosario

**enzima.** Moléculas de naturaleza proteica que regulan la velocidad y secuencia de las reacciones químicas.

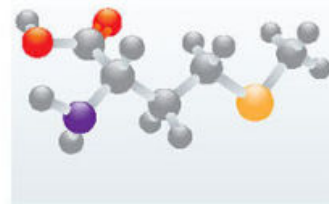


Fig. 3.18 Modelos de la molécula de metionina, uno de los aminoácidos esenciales que requiere ser tomado de los alimentos. Su fórmula molecular es:  $C_5H_{11}NO_2S$ .

## Para integrar

Para conocer el valor nutritivo y el aporte calórico de los alimentos existen tablas, como las del Sistema Mexicano de Alimentos, que pueden ayudarnos a elegir los alimentos y mejorar en nuestra alimentación. A continuación te presentamos unos ejemplos.

Necesidades promedio de energía de niños y adolescentes (10 a 18 años) de ambos sexos. En kcal/día			
Hombres		Mujeres	
Edad (años)	kcal/día	Edad (años)	kcal/día
10-11	2.140	10-11	1.910
11-12	2.240	11-12	1.980
12-13	2.310	12-13	2.050
13-14	2.440	13-14	2.120

Hombres		Mujeres	
Edad (años)	kcal/día	Edad (años)	kcal/día
14-15	2.590	14-15	2.160
15-16	2.700	15-16	2.140
16-17	2.800	16-17	2.130
17-18	2.870	17-18	2.140

Tabla 1. Fuente: FAO/OMS/ONU, Necesidades de Energía y de Proteínas, Serie Informes Técnicos 724, Ginebra, OMS, 1985.

Valor nutritivo y aporte calórico de algunos alimentos							
Alimento	Unidad	Peso neto (g)	Energía (Kcal)	Energía (kJ)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Hidratos de carbono (g)
Manzana	pieza	106	55	231	0.3	0.2	14.7
Brócoli cocido	taza	92	26	108	2.7	2.4	4.6
Chile jalapeño	pieza	78	23	98	1.1	0.5	4.6
Jitomate	pieza	113	20	85	1	0.2	4.4
Nopal cocido	taza	149	22	92	2	0.1	4.9
Jugo de naranja natural	taza	120	54	227	0.8	0.2	12.5
Arroz cocido	taza	47	60	252	1.1	0.1	13.2
Bolillo	pieza	20	61	254	1.9	0	12.8
Tortilla de maíz	pieza	30	64	268	1.4	0.5	13.6
Frijol promedio cocido	taza	86	114	475	7.6	0.5	20.4
Bistec de res	gramos	30	36	149	7.2	0.8	0
Filete de pescado	gramos	40	36	152	7.5	0.5	0
Jamón americano	rebanada	42	44	183	6.8	1.5	0.8
Pechuga de pollo asada	gramos	25	40	166	7.2	1	0
Queso fresco	gramos	40	58	244	6.1	2.8	2
Huevo frito	pieza	44	90	377	6.3	7	0.4
Carne de cerdo	gramos	40	105	440	6.8	8.5	0
Leche	taza	240	148	617	7.9	8	11.2

Tabla 2. Información tomada del Sistema Mexicano de Alimentos (consultada el 30 de mayo de 2013).



## Explica, reflexiona y comunica

¿Cuánta energía aportan los alimentos que consumes?

Reúnete con tus compañeros de equipo para la siguiente actividad.

- Escriban una lista de los alimentos y las cantidades promedio que consumen durante un día (incluye bebidas).
- Investiguen en la biblioteca escolar, mediante internet y las etiquetas de algunos alimentos envasados, el aporte calórico que les proporcionan esos alimentos y bebidas.
- Observen si los datos están en kJ o en kcal y, en caso de ser necesario, realicen las equivalencias requeridas para tener todos los datos en kcal.



- A partir de los datos que tienen contesten las siguientes preguntas: ¿cuántas kcal aportan los alimentos que consumen en un día? ¿Hay diferencias en el número de kcal que consumen los integrantes del equipo? ¿A qué se deberán esas diferencias?

Compara tus datos con la tabla para saber si es adecuado consumir esa cantidad de energía. ¿Qué consecuencias puede tener para su salud consumir más o menos kcal?

- Con la respuesta a las preguntas, sus ideas y los resultados de la investigación, elaboren un escrito, compartan sus resultados con el grupo y conserven su trabajo en su portafolio de evidencias.



Fig. 3.19 Aprender a elegir la comida considerando el aporte calórico y los nutrimentos contribuye a mejorar la salud.

La alimentación es indispensable para todas las personas; lo es más en el caso de los adolescentes, porque están en pleno desarrollo. Una mala alimentación implica una nutrición deficiente y puede ocasionar enfermedades, como anemia, obesidad o diabetes, que se pueden prevenir o solucionar si pones atención en el número de kilocalorías que consumes, así como en el tipo de alimento que proporcionen la energía que requieres. Tener una dieta balanceada, beber agua y hacer ejercicio son medidas que debes tener presentes para cuidar tu salud (figura 3.19).

### 3.2.2. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico

**Aprendizaje esperado:**

- Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con sus características (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras), para decidir una dieta correcta.

#### ¿Cuánta energía requiere consumir una persona?

El cuerpo humano debe mantener un equilibrio entre la energía que obtiene a partir de los alimentos y la energía que gasta, lo que se conoce como equilibrio energético. Cuando una persona consume menos o más energía de la que necesita este equilibrio se pierde y se refleja en la salud.

Hay muchas interrogantes sobre el papel que tiene la energía que obtenemos de los alimentos respecto a nuestro peso y su efecto en la salud y en la generación de enfermedades. ¿Cuántas kcal necesitamos consumir diariamente para desarrollar nuestras actividades y realizar las funciones vitales? ¿Hombres y mujeres requieren consumir la misma cantidad de kcal al día? ¿Cómo se mide la energía que necesitamos? ¿En qué tipo de actividades gastamos mayor energía?

#### ¿Todos necesitamos consumir la misma cantidad de alimentos?



- En una hoja blanca haz una lista de todas las actividades que realizas en un día.
- Subraya las que requieren una mayor cantidad de energía y explica por qué.
- Compara las actividades anteriores con las que no subrayaste y explica cuál es la diferencia.
- ¿Todas las personas necesitan consumir la misma cantidad de alimentos para obtener la energía que requieren? Escribe cuatro razones que justifiquen tu respuesta.
- Compara tus respuestas con las de tus compañeros y conserven su trabajo para incluirlo en el portafolio de evidencias.

Las necesidades energéticas de cada persona dependen del consumo diario de energía. En general se considera que el cuerpo humano utiliza la energía en diversos procesos que se clasifican en tres grandes grupos:

- Metabolismo basal 60%
- Actividades físicas 30%
- Digestión de los alimentos y absorción de nutrientes 10%

El metabolismo basal es el conjunto de procesos que requieren intercambio de energía en reposo, como la respiración y la circulación. Es la energía mínima necesaria que un cuerpo gasta diariamente para mantener las funciones metabólicas de todas las células del organismo.

La actividad física son las funciones que las personas hacemos de manera voluntaria como correr, caminar, estudiar, escribir y leer entre otras, por lo que el gasto de energía en este tipo de procesos es variable.

Los alimentos nos hacen gastar energía y a esto se le llama *Efecto Térmico de los Alimentos*, ya que invertimos energía para comerlos, digerirlos y absorberlos.

Es casi imposible hacer una estimación exacta del gasto energético de una persona; sin embargo, hay instituciones que han calculado las necesidades energéticas diarias. Un ejemplo es el cálculo de las necesidades energéticas diarias para una persona en edad escolar, que se hizo en la Organización Mundial de la Salud (OMS) y que es de 50 kcal por cada kg de peso. Otro ejemplo es el cálculo que se brinda en las *Recomendaciones de ingestión de alimentos para la población mexicana* (2008), que establece que los niños en edad preescolar necesitan en promedio 1 300 kcal por día, los de educación primaria requieren 1 579 y los adolescentes de entre 12 y 14 años necesitan un promedio de 2 183 kcal diarias.

Las personas tenemos muchas cosas en común, pero también otras que nos hacen diferentes. No todos necesitamos consumir la misma cantidad de alimentos, ya que el gasto energético depende de diversas características, como el sexo, la edad, la actividad física, la eficiencia del organismo y algunos factores ambientales (figura 3.20).

En general un hombre consume más energía que una mujer. Si revisamos nuevamente la tabla elaborada por la FAO (Tabla 1) que muestra las necesidades promedio de energía de los niños y adolescentes, ahí veremos que entre 14 y 15 años de edad se requieren distintas cantidades de energía por día según el sexo: alrededor de 2 590 kcal en los hombres y un aproximado de 2 160 kcal para las mujeres.

La edad es otro factor que influye en el gasto de energía. El periodo de mayor crecimiento en los humanos se da en el primer año de vida y, por lo tanto, los bebés y los niños necesitan más energía en proporción a su tamaño que los adultos. En las personas de la tercera edad las necesidades de energía se reducen, porque en general sus actividades y metabolismo basal disminuyen.

En cuanto a la actividad física encontramos diferentes necesidades energéticas dependiendo de su intensidad: baja, moderada o intensa.

En los datos de la siguiente tabla observaremos que todas las actividades que hacemos, incluso dormir, implican un consumo de energía, y que a mayor actividad física el consumo de calorías también se incrementa.



Fig. 3.20 Ambas actividades consumen diferentes cantidades de energía.

Consumo de calorías durante las actividades físicas

Actividad	Calorías consumidas por hora
Andar en bicicleta	174
Trotar	654
Jugar basquetbol	450
Jugar futbol	450
Jugar voleibol	274
Nadar	300
Caminar	198
Dormir	60



Fig. 3.21 Las mujeres tienen diferentes necesidades energéticas durante el embarazo.

Cuando padecemos una enfermedad (por ejemplo, gastrointestinal o en la glándula tiroides), las necesidades de energía también se ven afectadas.

Por su condición reproductiva las mujeres tienen necesidades energéticas específicas. Durante la menstruación, la pérdida de sangre incrementa las necesidades de hierro y otras sustancias, como vitamina E, que participan en producción de glóbulos rojos. En el embarazo, las mujeres necesitan energía y nutrientes adicionales que ayudan al desarrollo y crecimiento del feto (figura 3.21). Durante la lactancia también se requiere más energía para producir leche y amamantar al bebé. Los datos específicos para atender esas situaciones pueden obtenerse en las instituciones de salud de la comunidad.

Incluso los factores ambientales influyen en los requerimientos de energía, por ejemplo, en los climas cálidos, tropicales y subtropicales se necesita menor energía que en los climas fríos para mantener la temperatura normal del cuerpo.



¡Manos a la Química!

La temperatura en las reacciones químicas

Introducción

En todas las reacciones químicas participa la energía, ya sea que se requiera para producir la reacción o que se libere durante ella. El cuerpo humano tiene una temperatura promedio de 36.5 °C producto del metabolismo de nuestras células y nuestros tejidos, y también es la temperatura bajo la cual se dan muchas otras reacciones. Con tus compañeros de equipo harán una reacción efervescente y verán si la temperatura afecta la velocidad de la reacción.

Necesitas:

- 3 pastillas efervescentes, como las que contienen vitamina C o las que se usan como antiácidos
- 3 vasos de precipitados de 100 ml
- Un reloj
- Un mechero de gas o de alcohol
- Una cuchara o espátula
- Un termómetro
- 300 ml de agua

Precauciones:

- Usa bata de laboratorio.
- Ten cuidado a la hora de calentar el agua.
- Realiza este experimento bajo la supervisión de un adulto.

¿Cómo hacerlo?

- 1) Agrega una pastilla efervescente a un vaso que contenga 100 ml de agua a temperatura ambiente.

Registra la temperatura y el tiempo que tarda en deshacerse.

2) Agrega otra pastilla a un vaso que contenga 100 ml de agua fría, registra la temperatura y el tiempo que tarda en diluirse.

3) Calienta, sin hervir, 100 ml de agua y después agrega la tercera pastilla efervescente. Mide la temperatura y el tiempo que tarda en deshacerse.

Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte es parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Qué tipo de reacción observaste? y ¿qué evidencias tienes para considerar que es así?
2. ¿En cuál de los tres vasos la pastilla efervescente se deshizo más rápido?
3. ¿La temperatura influye cuando se lleva a cabo una reacción química? Explica de qué forma.
4. En nuestro cuerpo ocurren una gran cantidad de reacciones químicas. ¿Tendrán alguna relación con la temperatura corporal? ¿Cómo?
5. ¿Qué otros factores afectarán la velocidad de una reacción química?
6. Compartan sus ideas y respuestas con el grupo, y consulten a su profesor para resolver dudas y saber más del tema.

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.



Fig. 3.22 La temperatura influye en la velocidad de una reacción.

Elegir la dieta correcta con ayuda de la química

La situación alimentaria de la población de nuestro país es compleja, diversa y enfrenta muchas dificultades. Las secretarías de Salud y de Educación, así como algunos institutos de investigación y universidades han señalado que el sobrepeso y la obesidad en la población en general, así como otras enfermedades como la hipertensión arterial, la **aterosclerosis**, la diabetes mellitus, el cáncer y la osteoporosis que se han incrementado en los últimos años debido a una mala alimentación. La pobreza, la pérdida del poder adquisitivo, el encarecimiento de los alimentos y la falta de una buena cultura alimentaria y del ejercicio físico, son algunas de las causas que las propician, según los expertos.

Los niños y los adolescentes constituyen un grupo vulnerable en cuanto a los hábitos alimentarios, porque se encuentran permanentemente influenciados por la propaganda que les induce al consumo de alimentos y bebidas ricos en grasas saturadas y carbohidratos en exceso (figura 3.23). Si a ello le sumamos hábitos de vida con mínima movilidad y casi nulo ejercicio físico, como ocurre en las zonas urbanas, las consecuencias llevan al deterioro de la salud. En este contexto la ciencia, en la medida que nos aporta conocimientos y formas de pensar para entender el mundo, se convierte en una poderosa herramienta para

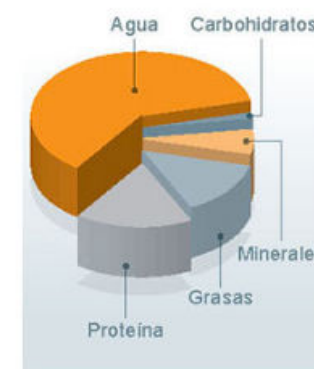


Fig. 3.23 Proporción de los principales componentes del cuerpo humano en relación con la masa corporal de una persona de 65 kg.



Glosario

**aterosclerosis.** Endurecimiento de los vasos sanguíneos, en especial algunas arterias, por la acumulación de fibras y lípidos, sobre todo colesterol.

**equilibrio energético.** Se refiere al balance entre las calorías que se ingieren y las que se utilizan en la actividad física cotidiana, y al mantenimiento de las funciones vitales.



Fig. 3.24 Una dieta correcta debe ser completa, variada y equilibrada.

saber si lo que comemos satisface o no nuestros requerimientos de materia y energía. El conocimiento de la química nos ayuda a decidir asertivamente qué comer y en qué cantidad para conseguir un **equilibrio energético** y también un equilibrio en el consumo de nutrientes.

Los seres vivos estamos hechos de sustancias químicas. Al analizar la composición química promedio de un cuerpo humano (con una masa de 65 kg) encontramos que la proporción de algunos de sus componentes es la siguiente:

Componentes	Porcentaje de la masa corporal (%)
Agua	61.6
Proteína	17.0
Grasas	13.8
Minerales	6.1
Carbohidratos	1.5

El funcionamiento de nuestro cuerpo y las actividades que realizamos requieren que cotidianamente obtengamos materia y energía. Las recomendaciones de ingesta de calorías plantean que los hidratos de carbono deben aportar entre 55 y 60%, las grasas 25 y 30%, y las proteínas entre 10 y 15% de las necesidades cotidianas. Para los niños y adolescentes se recomienda que la energía requerida sea proporcionada 25% por el desayuno, 30% por la comida, 15% por la cena y 30% restante sea distribuido en dos refrigerios entre las comidas del día (figura 3.24).



TIC

Pueden leer también, en el ejemplar número 113 de la revista de divulgación de la ciencia *¿Cómo ves?* el artículo llamado "Azúcar: hechos y mitos". También está en formato electrónico y pueden leerlo en: <http://www.comoves.unam.mx/> (Consultada el 4 de noviembre de 2016).



Fig. 3.25 Se recomienda que el refrigerio escolar incluya frutas y verduras, agua simple potable y alimentos preparados que aporten 15% de las necesidades nutrimentales de los estudiantes.



El refrigerio en la escuela

Reúnete con tus compañeros para la siguiente actividad.

- Formen equipos de trabajo y contesten las preguntas: ¿los alimentos que consumo durante el refrigerio escolar cumplen con los criterios de una dieta saludable? ¿Qué argumentos apoyan su respuesta? ¿Qué fuentes de información les darían elementos para mejorar su refrigerio escolar?
- Consigan acceso a internet y consulten el documento que se muestra en el documento de Estrategia contra el Sobrepeso y la Obesidad: [http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/635/1/images/acuerdo\\_lin.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/635/1/images/acuerdo_lin.pdf) (Consultada el 4 de noviembre de 2016).
- Explore el contenido del documento y, en particular lean el anexo único denominado "Criterios Técnicos en el tema: bases científicas y técnicas para la elaboración de los criterios".
- A partir de las sugerencias que hace el documento, cada integrante del equipo haga una propuesta de refrigerio escolar que incluya las calorías y los nutrimentos necesarios, y cumpla con los cinco principios que debe tener una alimentación saludable: completa, equilibrada, variada, higiénica y adecuada.
- Elaboren un cartel con una propuesta de refrigerio escolar y escriban algunos argumentos que expliquen por qué forma parte de un menú saludable y consérvenlo en el portafolio de evidencias (figura 3.25).

Para integrar

Hemos considerado los principales nutrimentos como carbohidratos, lípidos y proteínas, y también se ha mencionado que el agua y algunos minerales, como el hierro, pero hay muchos tipos de sustancias en esos grupos y otros como las vitaminas que es necesario, considerar al momento de responder la pregunta: ¿qué me conviene comer? El proyecto de investigación que elijas para trabajar al final del Bloque representa una buena oportunidad de hacerlo.

Todas las sustancias que participan en la nutrición son relevantes, pero como ya vimos, los que nos proveen energía de manera inmediata son el grupo de los hidratos de carbono, también llamados carbohidratos.

Los carbohidratos son moléculas formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Los más sencillos son los monosacáridos, como la glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>). Por su parte, los disacáridos están formados por dos unidades de monosacárido unidas entre sí, como en la sacarosa o el azúcar común (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>12</sub>). La lactosa o el azúcar de la leche también es un disacárido (figura 3.26).

Los polisacáridos están formados por muchos monosacáridos unidos entre sí, como en la amilosa, amilopectina, celulosa y el glucógeno. Los polímeros de amilosa y amilopectina forman el almidón, que es una sustancia presente en los vegetales para almacenar carbohidratos. Nosotros digerimos el almidón sobre todo por la acción de la enzima amilasa que se encuentra en la saliva. El glucógeno o almidón animal es un polímero de glucosa que se almacena en el hígado y en los músculos. Las células realizan reacciones químicas entre el glucógeno y el agua de manera muy rápida para mantener el nivel de glucosa en la sangre y proporcionar energía entre las comidas.



Fig. 3.26 Sacarosa, popularmente llamada azúcar, es un disacárido formado por glucosa y fructuosa.

Para concluir



La dulce realidad

- En grupo organicen una lluvia de ideas para conocer lo que saben del azúcar y lo que les interesa saber de esa sustancia. Para orientar la discusión pueden partir de las siguientes preguntas: ¿cuál es la principal fuente de carbohidratos en tu dieta? ¿En qué cantidad contribuyen las bebidas azucaradas como los refrescos y jugos envasados, a tu aporte de carbohidratos? ¿Qué consecuencias tiene el consumo de refrescos en la salud?
- Para responder a las preguntas lean en las etiquetas de los productos: verán el contenido de carbohidratos y la cantidad de energía de los refrescos y jugos envasados que consumen.
- Comenten con el maestro las respuestas de las preguntas que no encontraron.
- Elaboren un escrito sobre esta investigación para anexarlo al portafolio de evidencias.

Leer...

El placer de comer y estar sano. En este libro encontrarás información que te orientará para balancear tu dieta con la Guía del Plato del Bien Comer, que ostenta las mejores combinaciones de los grupos de alimentos para conservar la salud. En sus páginas también se describen enfermedades relacionadas con trastornos y malos hábitos de alimentación, como la anorexia, la bulimia, la obesidad y la vigorexia. Guadalupe Esquivel, Adriana Luna, *El placer de comer y estar sano*, México, Libros del Rincón-Editorial Terracota, 2010.

# Tercera revolución de la química.

## Aportaciones de Lewis y Pauling

### Aprendizaje esperado:

- Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que los átomos adquieren una estructura estable en el enlace químico.

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

Como has estudiado a lo largo del curso, cada compuesto tiene características físicas y químicas particulares y ello se debe, entre otras cosas, a los diversos elementos que los componen, por ejemplo, los elementos oxígeno e hidrógeno en condiciones normales de presión y temperatura permanecen en forma de gases, pero al combinarse entre sí dan origen a un compuesto totalmente diferente: el agua. Un ejemplo más es la unión química del sodio, un elemento metálico de color grisáceo brillante, y el cloro, un gas verdoso y tóxico los cuales, al combinarse químicamente, dan origen a una sustancia que está formada por nuevas y únicas propiedades: sal común o cloruro de sodio (NaCl) (figura 3.27). La manera en que se unen los átomos, esto es, la forma en que se enlazan e interactúan entre sí, determina muchas de las propiedades de la materia.

Como estudiaste en el Bloque 2, para explicar el comportamiento de la materia los científicos han construido modelos que se basan en la idea de que la materia está hecha de partículas muy pequeñas, a las que llamamos átomos, y cuando una sustancia está formada por átomos del mismo tipo le llamamos elemento. Hasta el momento se han identificado cerca de 118 elementos diferentes,

que al combinarse entre sí forman una diversidad casi infinita de compuestos que podemos apreciar en todas las cosas que nos rodean.

¿Por qué reaccionan los átomos de los distintos elementos? ¿Cuáles son las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en las moléculas y a los iones en los compuestos iónicos?



Fig. 3.27 Los elementos sodio y cloro tienen propiedades físicas y químicas diferentes al del compuesto cloruro de sodio, también llamado sal común.



### La tabla de elementos

¿Qué tipo de mezcla es?

1. Ve a la página de internet <https://www.uam.es/docencia/elementos/spV21/sinmarcos/elementos/periodico.html> (Consultada: 23 de enero de 2017).
2. Observa los elementos del grupo 1 y del 17. Busca información sobre el hidrógeno, litio, sodio, potasio, flúor, cloro y bromo y comenta en qué se parecen entre los miembros del mismo grupo y cómo reaccionan con los del otro.
3. Imprime la tabla periódica para trabajar con ella.
4. Elabora un esquema, mapa conceptual o mapa mental donde integres la información que trabajaste.
5. Conserva tu trabajo en tu portafolio de evidencias.

### Para profundizar

En el Bloque 2, iniciamos el estudio de la tabla periódica de los elementos. Si observamos el Grupo VIIIA, que se encuentra en la columna del extremo derecho de la tabla, veremos que corresponde al grupo de los llamados gases nobles. En la naturaleza, los gases nobles son los únicos que están formados por átomos aislados. Todos los demás elementos se encuentran enlazados; por ejemplo, el oxígeno está formado por moléculas de dos átomos de oxígeno; y el fósforo por moléculas con cuatro átomos de fósforo unidos entre sí.

Hay fuerzas de naturaleza eléctrica que mantienen unidos a los átomos cuando forman compuestos. Los átomos están constituidos por partículas subatómicas, como los electrones, los protones y los neutrones, y tienen carga eléctrica. Los electrones tienen carga negativa, los protones positiva y los neutrones carga cero o neutra. Si los átomos tienen la misma cantidad de cargas positivas (protones) y negativas (electrones), el resultado es que los átomos son eléctricamente neutros. Cuando los átomos interactúan con otros, la distribución de sus cargas provoca fuerzas de atracción y repulsión, y si las fuerzas de atracción son más fuertes, permiten la formación de enlaces químicos (figura 3.28). Los electrones de la capa externa del átomo son las partículas subatómicas directamente relacionadas con la formación de los enlaces. Por ello, cuando se estudian los enlaces químicos se considera principalmente a los electrones de valencia de los átomos.

Para que las interacciones atractivas entre dos átomos logren formar un enlace, es necesario que los electrones externos se ubiquen en una zona entre los dos núcleos de esos átomos, así los electrones serán atraídos por ambos átomos y se evitará la repulsión directa entre un núcleo y el otro.

La manera en que los electrones se distribuyen en los átomos nos muestra que la órbita más externa puede albergar hasta ocho electrones (excepto en el helio que sólo tiene dos). El químico Gilbert N. Lewis notó que cuando los átomos se combinan tienden a tener una configuración electrónica más estable; y esto se logra cuando un átomo cede, acepta o comparte electrones para igualar el mismo número de electrones que tienen los gases nobles en la última órbita; esto es, ocho electrones.

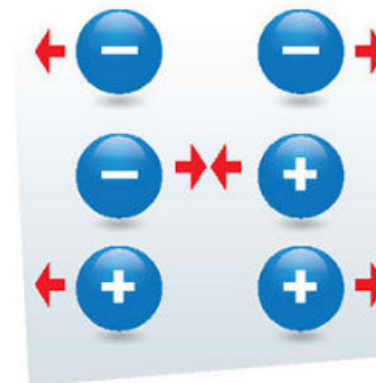


Fig. 3.28 Interacción entre las cargas eléctricas. Cargas iguales se repelen y cargas opuestas se atraen.

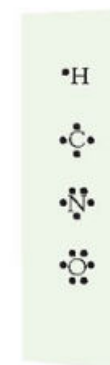


Fig. 3.29 Símbolos de puntos de Lewis para indicar los electrones de valencia de los átomos.



Fig. 3.30 El litio es un metal alcalino que se emplea en aleaciones conductoras de calor y en baterías eléctricas. Está presente en diversos minerales.

Lewis desarrolló una manera gráfica para reconocer a los electrones de valencia y asegurarse de que el número total de electrones no cambia durante una reacción química: una representación de Lewis considera el símbolo del elemento químico y dibuja a su alrededor un punto por cada electrón de valencia de un átomo del elemento (figura 3.29).



Explica,  
reflexiona  
y comunica

Con ayuda de la tabla periódica de los elementos e identificando los electrones de valencia de los diferentes grupos a los que pertenecen, dibuja con símbolos de puntos de Lewis los siguientes elementos: sodio, potasio, magnesio, calcio, aluminio, silicio, fósforo, azufre, cloro, helio y neón.

Cuando el grupo haya terminado, algunos alumnos pueden pasar al pizarrón para compartir sus representaciones y verificar, con ayuda de su profesora o profesor, la validez de sus modelos. Integra tu trabajo corregido en el portafolio de evidencias.

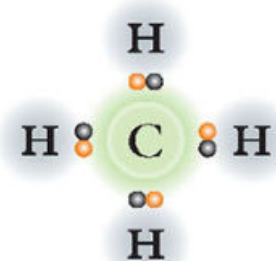


Fig. 3.31 Para completar su octeto, el carbono comparte cuatro electrones de valencia y establece cuatro enlaces covalentes con átomos de hidrógeno.

En las moléculas con átomos del mismo tipo, por ejemplo  $H_2$ , los electrones que participan en el enlace, también llamados electrones enlazantes, se sitúan en una región entre los núcleos de los átomos y actúan como una especie de “pantalla” que disminuye la fuerza de repulsión entre las cargas positivas de ambos núcleos, favoreciendo así que los átomos permanezcan unidos (figura 3.31).

Los electrones enlazantes se pueden colocar en medio de dos o más núcleos, o cerca de un núcleo en particular, dependiendo la fuerza de atracción que los núcleos ejerzan sobre ellos.

Como recordarás, hay diferentes tipos de enlace químico. El enlace iónico lo encontramos, en general cuando se transfiere uno o más electrones desde átomos metálicos hacia átomos no metálicos. En la vida cotidiana encontramos compuestos iónicos cuando cocinamos como la sal común o el cloruro de sodio  $NaCl$ ; el carbonato de calcio  $CaCO_3$ , o la leche de magnesia  $Mg(OH)_2$  que ingerimos para aliviar acidez estomacal o el hierro en forma de sulfato de hierro (II)  $FeSO_4$ , que está en algunos complementos vitamínicos. Como el hierro es un elemento que puede actuar con valencia dos y tres, la valencia con la que actúa en el compuesto se indica con un número romano, entre paréntesis.

En general, la composición de un gran número de compuestos iónicos se da por la combinación de un metal alcalino del grupo 1A, o de un metal alcalinotérreo del grupo 2A y un halógeno del grupo 7A u oxígeno (figura 3.30). Debido a que los metales tienen bajas energías de ionización tienden a formar cationes (iones con carga positiva) y en cambio, los halógenos y el oxígeno tienden a formar aniones (iones con carga negativa).



## Glosario

**energía de ionización.** Energía mínima que se requiere para separar un electrón de un átomo aislado o un ion en su estado basal.

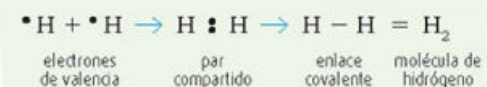
En el caso de la formación de la molécula de fluoruro de litio, la atracción electrostática que forma el enlace iónico surge entre el ion litio, con carga positiva y el ion fluoruro, con carga negativa. El compuesto resultante es eléctricamente neutro, como puede observarse mediante las representaciones de Lewis:



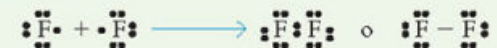
El enlace covalente se presenta, por lo general, en compuestos formados por elementos no metálicos que tienen energías de ionización elevadas y no ceden electrones fácilmente, por lo que los electrones de valencia no se transfieren de un átomo a otro sino que se comparten con el fin de lograr una estructura molecular estable.

Los compuestos covalentes son más abundantes que los iónicos, y entre ellos tenemos a las moléculas del agua ( $H_2O$ ); la sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ); el alcohol ( $C_2H_6O$ ) y el antibiótico amoxicilina ( $C_{16}H_{19}N_3O_5S$ ). Hay varios elementos que forman moléculas diatómicas con enlaces covalentes entre sus átomos, como el hidrógeno ( $H_2$ ); nitrógeno ( $N_2$ ); oxígeno ( $O_2$ ); flúor ( $F_2$ ); cloro ( $Cl_2$ ); bromo ( $Br_2$ ) y el yodo ( $I_2$ ).

Para ejemplificar cómo se forman sus enlaces, mencionaremos el caso del hidrógeno. Cuando dos átomos de hidrógeno se acercan lo suficiente, la carga positiva de cada núcleo atrae a su respectivo electrón y esa atracción los acerca cada vez más hasta que se comparten los electrones de valencia y forman un enlace covalente. Así, dos átomos de hidrógeno unidos en la molécula  $H_2$  son más estables que en lo individual. El siguiente esquema muestra la representación de Lewis de la formación de la molécula. En él, y para simplificar, el par de electrones compartido se representa como una línea ( $H-H$ ):



En el caso de la formación de una molécula de flúor, se parte de que los átomos de ese elemento tienen siete electrones de valencia y sólo se comparte uno para formar el enlace covalente, como se muestra en la siguiente representación (figura 3.32).



En la formación de la molécula  $F_2$  participan dos electrones enlazantes. A los demás electrones no enlazantes se les llama pares libres.



Explica,  
reflexiona  
y comunica

La molécula de agua ( $H_2O$ ) se forma mediante enlaces covalentes entre el átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. El oxígeno tiene seis electrones de valencia, de los que dos no están apareados y, por lo tanto, pueden ser compartidos.

En compañía de otro estudiante del grupo dibujen la representación de Lewis para la molécula del agua. Al terminar, vean las representaciones de otros compañeros del grupo y, en caso de duda, consulten a su profesora o profesor.



Fig. 3.32 El flúor es el halógeno más abundante en la corteza terrestre. Se encuentra en diferentes minerales, como la fluorita ( $CaF_2$ ).



## ¡Manos a la Química!

### Efectos de los enlaces en la conducción eléctrica

#### Introducción

El tipo de enlace químico que tienen los materiales se refleja en algunas propiedades como la conductividad eléctrica, que les permite ser buenos o malos conductores de la electricidad. Los materiales con enlaces de tipo iónico y enlaces metálicos son buenos conductores, y los que presentan enlaces covalentes entre sus átomos son malos conductores de la electricidad. Utilizaremos esta propiedad para imaginar el tipo de enlace que muestran sus átomos.

#### Necesitas:

- Un circuito eléctrico formado por cables, pilas y un foco
- Diversos materiales como, agua, cloruro de sodio, vinagre, sacarosa (azúcar de mesa), aceite de cocina, monedas metálicas, pequeños trozos de metal (hierro, aluminio, cinc). También utilizarán un pedazo de plástico, madera y vidrio
- Un vaso
- Un trapo para limpiar

#### Precauciones:

- Utilicen pilas de 1.5 o de 9 V; durante la actividad por ningún motivo usen la corriente eléctrica que abastece los contactos de la instalación eléctrica de la escuela o la casa.



#### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja en equipos con tus compañeros de clase.

- 1) Preparen un circuito eléctrico sencillo. (Pueden construirlo desarmando una lámpara de mano, con lo que tendrán las pilas y un foco. Consigan unos caimanes o algunos alambres delgados para conectar los dispositivos y probar los materiales).
- 2) Prueben que el circuito eléctrico funcione, verificando que el foco encienda.
- 3) Antes de experimentar con los materiales, digan en cuáles esperarían que fluya la corriente eléctrica.
- 4) Tomen cada uno de los materiales de prueba y hagan que la corriente circule a través de ellos. Usen el material como un puente entre la pila y el foco.
- 5) En el caso del cloruro de sodio y la sacarosa, primero disuelvan una cucharadita de la sustancia en medio vaso con agua y pongan los cables o electrodos del circuito dentro del vaso sin que se toquen entre sí.

#### Explica

Haz un escrito que describa lo que esperaban y lo que sucedió en la actividad. Organicen sus datos mediante una tabla donde la primera columna se titule material, la segunda: buen conductor, la tercera: mal conductor y la cuarta: tipo de enlace. En las filas de la tabla pongan el nombre de cada material de prueba. Escriban sus conclusiones y planteen a su profesora o profesor las dudas y preguntas que hayan surgido. Este reporte deberá incluirse en el portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

Hasta el momento se han mostrado moléculas con enlaces covalentes sencillos donde se comparte un par de electrones, sin embargo, hay otros compuestos covalentes que comparten dos o tres pares de electrones para completar su octeto. Así, entre dos átomos se establecen enlaces dobles cuando se comparten dos pares de electrones u enlaces triples al compartirse tres pares. Entre los átomos que forman enlaces múltiples encontramos al carbono, oxígeno, nitrógeno y azufre.

En la molécula de dióxido de carbono se forman dos dobles enlaces debido a que el carbono y el oxígeno comparten dos pares de electrones para completar sus octetos, tal como se representa en el siguiente modelo de Lewis:



En el caso de la molécula de nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), cada átomo de nitrógeno comparte tres electrones para completar el octeto formando, por lo tanto, tres enlaces covalentes o un triple enlace. El modelo de Lewis sería el siguiente:



#### Grandes diferencias

Encontramos grandes diferencias en las propiedades físicas de los compuestos iónicos y covalentes debido a que sus enlaces son de distinta naturaleza.

- Por equipos investiguen las diferencias entre los compuestos iónicos y covalentes, y elaboren un cuadro para compararlas.
- Utilicen un modelo para ilustrar un compuesto iónico y covalente.
- Compartan su investigación con los compañeros y observen tanto el cuadro comparativo como los modelos que hicieron.
- Incorporen su trabajo al portafolio de evidencias.

### 3.3.2 Uso de la tabla de electronegatividad. La electronegatividad de Linus Pauling

De manera simultánea a la realización de los trabajos de Lewis para construir un modelo atómico que explicara el enlace químico donde aparentemente no se aplicaba la Ley de Coulomb, cuya idea central señala que dos cargas iguales se repelen y dos diferentes se atraen, Linus Pauling, químico estadounidense, aplicó estudios de **crystalografía**, matemáticas y física cuántica, entre otros, para poder explicar la razón por la que dos electrones con la misma carga pueden estar juntos sin repelerse al formar un enlace.

Ya se ha visto que los átomos forman enlaces cediendo, ganando o compartiendo electrones. Cuando el enlace se establece entre átomos del mismo elemento, los electrones enlazantes se comparten por igual, pero, en la mayoría de los compuestos, los enlaces se forman entre átomos diferentes, así que los electrones son atraídos más por un átomo que por otro.

#### Aprendizaje esperado:

- Argumenta los aportes de Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.



#### Glosario

**crystalografía.** Es el estudio del crecimiento, la forma y la geometría de los cristales. La mayoría de los minerales adoptan formas cristalinas.



## Glosario

**electronegatividad.** Capacidad de un átomo para atraer los electrones compartidos en un enlace.

Pauling propuso el concepto de electronegatividad para caracterizar a los átomos de acuerdo con la fuerza de atracción que ejercen sobre los electrones y también desarrolló un método para calcular la electronegatividad relativa de la mayoría de los elementos.

A partir de los trabajos de Pauling se sabe que los elementos no metálicos tienen mayor **electronegatividad**, ya que tienen más capacidad de atraer electrones que los elementos metálicos. El flúor es el elemento más electronegativo y se le asigna un valor de 4.0; le sigue el oxígeno con 3.5. El metal cesio, que en la tabla periódica de los elementos se ubica al final del grupo 1A, tiene la electronegatividad más baja, con un valor de 0.7. El tamaño de los átomos también se relaciona con la electronegatividad, así que los átomos más pequeños tienden a tener electronegatividades más elevadas, porque los electrones de valencia que pueden compartir se encuentran más próximos a sus núcleos (figura 3.33). En la tabla periódica, la electronegatividad se incrementa en los periodos (filas) de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba en los grupos (columnas), tal como se ve en la siguiente tabla.

Tabla de electronegatividad de los elementos más comunes

## Electronegatividad de los elementos

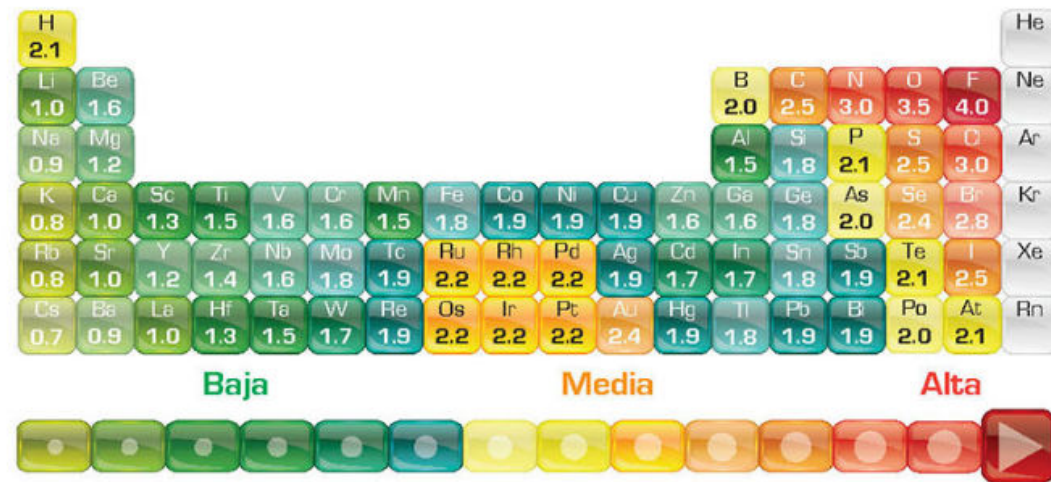


Fig. 3.33 La posición de un elemento en una tabla de electronegatividad está determinada por la afinidad de los átomos del elemento para atraer electrones.

A partir de los valores de electronegatividad se han establecido ciertos rangos para predecir el tipo de enlace; por ejemplo, si las diferencias de electronegatividad entre los átomos está entre 0.0 y 0.4, los electrones se comparten casi simétricamente y se forma un enlace covalente apolar. De este tipo son los enlaces entre dos hidrógenos, porque su electronegatividad es de 0 ( $2.1 - 2.1 = 0$ ). Cuando la diferencia de electronegatividad es mayor que 0.4, pero menor que 1.8, se trata de un enlace covalente polar como los que se dan, por ejemplo, entre cloro e hidrógeno ( $3.0 - 2.1 = 0.9$ ). Si la diferencia de electronegatividad es de 1.8 o superior, el enlace es iónico, como en el cloruro de sodio,  $\text{NaCl}$  ( $3.0 - 0.9 = 2.1$ ).



## Sobre la electronegatividad

En forma individual, y considerando los valores de electronegatividad de los átomos que forman el enlace de las siguientes moléculas, clasifica el enlace como iónico, covalente apolar o covalente polar.

Molécula	Diferencias de electronegatividad	Tipo de enlace
O - H		
Cl - As		
O - K		
Cl - Cl		
Mg - O		

Hemos visto que algunas ideas y algunos modelos para explicar los fenómenos pueden cambiar de manera radical ciertas formas de pensar que se habían arraigado en las comunidades científicas, por lo que se considera que esas nuevas ideas y modelos provocan revoluciones en el conocimiento al cuestionar lo establecido y formulan teorías alternativas que explican mejor las evidencias que se encuentran en los experimentos, y explican mejor cómo funcionan las cosas y por qué lo hacen así. Los modelos propuestos por Lewis y Pauling que se basan en la incorporación del electrón en las explicaciones de cómo se forman las moléculas y marcan lo que se considera la tercera revolución en la química.

### Aprendizajes esperados:

- 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.



Completa la siguiente tabla:

Átomo	Electrones de valencia	Estructura de Lewis	Electrones que dona, comparte o recibe al formar el enlace	Elemento resultante
Na				
Cl				
O				
Ca				

Escribe la reacción química que ocurre entre el Na y Cl; dibuja la estructura de Lewis de esta reacción. Indica el tipo de enlace que se forma entre sus átomos.

¿Cuál sería la reacción de un compuesto formado por O y Ca? Dibuja la estructura de Lewis de esa reacción. Indica el tipo de enlace.

Verifica la validez de tus respuestas con tu profesora o profesor, y anexa tu trabajo en el portafolio de evidencias.

Lewis tomó en cuenta los trabajos de Rutherford y propuso un modelo atómico que explicaba cómo los electrones más externos de los átomos se unían para formar moléculas. En su modelo consideró que, en un cambio químico, la parte del átomo formada por el núcleo y los electrones más internos se mantenía sin cambios.

Como ya revisamos, también planteó que en una reacción química los electrones ubicados en la capa más externa o de valencia de un átomo se ceden, ganan o comparten. Lewis planteó que el átomo tiende a poseer un número par de electrones de valencia para obtener una configuración más estable, como la que se encuentra en los gases nobles, con ocho electrones en su última capa y dos electrones en el caso del helio, y que los electrones de valencia se arreglan en el espacio de manera simétrica en los vértices de un cubo. Los primeros dibujos de Lewis de esa representación pueden verse en la portada del Bloque 3.



Escribe la reacción química entre el Na y Cl, dibuja la estructura de Lewis de esa reacción. Indica el tipo de enlace que se forma entre sus átomos.

¿Cuál sería la reacción de un compuesto formado por O y Ca? Dibuja la estructura de Lewis de esa reacción. Indica el tipo de enlace.

Elabora la estructura de Lewis y determina el tipo de enlace de las siguientes moléculas:

CCl <sub>4</sub>	Tetracloruro de carbono	HCN	Cianuro de hidrógeno
Cl <sub>2</sub>	Cloro	SO	Monóxido de azufre
NaBr	Bromuro de sodio	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico
LiF	Fluoruro de litio	HNO <sub>3</sub>	Ácido nítrico
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Etanol	NaOH	Hidróxido de Sodio
CH <sub>4</sub>	Metano	Fe (OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de Hierro II
KI	Yoduro de potasio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de aluminio

Verifica la validez de tus respuestas con tu profesor y anexa tu trabajo en el portafolio de evidencias.

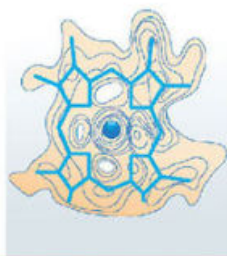


Fig. 3.34 Posición de los átomos de una molécula obtenidos a partir de técnicas de cristalografía de rayos X.

Pauling profundizó en el estudio del enlace covalente y desarrolló el concepto de electronegatividad para explicar que el par de electrones compartido en un enlace podía acercarse más a un átomo que a otro, lo que trae como consecuencia que la molécula presente una polaridad positiva y una polaridad parcial negativa en otro extremo. La molécula actúa, entonces, como un dipolo y cada uno de sus extremos puede atraer otros extremos de carga opuesta de otras moléculas.



## ¡Manos a la Química!

### Cristales y enlaces químicos

#### Introducción

La materia en estado sólido guarda fuerzas de atracción que mantienen muy juntas y cercanas a las partículas que la constituyen, por lo que se arreglan espacialmente según un modelo rígido donde vibran en posiciones fijas. Esto proporciona a la materia sólida una forma y un volumen definido; la estructura rígida, en muchos sólidos, forma un cristal, como lo habrás visto, por ejemplo, en el cuarzo y en la variedad violeta del cuarzo llamada amatista. Linus Pauling realizó estudios de cristalografía de los materiales que contribuyeron al desarrollo de sus teorías de la naturaleza del enlace químico.

En esta actividad de laboratorio veremos la formación de cristales a partir de una disolución saturada de acetato de sodio (NaCH<sub>3</sub>COO).

#### Necesitas:

- Un tubo de ensayo
- Un vidrio de reloj o una tapa de caja de petri
- Mechero de gas o de alcohol
- Cerillos
- 3 gramos de acetato de sodio
- Pinzas para el tubo de ensayo
- Una probeta de 10 ml o una pipeta
- Balanza
- Lentes de seguridad
- 2 ml de agua

#### Precauciones:

Es conveniente utilizar bata, y que la persona que calienta la mezcla de acetato de sodio y agua use lentes de seguridad.

#### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja en equipo con tus compañeras y compañeros de clase, y antes de empezar la parte práctica lee las instrucciones para hacerlo:

- 1) Para preparar la disolución saturada de acetato de sodio, mezcla en el tubo de ensayo: tres gramos de la sustancia y luego agrega dos mililitros de agua.
- 2) Utiliza lentes de seguridad y bata. Ahora prende el mechero. Para calentar la mezcla, sujeta el tubo de ensayo con las pinzas e inclina el tubo en un ángulo de 45 grados. Ten la precaución de dirigir la boca del tubo de ensayo hacia la pared o donde no estén tus compañeros de equipo. Evita que la mezcla hierva y, en su caso, retira el tubo de la flama. Agítalo para promover la disolución.
- 3) Cuando el acetato de sodio se haya disuelto y veas transparente la disolución, apaga el mechero. Espera un minuto a que se enfríe y viértelo en el vidrio de reloj o en la tapa de la caja de petri. (El proceso de cristalización tarda unos cinco minutos.)
- 4) Observa, dibuja y describe lo que sucede. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.





## Para concluir

En la creación del conocimiento científico participan muchas personas que dedican gran parte de sus vidas a explorar, plantearse preguntas, hacer hipótesis y experimentar, entre otros aspectos, y lo hacen una y otra vez, a veces obteniendo aciertos y otras, aprendiendo de los errores hasta que se aproximan a respuestas satisfactorias, las publican y debaten con otros científicos de manera intensa, apasionada y constante para mejorar las explicaciones y abordar nuevas preguntas. La ciencia es un producto cultural relativamente joven, ya que si partimos de Galileo Galilei le asignaríamos poco más de 400 años. Y en esa construcción social del conocimiento hay personas que destacan por su imaginación, creatividad y sus descubrimientos. Gilbert N. Lewis y Linus Pauling son el tipo de personas que trascienden debido a sus aportaciones al conocimiento de las leyes de la naturaleza para explicar cómo funcionan las cosas y, en el caso de Pauling, también es preciso resaltar su apoyo en favor a la paz y contra la experimentación en la atmósfera con armas nucleares.

El conocimiento de la naturaleza a partir de la ciencia y del desarrollo de la tecnología están en constante cambio. En un futuro cercano, ¿qué aspectos de ese conocimiento serán reconocidos como la cuarta revolución de la química?



## Curiosidades

### Los científicos también se divierten

El mes de mayo de 2013, científicos de la empresa IBM presentaron "la película más pequeña del mundo", en la que lograron manipular la materia a un nivel tan diminuto como el necesario para ordenar átomo por átomo y crear una caricatura. Para hacer la película, los átomos son desplazados por un dispositivo que usa una aguja muy fina sobre una superficie de cobre que atrae o repele a los átomos y las moléculas en una ubicación específica. Esto se logra también con ayuda de un microscopio electrónico de barrido con efecto de túnel que amplía los átomos 100 millones de veces. El microscopio pesa dos toneladas y trabaja a una temperatura de  $-268\text{ °C}$  para reducir las vibraciones de las partículas.

La película se llama *Un muchacho y su átomo*, dura un minuto y 35 segundos, y cuenta la historia de un personaje que juega con un átomo y sigue sus movimientos saltando y bailando. Los científicos la desarrollaron como parte de los estudios para encontrar nuevas formas de almacenar información en espacios cada vez más pequeños.

### Leer...

Lee este interesante libro: García, Horacio, *Del átomo al hombre*, México, Santillana (Libros del Rincón), 2002.



TIC

Para ver la película "más pequeña del mundo" visita la siguiente página:

- <http://www.abc.es/ciencia/20130503/abc-pelicula-pequena-mundo-atomos-201305031129.html> (Consultada el 4 de noviembre de 2016).

# Comparación y representación de escalas de medida

## 3.4.1 Escalas y representación

Todos los días, cuando te despiertas, te encuentras con el mundo que te rodea. Tal vez consultas el reloj para saber si estás a tiempo. Te bañas, eliges tu ropa, desayunas... te relacionas con tus semejantes y el entorno a través de los sentidos, que te informan cómo es y qué hay en él.

El mundo cotidiano en el que ves y tocas cosas, del que eres consciente, tiene un común denominador: existe y tiene un tamaño tal que puedes percibirlo y, aún más, prácticamente todos los objetos y productos tecnológicos que la humanidad ha creado se ajustan a esa medida para ser manipulados por la humanidad (figura 3.35).



### Aprendizaje esperado:

- Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.

Fig. 3.35 Para peinarte bien, necesitas un peine o un cepillo de tamaño adecuado y un espejo suficientemente grande para mirarte.



### Para empezar

#### Cosas pequeñas y cosas grandes

Considera los siguientes datos:

"En un centímetro cuadrado de tu piel hay alrededor de 32 millones de bacterias".

"En nuestra galaxia, la Vía Láctea, hay entre 200 mil y 400 mil millones de estrellas, entre las que se cuenta nuestro Sol".

Contesta las siguientes preguntas y discútelas con tus compañeros de equipo; escribe las conclusiones en tu cuaderno:

- ¿Cómo se cuentan las bacterias y las estrellas?
- ¿Qué instrumentos se usan para ver las bacterias y las estrellas?
- Si pudieras contar 10 bacterias cada segundo, ¿cuánto tiempo tardarías en contar los 32 millones que hay en  $1\text{ cm}^2$  de tu piel?
- Y si tardaras el mismo segundo en contar 10 estrellas, ¿cuánto tardarías en contar las que hay en nuestra galaxia?

### Para profundizar

La percepción del mundo que tenía la humanidad en tiempos remotos sólo se limitaba a lo que podían percibir los sentidos, pero era obvio que algunas cosas salían de este patrón: la inmensidad del **firmamento** o



Fig. 3.36 Demócrito de Abdera sentó las bases para pensar en un mundo más pequeño que el conocido.

la presencia de gusanos en la carne podrida, por lo que la mejor explicación que le pudieron dar a estos sucesos, en varias culturas y con diferentes dioses, es que ocurrían por la voluntad de uno o varios creadores que controlaban al mundo con sus facultades divinas.

La capacidad humana para razonar sobre lo que ocurre en el entorno, provocó que se generaran ideas muy diferentes a las explicaciones divinas, como fue el caso del griego Demócrito de Abdera (figura 3.36), quien desde hace 24 siglos propuso que las cosas estaban hechas de pequeñas partículas que no se podían dividir, lo que llamó la atención hacia la posible existencia de cosas tan pequeñas que no podían verse a simple vista. Un ejemplo más es el de otro griego, Eratóstenes de Cirene, que hace 22 siglos calculó la circunferencia de la Tierra con un ingenioso método, sentando la base para pensar que el mundo era más grande de lo que se conocía entonces.



Observa el video que se encuentra en la siguiente página:  
<http://goo.gl/OwRj5> (Consultada: 4 de noviembre de 2016).

Contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno:

- ¿Cuáles fueron las observaciones de Eratóstenes para convencerse que la Tierra es redonda?
- ¿Cuál fue el método que usó para calcular la circunferencia de la Tierra?
- ¿A qué conclusiones llegó?
- ¿Por qué crees que este descubrimiento amplió la visión del tamaño del mundo?

Discute las respuestas con tus compañeros de equipo y con esta información elaboren un cartel ilustrado para montar una exposición con el grupo, toma algunas fotografías para anexarlas al portafolio de evidencias.

Más recientemente, con el desarrollo formal de la ciencias en todas sus modalidades y en especial de la química, la percepción del mundo cambió de manera radical dejando de lado las explicaciones divinas por argumentos científicos comprobables y como fruto de la experimentación.

La percepción del mundo que está al alcance de nuestros sentidos se limita a lo que llamamos escala humana, pero ya se conoce la existencia de un mundo más pequeño que está en la **escala** de lo **microscópico**, también llamado microcosmos, y de otro mucho más grande en la escala de lo **astronómico**, que recibe el nombre de cosmos.

Para comprender las dimensiones de las escalas astronómica y microscópica, se toma como referencia la escala humana, porque es la que conocemos y, además, en ella se basan las mediciones que hacemos cotidianamente. Esto último es importante en particular, ya que una forma de comprender qué tan grande es lo astronómico y qué tan pequeño es lo microscópico, se hace mediante la comparación entre el tamaño de las cosas, ya sea que se pueda medir o calcular.

Los patrones se han generalizado mediante el Sistema Internacional de Unidades (SI), aunque existen otros, como el Sistema métrico decimal y el Sistema anglosajón.

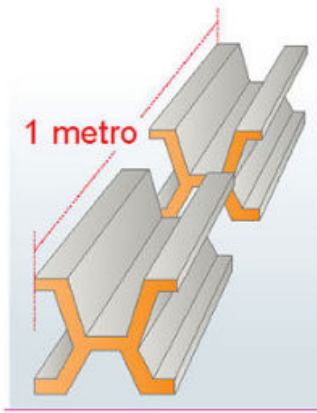


Fig. 3.37 Patrones de medida de un metro del (SI).

El universo es tan grande que la mayoría de sus magnitudes, las que se conocen, se han calculado a partir de diversos métodos indirectos, sobre todo basados en la velocidad de la luz, que ya de por sí es una magnitud muy grande para lo que estamos acostumbrados a medir: 299.792.458 m/s en el vacío.

Debido a esto se han creado múltiplos de las unidades del SI, o algunas unidades especiales, llamadas unidades astronómicas, para denominar el tamaño de las cosas, lo que se muestra en la siguiente tabla.

Unidad base	Unidad astronómica	Equivalencia con el metro
Metro (m)	Megámetro (Mm)	$10^6$ metros = 1 000 000 m
	Gigámetro (Gm)	$10^9$ metros = 1 000 000 000 m
	Terámetro (Tm)	$10^{12}$ metros = 1 000 000 000 000 m
	Petámetro (Pm)	$10^{15}$ metros = 1 000 000 000 000 000 m
	Exámetro (Em)	$10^{18}$ metros = 1 000 000 000 000 000 000 m
	Zettámetro (Zm)	$10^{21}$ metros = 1 000 000 000 000 000 000 000 m
Yottámetro (Ym)	$10^{24}$ metros = 1 000 000 000 000 000 000 000 000 m	
Distancia media entre la Tierra y el Sol	Unidad astronómica (UA)	$1.49 \times 10^{11}$ metros = 149,597,870,700 m
Velocidad de la luz	Año luz (ly) (Distancia que recorre la luz en un año)	$9.46 \times 10^{15}$ metros = 9,460,528,404,880,000 m

Como puedes observar, se trata de unidades sumamente grandes, imposibles de recorrer por la humanidad con la tecnología de la que disponemos, al menos por el momento. Es un hecho que apenas hemos comenzado la exploración del sistema solar, la misión Apollo XI, que fue la primera en llegar a la Luna en 1969, tardó 102 horas 47 minutos y tres segundos (más de cuatro días), desde el despegue hasta el alunizaje, con una distancia media entre la Tierra y la Luna de 384,400 km, ¡imagínate lo que tardaría una nave con estas características en llegar a la estrella más cercana después del Sol, la Próxima Centauri, que se encuentra a unos 4.22 años luz de la Tierra (39,920,000,000,000 km)! Pasarían tantos años que se requerirían varias generaciones de astronautas para completar el viaje de ida y vuelta y, al regresar, tal vez no encontrarían a nadie a quien informar sobre sus hallazgos (figura 3.38).



Fig. 3.38 Las Pléyades son un cúmulo de estrellas muy jóvenes situadas a 450 años luz de la Tierra.



Con base en los datos anteriores, en equipos calculen:

- ¿Cuánto tiempo tardaría una nave como el Apollo XI en llegar a la estrella Wolf 359 a 7.7 años luz?
- Suponiendo que entre una generación humana y otra haya 25 años, ¿cuántas generaciones de astronautas se requerirían para llegar a dicha estrella?
- ¿Qué opciones podrían proponer para acortar el tiempo que calcularon? Investiguen en internet si es necesario.

Comparen sus resultados con el resto del grupo y discutan cuáles son las limitaciones de la escala humana al compararla con la escala astronómica. Escriban sus conclusiones.



## Glosario

**lupa.** Lente de aumento.  
**microscopio óptico.** Instrumento que combina una serie de lupas que permiten aumentar la imagen de objetos muy pequeños.  
**microscopio electrónico.** Instrumento que usa un haz de electrones en vez de luz para formar una imagen de objetos sumamente pequeños.

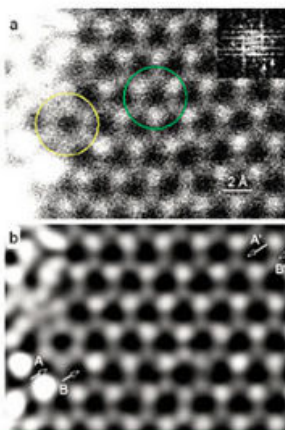


Fig. 3.39 Los átomos de boro y nitrógeno se distinguen claramente en esta imagen tomada con un microscopio electrónico de Oak Ridge National Laboratory.

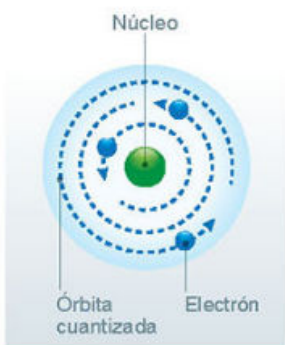


Fig. 3.40 Modelo atómico del oxígeno, según Bohr. Un átomo como éste tiene un radio atómico de unos 60 pm.

Conocemos las características de la escala astronómica debido al progreso tecnológico de instrumentos como el telescopio y el radiotelescopio; la química se ha valido de éstos para desarrollar técnicas que permiten analizar las características de la luz que llega desde los astros y mediante ellas se ha podido conocer la composición básica de estrellas y galaxias lejanas; por ejemplo, se sabe que las estrellas se componen principalmente de hidrógeno y helio a muy altas temperaturas. En 2%, de las estrellas jóvenes lo constituyen otros elementos más pesados y, conforme aumenta este porcentaje, también se incrementa la edad de la estrella.

Hemos conocido la escala microscópica con instrumentos que permiten aumentar la imagen de los objetos muy pequeños, desde una simple **lupa**, hasta **microscopios ópticos** de alta capacidad con los que podemos observar células, bacterias y otros microorganismos, así como **microscopios electrónicos** tan poderosos que, con la asistencia de una computadora que interpreta la información que recibe y la trasmite como imagen, se han podido fotografiar moléculas y átomos (figura 3.39).

La exploración del mundo microscópico comenzó formalmente con el invento de lupas muy potentes, como las que fabricó el científico holandés Anton van Leeuwenhoek en el siglo xvii, con las cuales pudo observar infinidad de objetos microscópicos, sobre todo células, microorganismos, fibras y cristales. Después, con el desarrollo del microscopio compuesto se estudiaron microorganismos patógenos causantes de diversas enfermedades, así como la constitución de las células, gracias a una lente de mayor aumento.

Hasta 1931 se inventó el microscopio electrónico, con el que fue posible observar a los virus y la estructura detallada de los organelos de las células; este instrumento se ha desarrollado tanto que hoy es posible obtener imágenes que proveen información acerca de la forma de las moléculas y los átomos, que son más pequeños que un virus o una célula humana.

Al igual que en la escala astronómica, se ha requerido crear unidades especiales para expresar las dimensiones de la escala microscópica, como es el caso de los submúltiplos del metro, que se muestran en la siguiente tabla:

Unidad microscópica	Equivalencia con el metro
Micrómetro o micra ( $\mu\text{m}$ )	$10^{-6}$ metros = 0,000 001 m
Nanómetro (nm)	$10^{-9}$ metros = 0,000 000 001 m
Angstrom ( $\text{Å}$ )	$10^{-10}$ metros = 0,000 000 000 1 m
Picómetro (pm)	$10^{-12}$ metros = 0,000 000 000 001 m

En química, la escala microscópica adquiere especial interés, porque aun cuando podemos observar y experimentar sucesos de cambio químico en la escala humana, es preciso explicarlos en la escala microscópica, que es en la que se explica la dinámica de la materia, la unión entre átomos y moléculas, el intercambio electrónico y la formación de enlaces. Todavía no contamos con los instrumentos que nos muestren estos aspectos con claridad, pero se han elaborado modelos que nos acercan a respuestas adecuadas con base en el conocimiento del comportamiento de la materia que arroja las pistas necesarias, de la misma manera que un detective sigue una serie de indicios para reconstruir una escena delictiva (figura 3.40).



## ¡Manos a la Química!

### Comparando escalas

#### Introducción

A lo largo de la historia de la humanidad se han inventado diversos patrones como medidas de longitud; en muchos casos se tomaron las dimensiones del cuerpo humano y las unidades tenían el nombre de la estructura anatómica de la que derivaban, aunque la mayoría están en desuso, aún son útiles para comparar escalas de medida humana con dimensiones microscópicas y astronómicas.

#### Necesitas:

- Una cinta métrica
- Calculadora

#### Precauciones:

No hay situaciones riesgosas debido a la naturaleza de la actividad.

#### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos de cinco o seis personas.

- Elijan a un miembro del equipo quien será el sujeto experimental.
- Midan las siguientes dimensiones del sujeto experimental:
  - Estatura sin zapatos.
  - Longitud de brazo, desde el hombro hasta la punta de dedo medio.
  - Longitud de rostro, desde el inicio de la frente hasta la barbilla.
  - Longitud de pie sin zapato.
- Registren en su cuaderno los resultados.
- Calculen los siguientes datos, y escriban sus resultados (con notación científica) en una tabla como la que se muestra más adelante.
  - ¿Cuántas bacterias de  $3\ \mu\text{m}$  de longitud, dispuestas en hilera, caben en cada dimensión?
  - Un átomo de aluminio mide  $2.86\ \text{Å}$  de diámetro, ¿cuántos átomos de aluminio, dispuestos en hilera, caben en cada dimensión?
  - La galaxia Andrómeda está a 2.5 millones de años luz, ¿cuántas veces hay que repetir cada dimensión para llegar a ésta?



Tabla de resultados de cálculo

Dimensiones	a	b	c
Estatura			
Longitud del brazo			
Longitud del rostro			
Longitud del pie			

#### Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Entrégalo a tu profesor para que lo evalúe. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias, en el que conservas los reportes de las actividades experimentales ¡Manos a la Química!

- ¿Fue difícil hacer la actividad?
- ¿A qué problemas te enfrentas cuando manejas cifras tan grandes o tan pequeñas?
- ¿Para la comprensión del universo, qué utilidad tiene contar con escalas astronómicas y microscópicas?

## Para integrar

Elabora un álbum fotográfico donde incluyas objetos de las escalas humana, astronómica y microscópica; en cada caso, indica con pie de foto lo que expresa la imagen y sus dimensiones con las unidades adecuadas.

Muestra tu álbum al grupo y juntos organicen una exposición fotográfica en los pasillos de la escuela; al terminar, conserva tu álbum en el portafolio de evidencias.

### Aprendizaje esperado:

- Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.

### Leer:

Dos ciencias que estudian mi mundo  
Con la lectura de este libro aprenderás  
sobre las escalas de medida.  
Martín, Antonia y Flores, Maricela, *Das ciencias que estudian mi mundo*,  
México, SEP-Santillana, 2002.



### Explica, reflexiona y comunica

#### Masa atómica

Observa la tabla periódica y, en un cuaderno, dibuja un esquema donde muestres con flechas el sentido en que se incrementan las masas atómicas de los elementos.

Describe cuál es el orden que encontraste ¿A qué crees que se deba? ¿Cuál es la utilidad de este orden? Investiga por qué las masas atómicas tienen números decimales.

Compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo.



### Glosario

**convencionalismo.** Conjunto de opiniones o procedimientos basados en ideas falsas que, por comodidad o conveniencia social, se tienen como verdaderas.

La comprensión razonada del mundo que te rodea a escalas diferentes de la humana, te proporciona argumentos para explicar, con fundamentos científicos, profundos cuestionamientos filosóficos que la humanidad se ha hecho desde tiempos inmemoriales: ¿quiénes somos? y ¿de qué estamos hechos?

## 3.4.2 Unidad de medida: mol

Uno de los fundamentos básicos de la química es la importancia de guardar las proporciones debidas en los reactivos y productos de las reacciones químicas como una manera de apegarse a la Ley de conservación de la masa. Pudiera parecer que sólo se trata de cumplir con un **convencionalismo**, que en ocasiones causa problemas para entender la dinámica de las reacciones químicas con todos esos subíndices y coeficientes, pero lo cierto es que las aplicaciones prácticas de guardar y observar estas proporciones son de vital importancia, porque llevar a la práctica la aplicación de una reacción en el laboratorio, y sobre todo en la industria sin el debido cuidado, puede ocasionar errores graves, desperdicio de material y, en consecuencia, pérdidas económicas que incluso contaminen el ambiente.

pero que es necesario llevarlas al mundo de lo práctico, de lo macroscópico, de la escala humana, donde no se pueden contar las moléculas. Debido a esto el concepto de mol se incorporó al estudio de la química.

Cuando se analizan las cantidades de las sustancias en una reacción química mediante una ecuación, se pueden contar átomos o moléculas o, en su defecto, la masa atómica o molecular, cuyas unidades se denominan unidades de masa atómica (u.m.a.) (figura 3.41).

En su caso, la masa atómica sólo se extrae de la tabla periódica, ya que indica la masa que tiene un átomo de cada elemento en condiciones ideales, es decir, sin combinarse ni formar iones, así, la masa atómica del antimonio (Sb) es 121.76; la del boro (B) 10.81, y la del oro (Au) 196.967.

La masa molecular es la suma de las masas atómicas de los átomos de elementos involucrados en una molécula; así, por ejemplo, masa molecular del cloruro de hierro II ( $\text{FeCl}_2$ ) es 129.751 u.m.a. (figura 3.42) y se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Masa atómica del cloro } 35.453 \times 2 \text{ átomos} = 70.906 \text{ u.m.a.}$$

$$\text{Masa atómica del hierro } 55.845 \times 1 \text{ átomo} = 55.845 \text{ u.m.a.}$$

$$\text{Por tanto: } 70.906 + 55.845 = 129.751 \text{ u.m.a.}$$

En el caso del permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ), la masa molecular es 158.032 u.m.a. y se obtiene:

$$\text{Masa atómica del potasio } 39.098 \times 1 \text{ átomo} = 39.098 \text{ u.m.a.}$$

$$\text{Masa atómica del manganeso } 54.938 \times 1 \text{ átomo} = 54.938 \text{ u.m.a.}$$

$$\text{Masa atómica del oxígeno } 15.999 \times 4 \text{ átomos} = 63.996 \text{ u.m.a.}$$

$$\text{Por tanto: } 39.098 + 54.938 + 63.996 = 158.032 \text{ u.m.a.}$$

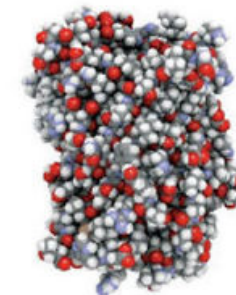


Fig. 3.41 Modelo de una molécula de proteína (proteína verde fluorescente); estos compuestos son de los más grandes que existen, con cientos o miles de átomos.



Fig. 3.42 El cloruro de hierro es una sal formada por un átomo de hierro y dos de cloro, como reactivo es un sólido de color amarillo.



### Explica, reflexiona y comunica

Copia la siguiente tabla en una hoja blanca.

Con base en los ejemplos anteriores, calcula la masa atómica de los compuestos que aparecen en la tabla, llena todos los espacios que se incluyen, como se muestra en el ejemplo.

Nombre del compuesto	Fórmula	Cantidad de átomos de cada elemento	Operaciones	Masa molecular del compuesto
Ácido sulfúrico	$\text{H}_2\text{SO}_4$	H = 2 S = 1 O = 4	$(1.007 \times 2) + (32.065 \times 1) + (15.999 \times 4) =$	98.075 u.m.a.
Cloruro de sodio	$\text{NaCl}$			
Amoniaco	$\text{NH}_3$			
Ácido acético	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$			
Óxido de aluminio	$\text{Al}_2\text{O}_3$			
Nitrato de plata	$\text{AgNO}_3$			
Glucosa	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$			

Compara tus resultados con los de tus compañeros de equipo y anexa el ejercicio a tu portafolio de evidencias.

El estudio de los aspectos relacionados con la Ley de conservación de la materia en las reacciones es tan importante que ha dado lugar a una rama de la química llamada estequiometría, que es la ciencia que estudia las proporciones cuantitativas y de relación de masa entre los participantes de las reacciones químicas; se basa en tres principios:

- El número total de átomos antes y después de la reacción química no cambia. Por ejemplo, en la reacción:



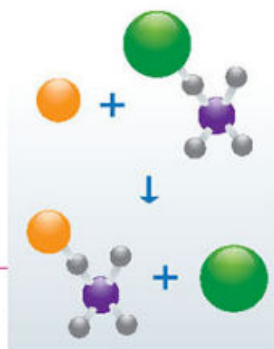
Hay tres átomos antes de la reacción y tres después de ella, independientemente del tipo de reactivos y productos que participan (figura 3.43).

- El número de átomos de cada elemento es igual antes y después de la reacción. Por ejemplo, en la reacción:

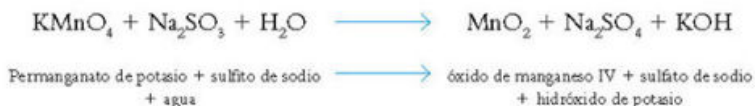


En este caso hay un átomo de magnesio, uno de cobre, uno de azufre y cuatro de oxígeno, antes y después de la reacción.

- La suma total de cargas antes y después de la reacción química permanece constante. Esto significa que, a pesar de que se intercambien electrones entre los átomos de los elementos de una reacción para formar nuevos enlaces, la suma total de electrones y sobre todo de protones, es siempre igual (figura 3.44).



La estequiometría tiene como base fundamental la Ley de la conservación de la materia, como ya lo mencionamos, por ello cuando las cantidades no coinciden en una reacción química, se agregan los coeficientes necesarios a cada compuesto o elemento para modificar las proporciones de reactivos y productos, para así lograr que se cumplan los principios que ya mencionamos; a esta técnica se le llama balanceo de ecuaciones; por ejemplo, en la siguiente reacción:



Las cantidades de átomos no coinciden; antes de la reacción hay un total de 15 átomos, y después hay 13, y aún más, entre los reactivos hay ocho átomos de oxígeno, mientras que en los productos hay siete.

Para cumplir con los principios de la estequiometría se agregan algunos coeficientes que balancean la ecuación y queda como sigue:

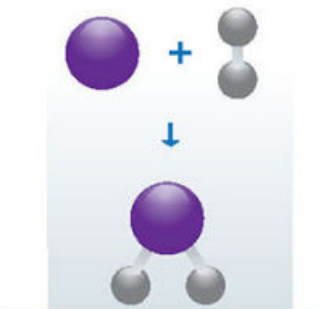


Fig. 3.43 Al reaccionar un átomo de carbono con una molécula de oxígeno se forma una molécula de dióxido de carbono.

Fig. 3.44 En esta reacción se sustituye al cobre por el magnesio y las proporciones se mantienen.

Así, antes y después hay un total de 33 átomos y las proporciones de cada elemento se mantienen constantes; observa la siguiente tabla:

Elemento	Cantidades de átomos			
	Sin balancear		Balanceada	
	Antes de la reacción	Después de la reacción	Antes de la reacción	Después de la reacción
K	1	1	2	2
Mn	1	1	2	2
O	8	7	18	18
Na	2	2	6	6
S	1	1	3	3
H	2	1	2	2



- Copia las siguientes ecuaciones en tu cuaderno y balancéalas agregando los coeficientes que sean necesarios. Investiga en internet si necesitas información adicional:

1.  $\text{Na} + \text{F}_2 \longrightarrow \text{NaF}$  (sodio + flúor  $\longrightarrow$  fluoruro de sodio).
2.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
(ácido sulfúrico + hidróxido de sodio  $\longrightarrow$  sulfato de sodio + agua).
3.  $\text{BaCl}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \longrightarrow \text{BaSO}_4 + \text{FeCl}_2$   
(cloruro de bario + sulfato de hierro III  $\longrightarrow$  sulfato de bario + cloruro de hierro II).

Describan cómo llegaron a las ecuaciones balanceadas. ¿Fue difícil balancear las ecuaciones? ¿En qué creen que consiste la dificultad para balancear una ecuación?

Con base en su trabajo elaboren una cartulina donde, mediante dibujos, muestren la secuencia que siguieron para balancear las ecuaciones, a manera de una línea de tiempo, y pónganla en las paredes del salón y compárenla con el resto del grupo.

Hasta ahora hemos trabajado con átomos y moléculas que son imposibles de contar directamente. La clave para llevar estas minúsculas cantidades al mundo macroscópico y práctico es sustituir las unidades de masa atómica y asignar como unidad al gramo; con ello se forma el concepto de mol; es decir, un mol de un átomo o una molécula es la expresión de la masa atómica o molecular en gramos.

Con este recurso es posible diseñar, programar y medir con precisión las cantidades necesarias de reactivos que se requieren en un experimento, desde algunos gramos hasta kilogramos, y en la industria, desde kilogramos hasta toneladas. Observa la siguiente tabla.

Elemento	Masa atómica	Masa de un mol
Cadmio (Cd)	112.411 u.m.a	112.411 g
Mercurio (Hg)	200.59 u.m.a	200.59 g
Estroncio (Sr)	87.62 u.m.a	87.62 g
Bromo (Br)	79.904 u.m.a	79.904 g

Compuesto	Masa atómica	Masa de un mol
Yoduro de Potasio (KI)	166.002 u.m.a	166.002 g
Óxido de vanadio ( $\text{V}_2\text{O}_5$ )	181.879 u.m.a	181.879 g
Sulfato de cobre II ( $\text{CuSO}_4$ )	159.607 u.m.a	159.607 g
Ácido clorhídrico (HCl)	36.46 u.m.a	36.46 g



Fig. 3.45 La medición de la masa es muy importante en los procesos químicos de laboratorio.

Los moles tienen una estrecha relación con los subíndices y coeficientes de las ecuaciones químicas.

En el caso de los subíndices, al afectar al elemento o radical que lo lleva indica la cantidad de átomos del elemento presentes en la molécula y, por tanto, son parte del proceso de cálculo de la masa molecular y, en consecuencia, del mol.

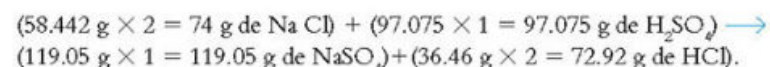
Respecto a los coeficientes, se considera al mol como la masa de una sola molécula, y debido a que los coeficientes afectan la cantidad de moléculas que participan en una ecuación, cuando se presenta un coeficiente indica la cantidad de moles presentes en la reacción (figura 3.45).

Por ejemplo:



cloruro de sodio + ácido sulfúrico  $\rightarrow$  sulfato de sodio + ácido clorhídrico

Dos moles de cloruro de sodio se combinan con un mol de ácido sulfúrico y producen un mol de sulfato de sodio y dos moles de ácido clorhídrico es decir:

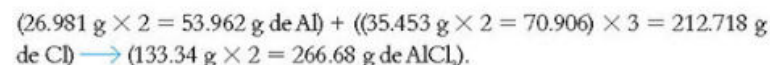


En otro ejemplo:



aluminio + cloro  $\rightarrow$  cloruro de aluminio

Dos moles de aluminio se combinan con tres moles de cloro para producir dos moles de cloruro de aluminio es decir:



### ¡Manos a la Química!

#### ¿Cuánto lugar ocupan los moles?

##### Introducción

Muchas personas tienen la idea errónea de que los líquidos no tienen masa, porque no se pueden colocar en una balanza sin que se derramen; es cierto que se derraman, pero falso que no tengan masa, cualquier sustancia tiene masa y aunque estamos acostumbrados a referirnos a los líquidos en litros, también lo podemos hacer en gramos.

##### Necesitas:

- Varios reactivos:
  - Cloruro de sodio
  - Óxido de hierro II
  - Hidróxido de aluminio
  - Carbonato de calcio
  - Bicarbonato de sodio
  - Nitrato de potasio
- Tabla periódica y calculadora
- Una balanza granataria
- Seis trozos de papel aluminio para medir la masa en la balanza
- Una espátula
- Un mortero con pistilo
- Seis tubos de ensayo de 25 cm con tapa rosca para almacenaje
- Una gradilla

##### Precauciones:

Trabaja siempre con materiales limpios para evitar que contaminan los reactivos. Nunca combines reactivos sólo por hacerlo, puedes causar un accidente.

##### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos de cinco o seis personas.

- 1) Investiguen las fórmulas de los reactivos.
- 2) Calculen la masa de un mol de cloruro de sodio.
- 3) Calculen la masa de 0.1 mol del reactivo.
- 4) Midan esta cantidad con la balanza y colóquenla en un mortero.
- 5) Muelan perfectamente todos los cristales en el mortero; pónganlos en un tubo de ensayo con tapa y ciérrerlo.
- 6) Rotulen el nombre del reactivo en el tubo con el marcador negro.
- 7) Marquen con una línea la altura que alcanza en el tubo el reactivo que vertieron.
- 8) Coloquen el tubo en la gradilla.
- 9) Laven y sequen perfectamente el mortero, el pistilo y la espátula, y repitan la secuencia anterior con los demás reactivos (uno por uno).
- 10) Comparen las cantidades que tienen en los seis tubos de ensayo.
- 11) Al finalizar sus observaciones no devuelvan el reactivo a su envase original, ya que lo pueden contaminar, consérvendolo en el tubo para futuras experiencias.

##### Explica

De manera individual, elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Entrégalo a tu profesor para que lo evalúe. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias donde conservas los reportes de tus actividades experimentales ¡Manos a la Química!

1. ¿Todos los tubos de ensayo, llegaron a la misma marca?
2. ¿Si todos tienen la misma cantidad en moles, a qué se debe esto?
3. ¿Hay alguna relación entre la masa molecular y la cantidad de espacio que ocupó el reactivo? ¿Cuál es?

A partir de los procedimientos de medición de las cantidades de reactivos mediante moles, es posible prever las cantidades de productos que se obtendrán en una reacción química y, más aún, se puede programar la producción correcta de productos químicos y tecnológicos en las industrias que realizan procesos químicos como parte de la fabricación de sus mercancías.

El concepto de mol tiene otro aspecto importante que descubrió el científico italiano Amadeo Avogadro (figura 3.46) a principios del siglo XIX, cuyos trabajos continuaron otros científicos.

Un mol de cualquier sustancia contiene  $6.022 \times 10^{23}$  partículas, átomos o moléculas según sea el caso; a esta cifra se le llama número de Avogadro (N). Por tanto, también se puede calcular la cantidad de partículas presentes en una reacción química donde se sepa la cantidad de moles que actúan.



#### Curiosidades

El carbonato de calcio es el componente principal de rocas como la piedra caliza y el mármol; se encuentra formando parte de la corteza terrestre en una abundancia de 4%. Es utilizado ampliamente por los organismos y se halla en las conchas marinas, los corales y los cascarones de los huevos.



TIC

Las rocas calizas son propicias para la formación de cuevas, en México el 20% del territorio nacional está formado por rocas calizas. Si deseas conocer algunos relatos de exploración de cuevas en las que han participado estudiantes y dos profesores de secundaria, autores de este libro, consulta la dirección: <http://guanodemurcielago.blogspot.mx> (Consulta: 4 de noviembre de 2016).



Fig. 3.46 Amadeo Avogadro calculó la cantidad de partículas insertas en una mol de un gas.

### Para integrar

Elabora un prontuario a manera de tabla.

Localiza todos los compuestos que se han mencionado en éste y los anteriores bloques. Haz una lista en tu cuaderno y ordénalos alfabéticamente.

En una hoja blanca traza una tabla con las siguientes columnas y tantos renglones como compuestos hayas localizado; llena la información como en el ejemplo.

Nombre del compuesto	Fórmula	Elementos que lo componen	Masa de un mol
cloruro de plata	AgCl	plata y cloro	143.321 g

Comenta con tus compañeros la utilidad de este prontuario y anéxalo a tu portafolio de evidencias.

### Para concluir

El lenguaje químico incluye descripciones cualitativas y cuantitativas de la materia, así como de los cambios que experimenta, además de que usa las escalas humana, astronómica y microscópica para resolver las incógnitas que inquietan a la humanidad. Así como la biología clasifica a los seres vivos en categorías taxonómicas, en química los procesos de transformación se expresan con ecuaciones químicas y se usan unidades especiales, como el mol, para medir y expresar cantidades de compuestos y elementos.



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

El estudio de la química y la ciencia en general, nos permite tomar decisiones inteligentes y sustentables respecto a muchas de nuestras actividades cotidianas. Uno de los aspectos más importantes para mantener la salud es la observación de hábitos de higiene, por lo que se requieren productos químicos para lavar nuestras manos, bañarnos, lavar los trastes en que comemos y la ropa que vestimos; sin ellos sería difícil limpiar de manera adecuada la suciedad y, en especial, eliminar los **microorganismos patógenos** que nos rodean (figura 3.47).

No todos los productos de limpieza son iguales, algunos son sumamente agresivos con el medio; de hecho, ciertos detergentes incluyen compuestos cuyas moléculas no pueden ser degradadas por el ambiente y se convierten en contaminantes que se concentran y constituyen una fuente de destrucción de ecosistemas y sus componentes vivos. Existen otros productos que son amigables con el ambiente y hacen el mismo trabajo: limpiar. De tu conocimiento de la química depende que elijas el producto adecuado como parte de una actitud de **consumo sustentable**.

Otro aspecto que no puedes perder de vista en tu vida diaria son tus hábitos alimenticios. Si bien es cierto que los alimentos y la respiración nos proveen de sustancias químicas de las que obtenemos energía, no todos los alimentos ni cualquier calidad de aire nos proporcionan sustancias de la misma calidad y cantidad. Partir de tus conocimientos químicos y biológicos te permitirá decidir el tipo de alimentos que te conviene consumir para tener una dieta balanceada y realizar tus actividades en ambientes donde la calidad del aire sea óptima (figura 3.48).



Fig. 3.47 Aprovechamos el conocimiento químico para elaborar productos que son indispensables para la higiene.



### Glosario

**microorganismo patógeno.** Ser vivo microscópico capaz de producir alguna enfermedad.

**consumo sustentable.** Conducta de consumo responsable que implica comprar sólo lo que se necesita y aquellos productos que son amigables con el ambiente.

#### Planea tu proyecto. Inicio

Intégrate con tu equipo de trabajo y recopilen la información contenida en sus portafolios, cuaderno de trabajo y libro de texto para documentar el trabajo previo de su proyecto.

Con base en la información de que disponen, discutan y elijan entre las siguientes preguntas como eje de su trabajo de proyecto:

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

Como en proyectos anteriores, la elección de la pregunta eje de su trabajo debe responder a sus inquietudes personales y a las posibilidades con que cuentan para elaborar propuestas que les permitan resolver uno o varios problemas personales, de su familia o de la comunidad.



### TIC

En la revista del Consumidor en línea podrás encontrar información útil para elaborar diferentes tipos de jabón para ropa y limpieza corporal. Consulta la dirección electrónica: <http://revistadelconsumidor.gob.mx/?tag=jabon> (Consultado el 4 de noviembre del 2016).

Fig. 3.48 La energía que se usa para las actividades atléticas proviene de los alimentos y la respiración.

En la tabla se presentan ejemplos de cómo plantear preguntas de reflexión y pueden usarlas como guía para formular las del tema que seleccionaron. Una vez que generaron sus preguntas, investiguen las respuestas en fuentes confiables; pueden usar la siguiente tabla como guía.

Pregunta	Respuesta	Fuente de información
¿Qué usos que se le dan a los jabones en el personal, en casa, en la escuela, en la comunidad y en la industria?		
¿Qué tipo de jabones o productos similares dañan el ambiente?		
¿Cómo se elabora un jabón?		
¿Cuánto cuesta un jabón y cuánto cuesta producirlo?		
¿Qué métodos existen para economizar el uso de los jabones?		
¿Cómo se puede hacer un jabón casero y cuánto cuesta?		
¿Cómo se mide la energía que proporcionan los alimentos?		
¿Cómo se transforman los alimentos en combinación con el oxígeno que respiramos para obtener energía?		
¿Qué cantidad de alimentos debemos consumir para obtener la cantidad adecuada de energía que necesitamos?		
¿Qué consecuencias tiene para la salud el consumir más alimento de lo debido?		
En caso de que ninguno de los dos temas les satisfaga, ¿qué pregunta relacionada con el Bloque podrían plantear como eje de su proyecto?		
¿Por qué y para qué elegirían cada pregunta eje?		



Fig. 3.49 Los propósitos y la hipótesis de trabajo deben responder a sus inquietudes.

También pueden elaborar preguntas reflexivas sobre la temática que hayan seleccionado; la idea es externar y escuchar ideas que les permitan elegir adecuadamente su pregunta eje o tema del proyecto.

Ya que eligieron un tema, es preciso tomar en consideración el tipo de proyecto que harán; recuerden que puede ser un proyecto científico, tecnológico o ciudadano, y que hacer uno u otro depende del tema que eligieron y del acuerdo al que hayan llegado con sus compañeros de equipo.

Si eligieron la primera pregunta, tal vez la mejor elección sea un proyecto científico o tecnológico, pero si eligieron la segunda quizá sea conveniente que opten por un proyecto ciudadano.

Discutan acerca de las ventajas, desventajas y aportaciones que pueden hacer a la comunidad; para concentrar sus reflexiones pueden utilizar una tabla como ésta:

Tipo de trabajo	Ventajas	Desventajas	Aportaciones posibles
Científico			
Tecnológico			
Ciudadano			

El siguiente paso es establecer los propósitos que respondan a sus inquietudes, cuidando que expresen lo que quieren conseguir y las razones para ello. También es momento de proponer la hipótesis de trabajo. No olviden hacer propuestas acordes con las ideas de desarrollo y consumo sustentables (figura 3.49).

**Planifica tu proyecto. Desarrollo**

Para planificar las actividades es indispensable hacer un cronograma de trabajo. Con él organizarán, de manera ordenada, las dos semanas con que cuentan para realizar el proyecto, e incluir las actividades que llevarán a cabo, la secuencia que van a seguir y el tiempo que requerirá el desarrollo.

Usen la siguiente tabla como guía, y asignen las actividades, el tiempo de realización y los responsables en cada caso.

Cronograma del proyecto				
Pregunta eje y nombre del proyecto:				
Integrantes del equipo:				
Etapa del trabajo	Aspectos a cubrir	Actividad	Tiempo de realización	Responsables
Inicio	Elección del tema	Investigación y discusión		
	Elección del tipo de trabajo	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de hipótesis	Discusión y acuerdos		
Desarrollo	Elaboración de propósitos	Discusión y acuerdos		
	Investigación bibliográfica	Investigación en diversas fuentes		
	Diseño de las actividades necesarias	Escribir el diseño con las preguntas, ¿qué hacer? ¿Cómo hacerlo? ¿Con qué se hará? ¿Cómo conseguir los materiales? ¿Cuál es el costo?		
Cierre	Diseño de instrumentos para la obtención y el análisis de resultados	Elaboración de tablas, gráficas y modelos		
	Análisis de resultados	Discusión		
	Validación de hipótesis	Comparación de la hipótesis con los resultados		
	Obtención de conclusiones	Discusión y acuerdos		
	Comunicación	Instrumento acordado por el grupo		
	Evaluación del proyecto	Análisis de los aspectos del trabajo		
	Autoevaluación	Análisis de la participación personal		

Durante el desarrollo del proyecto, las actividades que se harán dependen del tipo de trabajo y del tema seleccionado.

Por ejemplo, si decidieran usar el tema de la elaboración de jabones y un proyecto científico será necesario que se documenten acerca de cuáles son los procesos químicos y físicos relacionados con su elaboración; pueden evaluar cuáles son los materiales idóneos con base en la facilidad para conseguirlos, la disponibilidad de materiales de desecho que puedan aprovecharse para fabricarlos, como el caso de aceites o grasas de la cocina, y el costo que implica fabricar un jabón que incluya el precio de los materiales y del combustible usado. Tomando en cuenta lo anterior, su hipótesis podría





Fig. 3.50 La elaboración de jabones es un proceso químico susceptible de hacerse en casa.

ser: La técnica más adecuada para elaborar jabones utilizando materiales a bajo costo es...

Si deciden trabajar con el mismo tema, pero realizando un proyecto tecnológico, además de hacer la investigación bibliográfica, deberán desarrollar, por ejemplo, un manual para elaborar un jabón a manera de tecnología doméstica; probar que funcione, y presentarla de manera atractiva para el público. En ambos casos es importante resaltar las precauciones que se deben tomar durante el desarrollo de la técnica (figura 3.50).

Para obtener la mejor información y orientarla debidamente, es necesario que elaboren preguntas que les permitan concretar lo que quieren y necesitan saber, así como evaluar la efectividad, la sencillez del proceso y el costo que representa, así como la calidad del producto.

En caso de que decidieran usar el segundo tema o pregunta eje para desarrollar su proyecto, entonces la investigación que realizarían se debe plantear de forma diferente porque estaría encaminada a diseñar dietas adecuadas considerando las necesidades personales: edad, estatura, masa corporal, metabolismo basal y actividades que desarrolla. Si, además, decidieran que fuese de tipo ciudadano, sería deseable que elaboraran un documento con la información investigada e incluir las ventajas y desventajas de observar una dieta adecuada y acompañada de agua simple y potable. Además, tendría que tomar en cuenta la diferencia del costo que tiene preparar los alimentos en contraste con el consumo de alimentos preparados industrializados o preelaborados. El documento tendrían que reproducirlo, distribuirlo y promoverlo entre la comunidad, de tal manera que el fruto de su trabajo pueda verse reflejado en la mejoría de los hábitos alimentarios de las personas de su comunidad (figura 3.51).

Con base en la información que han recabado ya pueden diseñar las actividades, experimentos y productos que obtendrán como parte de los propósitos que se han planteado.

Esta parte es significativamente relevante, porque es donde diseñan, planean y llevan a cabo lo necesario para cumplir los propósitos; es decir, se trata de decidir cómo se cumplirán los propósitos.

Al igual que la investigación bibliográfica, esta parte del trabajo depende íntimamente del tema, del tipo de trabajo elegido y de los propósitos. Cada actividad está encaminada a resolver un problema o cuestionamiento específico.

En las propuestas de tipo científico, cada experimento debe diseñarse con las particularidades del caso que se atiende, así como las condiciones y los recursos con que se cuenta. En cada propuesta de desarrollo tecnológico se debe cumplir con ciertos parámetros, como la efectividad, durabilidad, permanencia y un análisis de costo beneficio. Las propuestas ciudadanas deben considerar las condiciones particulares de la comunidad a la que se dirige, resolver problemas sociales y concientizar a la población a cambiar hábitos y costumbres hacia prácticas sustentables y económicas (figura 3.52).

La obtención y el registro de observaciones es una parte significativa para realizar un buen análisis de resultados. Tener claro el tipo de datos que obtendrán, las características de los modelos que requieran para explicar, los prototipos o productos tecnológicos que pondrán en práctica y la manera en que analizarán la información, les permitirá prever el modo más conveniente de hacer el registro y la concentración de la información. Elaborar tablas es una buena opción para elaborar gráficas y modelos para llevar a cabo el análisis fácilmente.

En las columnas de la tabla es necesario especificar los aspectos que consideraron en la realización de su proyecto. Si decidieron hacer un trabajo para evaluar diferentes técnicas para fabricar jabones, la tabla puede ser como la que se muestra a continuación.



Fig. 3.51 El Plato del Bien Comer es una guía valiosa acerca de los alimentos más adecuados para elaborar un menú; además, es importante incluir alimentos propios de tu región.



Fig. 3.52 En todo proyecto es importante valorar el costo que tendrá.

Técnica evaluada	Materiales que se usan	Reacciones químicas involucradas	Riesgos	Costos	Calidad del producto
1. Aceite de coco con hidróxido de sodio (NaOH)					
2.					
3.					
4.					

En caso de elegir un tema diferente y otro tipo de trabajo, deberán elaborar la tabla idónea para capturar los resultados que esperan obtener.

**Planifica tu proyecto. Cierre**

Terminar de manera conveniente las actividades de un proyecto implica hacer un análisis de los resultados para obtener conclusiones.

El análisis de los resultados se hace a partir de la información que incluyeron en las tablas y gráficas que elaboraron, de la evaluación de los modelos que sugirieron, del funcionamiento y del éxito de un producto tecnológico, o del análisis de las encuestas y de los logros e inconvenientes que tuvieron con la propuesta ciudadana.

Las conclusiones son resultado del análisis. Al redactar el texto es necesario incluir, además de la descripción del trabajo que hicieron y de la metodología que utilizaron, si los propósitos se lograron, si las hipótesis de trabajo se validan o no, las expectativas a futuro y en qué medida su aportación permitirá aprovechar, de manera racional y sustentable, los recursos naturales o alimentarios de los que disponen.

La comunicación es un momento clave para finalizar su proyecto. No se trata de entregar un simple informe para que su maestro lo lea, sino de hacer que muchas personas conozcan la aportación que ustedes hacen con el trabajo y la aplicación de sus conocimientos e inquietudes.

Para comunicar los resultados, logros y las recomendaciones, producto del desarrollo del proyecto, conveniente acordar con los compañeros del grupo y el profesor, el tipo de recurso que usarán. Si todos los equipos pueden utilizar el mismo recurso para comunicar el resultado de los proyectos, entonces será posible hacer una comparación, lo que se convierte en una ventaja porque pueden aprender aún más cosas y mejorar en futuros proyectos.

Existen diversos medios para dar a conocer un trabajo. En la actualidad hay recursos tecnológicos como la internet y las redes sociales que permiten hacer llegar la información casi de forma inmediata y simultánea a muchas personas; otra alternativa es hacer una presentación o un recurso interactivo utilizando algún software; o bien, elaborar y editar de un video o fotograma en una computadora (figura 3.53).

Los recursos escritos permiten, en poco espacio y con la ayuda de imágenes, concentrar la información más relevante, en folletos, trípticos, carteles y las galerías de imágenes, entre otros; pero si requieren dar información precisa pueden optar por recursos con pocas imágenes. Utilizar un formato de noticia es una buena opción; pueden decidir entre elaborar un periódico, grabar un videonoticiario o sólo un audio para hacer un programa de radio e incluir efectos sonoros en lugar de imágenes (figura 3.54).

En todos los ejemplos anteriores la comunicación al público se puede hacer de forma directa o indirecta.



Fig. 3.53 Una forma amena de enterarse sobre avances científicos es mediante revistas de divulgación.



Fig. 3.54 Los folletos son recursos para comunicar e interesar al público acerca de un tema específico.

Existen proyectos que requieren tener un público reunido en un auditorio o el salón de clase para comunicar los resultados de manera directa. Cuando se usa este tipo de comunicación es necesario solicitar la aprobación de los directivos escolares, organizar la logística del evento y preparar una presentación adecuada que les permita ofrecer al público asistente una información precisa y clara para reflexionar sobre el mensaje que transmiten. Ejemplos de este tipo de recursos son: la conferencia, el panel de especialistas, la mesa redonda o de discusión, un debate, el foro o un cine debate. La organización de un congreso, una exposición o convención también son alternativas que pueden entrar en este rubro.

Una opción diferente es pensar en comunicar los resultados de su proyecto mediante técnicas interactivas, donde los participantes se integran a la temática y participan activamente en la reflexión, el análisis y las conclusiones del tema. Pueden proponer, por ejemplo, una actividad lúdica o un juego; alguna práctica de laboratorio para hacer alguna tecnología doméstica o realizar recetas de cocina y dinámicas de grupo. Lo más destacado en estos casos es que los participantes se vuelvan concientes, por esta razón deben concluir con una actividad de cierre que sea trascendental y significativa (figura 3.55).

**Leer:**

Lo que Einstein le contó a su cocinero  
La lectura de este libro podría darte ideas  
para elaborar un proyecto.  
Wolke, Robert, *Lo que Einstein le contó  
a su cocinero*, México, SEP- Ediciones  
Robinbook, S. L. 2004.

Seleccionar el recurso idóneo implica usar la imaginación y conocer el público al que se dirigen. Al elegir cualquiera de los recursos señalados es preciso obtener información sobre el tipo de formato recomendado y adaptarlo a las condiciones y los recursos con que cuentan.

En este momento se evalúan los logros del proyecto en conjunto, los avances personales, los aprendizajes nuevos, las habilidades que han adquirido y el éxito para comunicarlo, en especial en los proyectos ciudadanos que impactan a las personas más allá del ámbito escolar.

El proceso de evaluación también es un modo de aprendizaje, porque les provee de información valiosa sobre sus habilidades como estudiantes, los hábitos de estudio, la capacidad de colaborar en equipo, y la facilidad de proponer soluciones novedosas y creativas; también se ponen de manifiesto los aspectos en que deben mejorar y les da la pauta para hacerlo.

En la evaluación se trata de determinar los logros que obtuvieron durante el proyecto, si pudieron resolver interrogantes personales, solucionar problemáticas referentes a la transformación de los materiales o proponer productos tecnológicos eficientes y económicos acordes con el desarrollo sustentable.

Como ya saben, la evaluación implica muchos aspectos, por lo que la mejor manera de recabar los datos es mediante la elaboración de tablas y rúbricas, donde se separen y especifiquen los aspectos que se tomarán en cuenta. Estos aspectos pueden agruparse en categorías que respondan al objetivo del proyecto. La manera de hacer accesible la evaluación, es mediante preguntas específicas y concretas, que les permitan analizar el trabajo que realizaron todos los integrantes del equipo y detectar los aspectos que deben mejorar.



Fig. 3.55 Utilizar juegos es una manera práctica y amena de presentar un trabajo.

## Evaluación

Lee atentamente el siguiente texto.

### La energía y las calorías; la equivalencia del consumo diario

El concepto de energía también se aplica al referirnos al consumo de alimentos y la cantidad de energía que las personas requieren para vivir, es decir, en la nutrición. Esto implica que el ser humano es un transformador de energía y que funciona en forma permanente o constante.

Desde el punto de vista físico, la energía no se produce ni se pierde, sólo se transforma de una forma a otra; por ejemplo: un automóvil requiere de combustibles que se traducen en movimiento. El movimiento entonces es realizar un trabajo, recorrer una distancia efectuando cierto esfuerzo; un elevador utiliza electricidad para subir determinada carga (figura 3.56).

En física existen diversas formas de medir la energía; pero la más común es el 'joule', que representa las unidades de  $[kg \cdot m^2 / seg^2]$ .

La caloría nació como unidad de "calor" cuando se pensaba que este era una sustancia que había que cuantificar dado que se podía entregar en forma de "calor" o de un trabajo mecánico. Entonces, una caloría era la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un gramo de agua un grado centígrado. Luego se pudo establecer que una caloría eran 4,1868 joules. Por lo tanto, 2000 kcal eran 8373600 joules.

Sabiendo que una persona requiere diariamente un promedio de 2000 kilocalorías, deducimos que consume 8.369,8 kilojoules, requiere lo que es decir: 8,3 megajoules. Energía equivalente a la requerida para mantener encendida una bombilla de 100 watts durante 23 horas y 15 minutos.

1 bombilla consume 100 watts.

1 watt = 1 joule / segundo (energía sobre unidad de tiempo).

Entonces, cada segundo se transforman 100 joules de energía eléctrica en luz y calor emitido por la bombilla encendida.

Esto implica que en un día se utilizaron  $100 \text{ joules} \times 3600 \text{ (segundos/hora)} \times 24 \text{ horas} = 8.640.000 \text{ joules}$  para mantener esa bombilla iluminando.

El promedio de consumo de alimentos de una persona es de 2000 kcal por día.

1000 calorías = 1 kcal = 4.184 kilojoules.

Entonces 2000 kilocalorías son equivalentes a 8.369.800 joules por día.

Un consumo eléctrico de 8369800 joules requiere que transcurran 83698 segundos. Como cada hora tiene 3600 segundos, entonces se trata de 23,249 horas (o prácticamente un día: 96,8726%).

23,249 horas es equivalente a decir 23 horas 14 minutos 57,96 segundos.

En definitiva, el cuerpo humano, como todos los organismos vivos, se alimenta (ingiere combustible) para efectuar un trabajo durante un periodo (trabajar durante un día), y la energía que transforma diariamente se mide en kilocalorías (que mucha gente, para evitar el uso permanente del sufijo kilo, llama directamente calorías).

Volviendo a la nutrición, toda nuestra actividad (incluso la de abastecernos de energía, también conocida como comer) implica que transformemos algún tipo de energía en otro.

La utilización diaria de energía se divide básicamente en tres partes:

- La primera es el índice metabólico de reposo y es la energía básica que necesita el organismo para realizar las actividades elementales de todos los días: mantener la temperatura, respirar, la circulación sanguínea, digerir, alimentarse, pensar, hablar, etcétera.
- La segunda es la necesaria para la actividad física que desarrollemos: deporte, trabajo o estar en la casa, se co-



Fig. 3.56 La energía eléctrica se lleva de un lado a otro a través de un conductor.

noce como factor de actividad.

- La tercera es el factor de injuria; y se aplica en los casos en que existen enfermedades, operaciones o periodos de recuperación de alguna operación o enfermedad.

La eficiencia con que una persona convierte la energía de reserva de su organismo en otra, depende siempre de cada organismo; éstas corresponden a la masa corporal, la edad, el sexo, los estados biológicos (embarazo), el efecto térmico del ejercicio, y el cambio inducido por la propia ingestión de los alimentos.

Las reservas (baterías) de energía del organismo, son en su mayoría las grasas y en menor parte, los carbohidratos, representando, en una persona en óptimo estado físico, 15% y 0.5% del peso total de la persona, respectivamente. Por eso, cuando alguien está excedido en peso, la energía acumulada o de sobra se deposita como un exceso de tejido graso.

Tomado de: Martin Macek, de la sección: Nutrición, en: <http://www.zonadiet.com/nutricion/energia.htm#justificacion> (Consulta: 4 de noviembre de 2016).

Con base en el texto que leíste, elige la respuesta correcta en cada caso.

1. El concepto de energía también se aplica al referirnos al consumo de alimentos y la cantidad de energía que las personas requieren para vivir.

Abajo se mencionan cuatro implicaciones de esta aplicación al concepto de energía.

¿Cuáles son estas implicaciones?

Encierra en un círculo "Sí" o "No" para cada una.

Implicación	¿Es una implicación de este concepto de energía?
El ser humano es un transformador de energía	Sí / No
El ser humano es una máquina creada para transformar energía	Sí / No
El cuerpo del ser humano funciona en forma permanente y constante	Sí / No
El cuerpo del ser humano se transforma al crecer y desarrollarse	Sí / No

2. Si una persona requiere diariamente un promedio de 2000 kcal, esa cantidad de energía corresponderá a:
  - a. Que un automóvil recorra una distancia en una hora.
  - b. Que un elevador use electricidad para subir una carga.
  - c. Mantener encendida una bombilla (foco) de 100 W durante casi un día.
  - d. Aumentar la temperatura de 1 gr de agua a 1°C.

3. Todas nuestras actividades, incluso la de abastecernos de energía, llamada comer, implica que transformemos un tipo de energía en otro.

¿En qué se utiliza la energía que ingerimos a diario?

- a. En el mantenimiento del metabolismo básico del cuerpo, respirar, pensar y hablar.
- b. En la actividad física solamente: caminar, mover las extremidades, correr, etcétera.
- c. En la reparación del cuerpo cuando ha sufrido un daño o una enfermedad.
- d. En el índice metabólico de reposo, la actividad física y en el factor de injuria.

4. Cuando una persona está excedida en peso, la energía consumida de más experimenta un fenómeno muy evidente en el cuerpo.

¿Cuál es este fenómeno? Encierra en un círculo "Sí" o "No" para cada afirmación.

¿Qué sucede cuando se consume energía de más?	Sí / No
La energía sobrante se desecha sin ser usada.	Sí / No
La mayor parte de la energía se acumula en el tejido graso.	Sí / No
La energía se desintegra en forma de proteínas.	Sí / No
La energía sobrante provoca un aumento en la masa corporal.	Sí / No

Evalúa tu desempeño escolar en el desarrollo del bloque; señala con ✓ la opción que, mediante el razonamiento personal, consideres has alcanzado con tu trabajo.

AUTOEVALUACIÓN					
	Indicadores	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
Autoevaluación	Las preguntas que planteo favorecen la integración de los contenidos estudiados.				
	Puedo relacionar los temas que estudio con otros que conozco y con sucesos cotidianos.				
	Comprendo sin problemas los contenidos que se abordan en clase.				
	Puedo identificar mis errores, dificultades y limitaciones, y propongo acciones para superarlos.				
	Soy ordenado y limpio en todos los trabajos y tareas que hago.				
	Analizo los resultados para obtener conclusiones.				
	Las conclusiones que obtengo surgen de la organización y del orden que doy a la información de la que dispongo.				
	Cuando necesito ayuda la pido a mi profesor o a mis compañeros.				
Muestro respeto por la biodiversidad.					
Coevaluación	Expresa sus puntos de vista como una aportación para el análisis colectivo.				
	Es capaz de elegir la estrategia más conveniente entre varias que sugiere, para resolver situaciones problemáticas.				
	Elabora los instrumentos para el registro y ordenamiento de los datos que obtiene en las actividades.				
	Es capaz de escuchar, valorar y tomar en consideración las opiniones de los demás, aunque sean contrarias a las que piensa.				
	Es honesto con la veracidad de la información que maneja.				
	En las actividades por equipo participa activamente.				
Heteroevaluación	Muestra solidaridad con sus compañeros.				
	Muestra conductas de consumo responsable.				
	Previene enfermedades y accidentes en sus actividades.				
	Es capaz de aplicar sus conocimientos con el fin de resolver situaciones problemáticas.				
	Asiste a clase con todo el material que requiere.				
	Es capaz de explicar sus ideas y comunicarlas a sus compañeros para contrastarlas.				
Heteroevaluación	Ha planteado preguntas que le permiten integrar los contenidos que estudia al resolverlas.				
	Las hipótesis que plantea son congruentes y corresponden a las actividades y a los temas.				
	Analiza la información que obtiene de diversos medios, y selecciona sólo la relevante para llegar a los propósitos que se plantea.				
	Hace y termina satisfactoriamente todos sus trabajos.				
Heteroevaluación	Propone conductas sustentables.				
	En la realización de todas las actividades, manifiesta interés, curiosidad, creatividad e imaginación.				

## BLOQUE IV

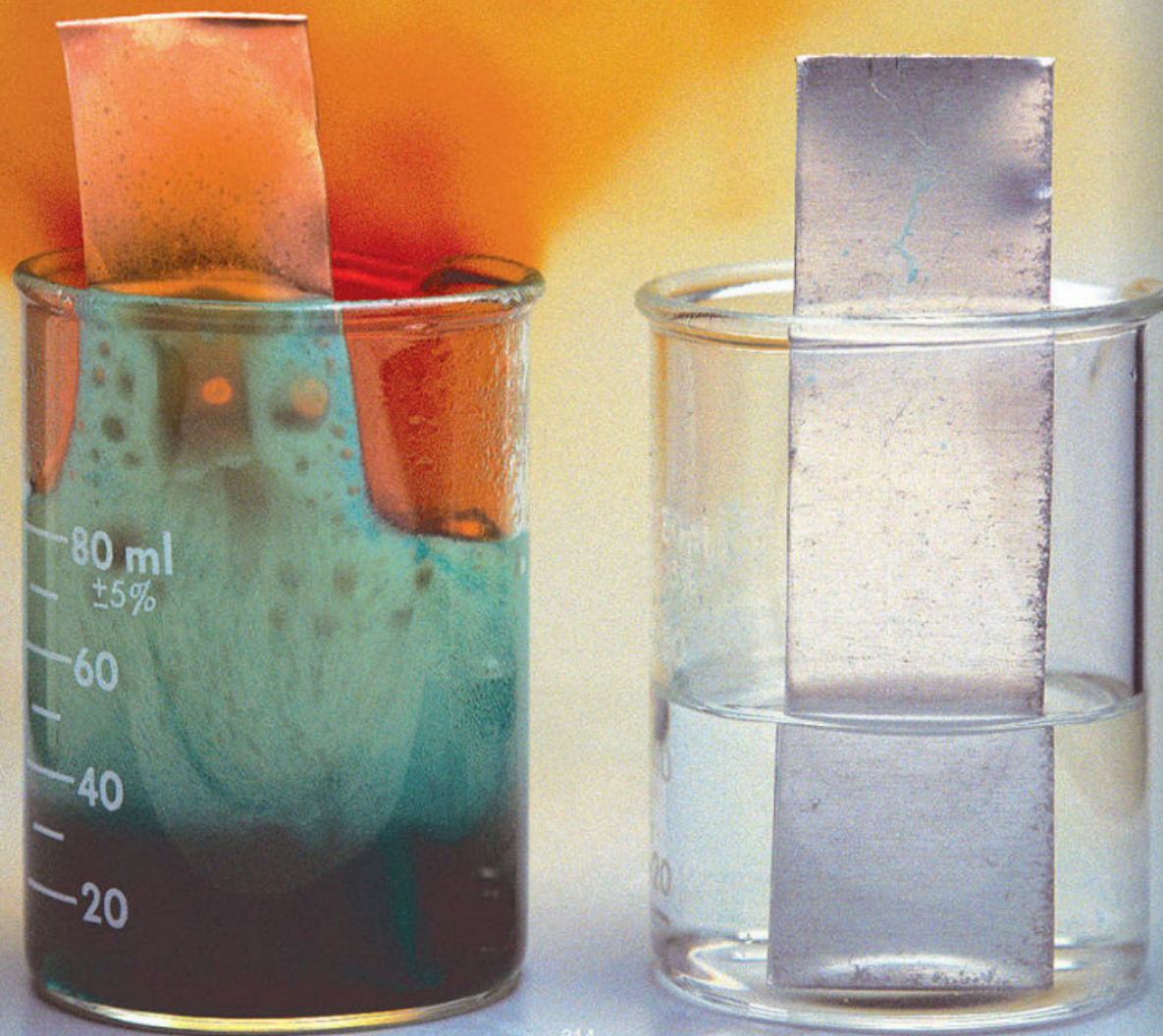
### La formación de nuevos materiales

#### 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 potable.
- Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.
- Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.
- Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.
- Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.
- Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.

#### Competencias para la formación científica básica:

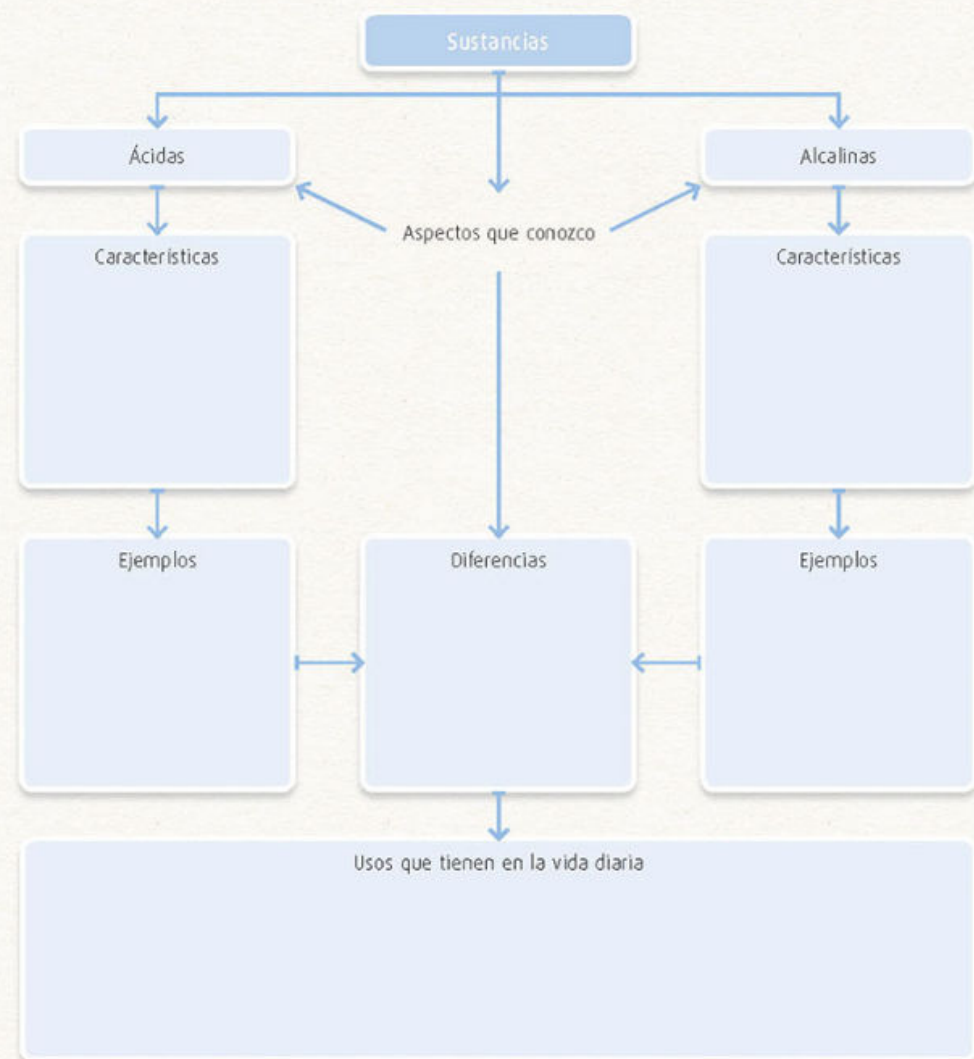
- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en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



## Evaluación diagnóstica

Los ácidos y las bases no son sustancias extrañas que sólo los químicos emplean en sus laboratorios. En la vida cotidiana también usamos muchas sustancias cuya utilidad radica en su carácter ácido o básico.

- Mediante el siguiente esquema recordarás características que has estudiado en este y otros cursos de ciencias; transcribelo en tu cuaderno con la información que recuerdes.



- Comparen su esquema con los compañeros de grupo, busquen las diferencias y escribanlas en una hoja que conservarán en el portafolio de evidencias, para comparar la información con lo que aprenderán más adelante.

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

## 4.1.1 Propiedades y representación de ácidos y bases

Aprendizaje esperado:  
• Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.

Es probable que en alguna ocasión hayas sentido un malestar estomacal y al analizar la causa hayas concluido que se debió a que ingeriste algún alimento que lo provocó. La respuesta de tu organismo ante una situación de agresión puede ser dolor, **diarrea** y quizá **fiebre**.

**Glosario**

**diarrea.** Deposición semilíquida y frecuente.

**fiebre.** Aumento de la temperatura corporal.



### ¿Qué alimentos me pueden causar daño?

En una hoja elabora una lista de los alimentos que te han causado malestar. A continuación señalarás con colores las reacciones que te provocan, ten en cuenta que puede haber más de un color por alimento.

- Señala con un color aquellos que te causan daño, porque sufres una reacción alérgica.

- Señala con otro color los que te provocan una sensación de quemadura en la boca y el estómago.
- Señala con un color distinto los alimentos que te causan dolor de estómago.
- Señala con otro color más, los alimentos que te provocan diarrea.



Existen varios tipos de sustancias químicas que se diferencian por sus propiedades y características, con las que estamos en contacto continuo; entre ellas están los ácidos y las bases o álcalis.

Los ácidos y las bases son sustancias comunes, y las encontramos en los laboratorios escolares, los de investigación y los de producción o industriales; pero esos no son los únicos lugares, porque forman parte importante de los productos que se consumen a diario en tu casa, tu escuela y tu comunidad.

Cantidad de productos se elaboran con ácidos o bases, y en muchos casos una de estas sustancias es el principal agente activo, para aprovechar sus características



### Glosario

**extracto.** Producto obtenido de sustancias de plantas o animales (olores, sabores, colores).

**destapacaños.** Producto que se usa para disolver sustancias orgánicas que tapan las cañerías o los drenajes.

**enfermedad.** Condición de deterioro o alteración de la salud.

químicas y físicas. Es común que se les agreguen colorantes, **extractos** con un olor agradable y un nombre comercial atractivo con el fin de comercializarlos.

Los productos que usamos y contienen ácidos y bases están en los artículos para la limpieza del hogar, los **destapacaños**, artículos de belleza, manicura y pedicura, tintes para el pelo, pilas y baterías eléctricas, desinfectantes, limpiadores de joyería y, por supuesto, en una gran cantidad de alimentos, como las salsas picantes, ciertas especias, bebidas refrescantes, sobre todo las carbonatadas (refrescos con gas), el vinagre y los alimentos encurtidos por ejemplo, los chiles, entre muchos más (figura 4.1).

Recuerda que también en tu organismo, y en el de muchos otros seres vivos, existen ácidos y bases; por ejemplo, en condiciones normales tu sangre es ligeramente básica o alcalina; en general la orina puede ser desde ligeramente ácida hasta ligeramente alcalina; sin haber recibido alimento por un tiempo la saliva puede ser ligeramente ácida; diversas sustancias importantes en el proceso de digestión serán muy ácidas, como los jugos gástricos en tu estómago. Cuando estas condiciones cambian, pueden ser signos de un padecimiento o una **enfermedad**.



Fig. 4.1 Los productos que usamos a diario son sustancias que contienen uno o varios ácidos o bases.



Explica,  
reflexiona  
y comunica

#### En búsqueda de ácidos y bases

Entre los productos que encuentres en casa, busca los que tengan etiqueta.

- Escribe los componentes de cada producto y busca sus características en internet.
- Identifica las sustancias que son ácidas o básicas y, de ser posible, las características y la función que cumplen en el producto.
- Elabora una ficha informativa de cada ácido o base que encuentres, en la que incluyas su fórmula, propiedades y sus usos.
- Comparte los resultados con tu equipo, entrega los resultados a tu profesor para que los evalúe. Conserva las fichas para incluirlas en el portafolio de evidencias.

## Los ácidos y las bases pueden transformarse

Los ácidos y las bases tienen propiedades que permiten diferenciarlos, por medio de los sentidos. Deben manejarse con cuidado, ya que no se deben tocar, oler ni mucho menos probar, a menos que se trate de un experimento controlado, estén diluidas con agua y con la seguridad de que resultan inocuas para el organismo.

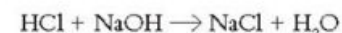
En términos generales, los ácidos tienen un sabor agrio y, al tacto, provocan una sensación de fricción, mientras que las bases saben amargo y son resbalosas al tacto (figura 4.2).

Las características anteriores te pueden servir para saber si una sustancia es ácida o básica, pero existen otras más confiables.

Tanto las sustancias ácidas como las alcalinas existen en forma de sólidos, líquidos o gases, dependiendo de la temperatura. También se encuentran como sustancias puras o en solución; son solubles en agua, **corrosivas**, producen quemaduras en la piel si están muy concentradas, son fuertes, y disueltas en agua conducen la electricidad. La diferencia está en que los ácidos cambian el papel tornasol de azul a rosa; reaccionan con metales activos formando una sal y liberando hidrógeno; reaccionan con las bases formando sal y agua; reaccionan con los óxidos metálicos y también forman sales y agua. En cambio, las bases cambian el papel tornasol de rojo a azul; disuelven la grasa y el azufre; no reaccionan con los metales, pero reaccionan con los ácidos formando sales y agua.

Debido a sus características, los ácidos y las bases tienen un gran uso en la industria química, pues mediante estas sustancias se completan algunos pasos en la fabricación de productos, como los que ya mencionamos antes y has investigado; asimismo, su producción, manejo, transporte y distribución debe cumplir con normas estrictas de seguridad, ya que pueden causar daños graves a las personas y a sus bienes. Una característica muy importante de ácidos y bases es que pueden reaccionar entre ellos y, al hacerlo, forman nuevas sustancias con propiedades diferentes: sales y agua. A este tipo de reacciones se les llama neutralización. Los cambios que se producen con la reacción de un ácido y una base se representan mediante ecuaciones químicas, como ya lo estudiaste en el Bloque anterior; analicemos algunos casos:

Uno de los ácidos más fuertes que se usa en la industria es el ácido clorhídrico (HCl) para limpiar superficies metálicas del óxido, por ejemplo. También tiene un amplio uso la base llamada hidróxido de sodio (NaOH) a la que, de manera común, se le conoce como sosa cáustica y sirve para elaborar limpiadores de cochambre y jabones, entre muchas otras aplicaciones. Cuando ambas sustancias se combinan forman una sal, cloruro de sodio (NaCl), a la que llamamos sal común y agua (H<sub>2</sub>O).



Al inicio mencionamos a los destapacaños como uno de los artículos que solemos utilizar en nuestra vida diaria para disolver materiales orgánicos que tapan las tuberías de drenaje; por sus características corrosivas algunos se fabrican con ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y otros con hidróxido de potasio (KOH) (figura 4.3).

Aprendizaje esperado:  
• Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.



Fig. 4.2 El jugo de limón es un ácido con el sabor agrio característico de estas sustancias.



### Glosario

**corrosivo.** Desgaste químico de los materiales.

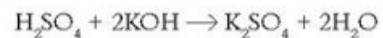


Fig. 4.3 Algunos ácidos son sustancias muy peligrosas que requieren de un transporte cuidadoso.



Fig. 4.4 Durante el proceso de fabricación de jabones, ocurren reacciones de neutralización.

Entre las instrucciones más importantes para usar adecuadamente los ácidos, además de no tocarlos, ingerirlos y de manejarlos con precaución, se aclara no combinarlos con otros productos; esto se debe a que si se combina el ácido sulfúrico con hidróxido de potasio se obtiene una sal llamada sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) y agua, estas dos sustancias no son corrosivas y no sirven para el fin que se busca aplicar.



#### Combina ácidos con bases

Recupera de tu portafolio de evidencias las fichas que elaboraste en la actividad anterior.

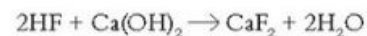
- En equipo hagan las posibles combinaciones químicas con las fórmulas de ácidos y bases, y escriban en su cuaderno las ecuaciones químicas que representen estas combinaciones.
- Compara con tus compañeros de grupo las ecuaciones que hiciste.
- Soliciten a su profesora o profesor que haga una revisión del trabajo.
- Investiguen algunos usos que tienen las sales obtenidas.
- Reintegra tus fichas a tu portafolio de evidencias.



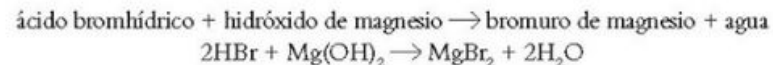
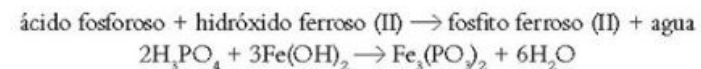
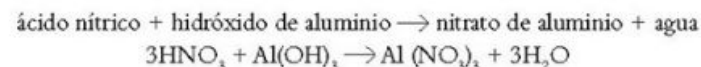
#### Curiosidades

En la naturaleza existen organismos que viven al extremo, llamados precisamente extremófilos, entre ellos están los acidófilos, que viven en un ambiente extremadamente ácido. Tal es el caso de las arqueobacterias: *Picrophilus\_torridus* y *Picrophilus\_torridus*, si cambian las condiciones de su medio a uno neutro, mueren o al menos no pueden crecer.

Un caso más, es el uso del ácido fluorhídrico (HF) que se utiliza, entre otras cosas, para grabar y tallar vidrio (figura 4.5), como se trata de un ácido muy fuerte, para detener su acción es necesario neutralizarlo con hidróxido de calcio ( $Ca(OH)_2$ ), de la reacción se obtiene la sal fluoruro de calcio ( $CaF_2$ ) y agua. Esta reacción se representa mediante la siguiente ecuación química:



Los siguientes son ejemplos de reacciones de neutralización:



Como puedes darte cuenta, de la reacción de un ácido con una base se obtiene una sal (todas las sales contienen un metal, un no metal y a veces oxígeno) y agua.

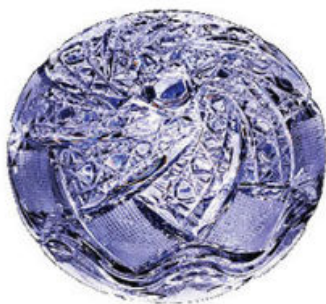


Fig. 4.5 El uso de los ácidos está presente en el arte, como en la técnica de tallado en vidrio.



#### Ácidos con bases en la industria

• En equipos, investiguen las aplicaciones industriales de los ácidos y las bases ya representadas en este tema.

- Con la información que encontraron elaboren un cartel ilustrado.
- Presenten a sus compañeros de grupo el cartel, y corrijan la información si es necesario.
- Organicen y monten una exposición en los pasillos de la escuela.
- Toma fotografías de los carteles expuestos y consérvalas en el portafolio de evidencias.

Hasta ahora abordamos algunas de las características de los ácidos y las bases, pero para explicarlas es necesario recurrir a un modelo, debido a que los átomos y las moléculas no pueden verse.

Svante August Arrhenius (1859-1927) fue un químico sueco que estudió en la Universidad de Uppsala y, como estudiante de doctorado investigó las propiedades conductoras de las disoluciones de algunas sustancias. Para ese entonces ya se habían fabricado pilas más eficientes que la creada por Alessandro Volta, en 1800, y contaba con la herramienta básica para elaborar su modelo: la electricidad. En 1884 presentó su tesis doctoral donde planteó una posible explicación a las características de los ácidos y las bases (figura 4.6).

Arrhenius observó que el agua pura no conducía la electricidad, pero en ella sí se disolvían ciertas sustancias. Pensó que se podía formar una especie de puente eléctrico en que la electricidad fuera de un sitio a otro conducida por una disolución hecha con sales, ácidos y bases.

Al analizar sus resultados se dio cuenta que una propiedad común entre estas sustancias era la presencia de enlaces iónicos y supuso que al estar en contacto con el agua sucedía una disociación; esto es, que los enlaces iónicos se rompían temporalmente dando lugar a fracciones de moléculas con carga eléctrica capaces de conducir la electricidad.

Del análisis de las fórmulas de las sales, ácidos y bases se desprende una serie de planteamientos:

- Las sales se pueden disociar en iones positivos representados por átomos de metales cargados positivamente, llamados cationes, así como iones negativos representados por átomos de no metales, o **radicales**, resultado de la combinación de no metales con oxígeno, llamados aniones (figura 4.7).
- En el caso de los ácidos, los cationes están representados por átomos de hidrógeno cargados positivamente y los aniones, igual que en el caso de las sales, átomos de no metales o radicales resultado de la combinación de no metales con oxígeno.
- Asimismo, en las bases los cationes serían átomos de metales cargados positivamente y los aniones estarían representados por el radical  $OH^-$ , llamado hidroxilo, oxidrilo o hidróxido, que tiene carga negativa.



Fig. 4.6 Svante August Arrhenius (1859-1927), químico sueco.



#### Glosario

**radical.** Agrupamiento de átomos que interviene como una unidad en un compuesto químico y permanece inalterable de unas combinaciones a otras.



Fig. 4.7 El radical hidroxilo presenta un enlace libre.

De estos planteamientos se deriva un par de aseveraciones importantes en solución acuosa:

- Un ácido es una sustancia que dona iones hidrógeno, positivos.
- Una base es una sustancia que dona iones hidróxido, negativos.



¿Cómo se disuelven los ácidos y las bases?

1. Lee las dos primeras páginas del documento [http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim2/quimicall/L\\_AcidosYbases.pdf](http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim2/quimicall/L_AcidosYbases.pdf) (Consultada el 22 de enero de 2017).
2. Elabora un esquema, mapa conceptual o mapa mental donde integres la información que trabajaste.
3. Conserva tu trabajo en el portafolio de evidencias.



Fig. 4.8 La corrosión es un fenómeno ligado al agua.

Quizá te has dado cuenta de algunas coincidencias en el tipo de iones que se generan al disociar las sustancias que se han mencionado y, precisamente, son las que permiten explicar algunas de las características de ácidos y bases.

La propiedad corrosiva de ácidos y bases está asociada a la presencia de agua o humedad, bajo esas condiciones ocurre la disociación que antes mencionamos y, así, los iones—que son muy reactivos—pueden combinarse con los átomos de los materiales con que están en contacto, formando sustancias nuevas y, en consecuencia, observamos la corrosión como el cambio o la **degradación** de un material o bien, una quemadura (figura 4.8).

Los ácidos y las bases en disolución acuosa actúan como reactivos, porque cada uno aporta los elementos o radicales que constituyen a los productos que son siempre sales y agua; es decir, se tiene un intercambio cruzado de iones.

Observa el siguiente esquema, pon mucha atención a los signos de los iones:

Los iones cruzados forman una sal y agua; siguen la regla de que los polos contrarios se atraen.

Ácido = hidrógeno con no metal; por ejemplo HCl; se disocia en:  $H^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$  (sal, cloruro de sodio)

Base = Metal con hidróxido; por ejemplo NaOH; se disocia en:  $Na^+ + OH^- \rightarrow HOH$  (agua,  $H_2O$ )

Otra característica ya mencionada es que los ácidos y las bases cambian el color del papel tornasol (el azul para ácidos y el rojo para bases), que no es otra cosa que papel absorbente embebido en una sustancia que sirve como indicador al cambiar su color en presencia de estas sustancias en solución acuosa. Si en una solución se agregan las cantidades precisas de ácido y base para que reaccionen completamente, el papel tornasol no cambia, porque ahora se tiene la disolución de una sal.

Leer...

Química industrial  
Con esta lectura conocerás más sobre las aplicaciones de ácidos y bases.  
García Sainz, José María, *Química industrial*, México, ser-Santillana, 2002.



Fig. 4.9 Las buretas son los instrumentos adecuados para hacer una titulación.



## ¡Manos a la Química!

### Titulación

#### Introducción

La neutralización entre ácidos y bases es un procedimiento relevante; ya que se debe encontrar la proporción correcta entre las cantidades de ambas sustancias para un resultado eficiente; para ello es necesario usar un indicador como la fenolftaleína, que es útil para identificar bases, e instrumentos de medición de volumen muy efectivos; a este procedimiento se le llama titulación (figura 4.9).

#### Necesitas:

- 2 vasos de precipitados de 200 ml
- Un vidrio de reloj
- Un tripié o un soporte universal con anillo
- 100 ml de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 1.5%
- Solución de fenolftaleína en frasco gotero
- Una bureta graduada de 50 ml
- Un mechero bunsen
- 100 ml de solución de NaOH (hidróxido de sodio) al 1%

#### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos.

- 1) Coloca la solución de NaOH en uno de los vasos de precipitados, y agrega unas gotas de fenolftaleína y agita hasta que tenga un color homogéneo.
- 2) Pon en la bureta la solución de HCl, deja salir una pequeña cantidad que pondrás en un vaso de precipitados, rellena la bureta hasta la marca 0 ml.
- 3) Deja caer gota a gota el HCl en el vaso con NaOH y agítalo continuamente.
- 4) En el momento que cambie el color de la fenolftaleína, cierra la llave de la bureta, aquí ya lograste neutralizar la base con el ácido.
- 5) Comprueba que tienes en disolución NaCl. Vierte un poco del contenido del vaso de precipitados en un vidrio de reloj y colócalo al fuego.
- 6) Cuando se haya evaporado el agua quedarán unos cristales, ¡obsérvalos! ¿Qué apariencia tienen?
- 7) Si hiciste correctamente el procedimiento y no cabe lugar a dudas, puedes probar los cristales. ¿A qué saben?





Precauciones:

- Usa bata de laboratorio.
- No toques los reactivos, y en caso de que suceda, primero sécate con papel absorbente y después lávate con abundante agua.
- No ingieras ni inhales los reactivos.
- Realiza este experimento bajo la supervisión de un adulto.

Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Qué pasa durante la neutralización?
2. ¿Qué sucederá si a la solución neutralizada le agregas más NaOH?
3. ¿Qué sucederá si agregas más HCl del necesario?
4. ¿Qué aplicaciones prácticas puede tener la neutralización?
5. ¿En qué padecimientos es imprescindible considerar la neutralización? ¿Por qué?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

Para integrar



Fig. 4.10 Johannes Bronsted.

El modelo de Arrhenius tiene algunas limitaciones, ya que sólo se basa en la dinámica de los ácidos y las bases cuando se encuentran en una disolución acuosa, de otra manera no podían explicarse; sin embargo, existen algunos ácidos que actúan en ausencia de agua, y por otro lado, la neutralidad en este modelo se alcanza cuando se tiene una disolución de sal y agua, aunque algunas sales tienen propiedades ácidas o básicas, para lo que Johannes Nicolaus Bronsted (1879-1947) y Thomas M. Lowry (1847-1936) desarrollaron otro modelo más complejo (figura 4.10).

Para concluir

Une los conceptos del recuadro con líneas y palabras o pequeñas frases para elaborar un mapa conceptual que resuma lo que aprendiste del tema; usa la palabra ácido como concepto central:



TIC

Consulta la página <http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/quimica/inlocab/unidad225.html> para que sepas más acerca del modelo de ácidos y bases de Bronsted y Lowry. Elabora una ficha con la información consultada, compártela con tu equipo y agrégala al portafolio (Consulta el 4 de noviembre de 2016).

# ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los “alimentos ácidos”?

## 4.2.1 Toma de decisiones relacionadas con: la importancia de una dieta correcta

Aprendizaje esperado:

- Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.

Los alimentos que consumimos los mexicanos son muy variados debido a la diversidad de productos alimentarios de que disponemos, entre ellos frutas, verduras, cereales, leguminosas y de origen animal, como lácteos, huevo, miel, cárnicos y sus derivados.

Muchos de estos productos los estudiaste como parte de una dieta correcta basada en el **Plato del Bien Comer**, y sabes que la mayoría de los alimentos contenidos en éste se encuentran sin procesar, pero en nuestra dieta también incluimos alimentos altamente procesados, como frituras, bebidas embotelladas, salsas y golosinas.



Glosario

**Plato del Bien Comer.** Propuesta alimentaria en un esquema que muestra los grupos de alimentos sanos y la ingesta recomendada.



¿Qué alimentos del plato del bien comer son ácidos?

Consulta tu libro de Ciencias 1 (con énfasis en Biología) y localiza el Plato del Bien Comer.

- Identifica qué productos son ácidos; si es necesario consulta sus propiedades en internet.

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos alimentos ácidos identificaste?
- ¿A qué crees que se deba que haya tan pocos?

Con base en tu libro de Ciencias 1 y el Plato del Bien Comer elabora un menú para todo un día, que constituya una dieta sana; busca ilustraciones y haz un cartel para exponerlo. Conserva tu trabajo en el portafolio de evidencias.

Como ya mencionamos, algunas de las sustancias ácidas y básicas son muy fuertes y otras lo son ligeramente, para saber con certeza qué grado de acidez o basicidad tienen las sustancias, existen métodos de laboratorio para medir esta cualidad que se basan en la propiedad de ceder iones  $H^+$  o  $OH^-$  en un medio acuoso.



Potencial de Hidrógeno pH

Se trata de una escala de apreciación de la concentración de iones  $H^+$  (para ser preciso  $H_3O^+$ , iones hidronio) en



## Glosario

**potenciómetro, pH metro.** Instrumento capaz de medir la diferencia de potencial eléctrico indicando la concentración de iones de una solución.

**papel pH.** Papel embebido en sustancias indicadoras que cambian de color a diferente pH.

**tubérculo.** Parte de un tallo subterráneo, o de una raíz, que tiende a engrosar.

una disolución. Se puede medir con un aparato llamado **potenciómetro** ("pH metro"), con **papel pH** o algunos indicadores naturales.

La escala de pH va de 0 a 14 con un punto medio, el 7. Todas las sustancias que tengan un pH de 0 a 6.9 son ácidas, las que tienen 7.1 a 14 son básicas, y las que tienen un pH 7 son neutras; así, mientras el pH se aleje más del 7, más ácidas o básicas son.

Disponer de un potenciómetro o de papel pH para medir la acidez o basicidad de sustancias, entre ellas productos alimenticios, resulta muy complicado y costoso. Existe otra forma de medirlas: mediante el uso de colorantes naturales, puede ser el de la flor de la jamaica o algunas otras flores, hojas y **tubérculos**; el más eficaz es el colorante de la col morada.



## ¡Manos a la Química!

### Elaboren su indicador de pH

#### Introducción

La característica de acidez o basicidad de una sustancia es variable y puede medirse a partir de la reacción coloreada de algunos indicadores en cantidades muy pequeñas, para lo cual se colocan en tiras de papel absorbente que, al estar en presencia de ácidos o bases en disolución acuosa, cambian de color y pueden ser comparados con un patrón que indica el pH de la disolución.

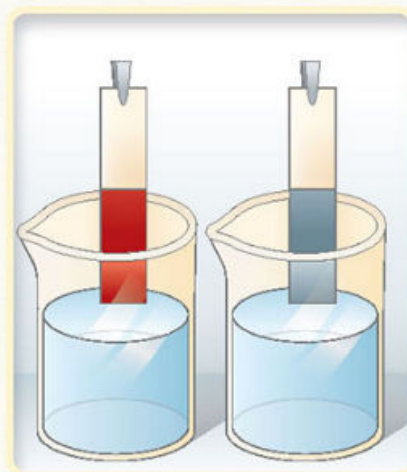
#### Necesitas:

- 500 g de col morada
- Un vaso de precipitados de 1000 ml
- Un cuchillo de cocina
- Un colador de cocina
- Un agitador
- Tendedero
- Tijeras para papel
- 20 ml de solución de NaOH (hidróxido de sodio) al 1%
- Agua limpia
- Papel filtro de cafetera
- Una tabla de cocina para picar
- Parrilla eléctrica
- Un cristizador grande
- Pinzas para tender ropa
- 3 vasos de precipitados de 100 ml
- 20 ml de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 1%

#### ¿Cómo hacerlo?

Trabaja con tus compañeros en equipos.

- 1) Con el cuchillo corten la col morada en tiras delgadas sobre la tabla para picar, colóquenla dentro del vaso de precipitados de 1000 ml y agreguen agua suficiente para que apenas cubra la col.
- 2) Pongan el vaso en la parrilla eléctrica y enciéndanla hasta que hierva por unos 10 minutos; apaguen la parrilla y dejen que el contenido del vaso se enfríe completamente.
- 3) Cuelen el contenido del vaso, recojan la parte líquida en el cristizador y desechen las tiras de col.
- 4) Coloquen varias hojas de papel filtro de cafetera dentro del líquido y déjenlas el tiempo suficiente para que se tiñan de manera uniforme.
- 5) Cuelgan las hojas de papel en el tendedero (de preferencia a la sombra) y sujételas con las pinzas de ropa; dejen que se sequen por completo; desechen el líquido de la col, ya que con el tiempo se echa a perder.



- 6) Con las manos muy limpias y secas corten las hojas en tiras de 1 cm de ancho y 5 cm de largo y guárdenlas en la bolsa para almacenar. Ya tienen su papel indicador de pH para esta actividad y otras subsecuentes.
- 7) Pongan 20 ml de agua limpia en un vaso de precipitados de 100 ml; introduzcan un extremo de una tira de papel indicador dejen que se moje, sáquenla y observen.
- 8) Viertan 20 ml de NaOH en otro vaso de precipitados de 100 ml; introduzcan un extremo de una tira de papel indicador dejen que se moje, sáquenla y observen.
- 9) Pongan 20 ml de HCl en otro vaso de precipitados de 100 ml; introduzcan un extremo de una tira de papel indicador, dejen que se moje, sáquenla y observen.

#### Precauciones:

- Usa bata de laboratorio.
- Utiliza con extremo cuidado el cuchillo, las tijeras y las sustancias calientes. No toques los reactivos NaOH y HCl; no ingieras ni inhales los reactivos.

#### Explica

Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte deberá formar parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿De qué color es el papel indicador de pH sin mojar?
2. ¿Qué color tiene el papel después de introducirlo en los tres vasos?
3. ¿A qué atribuyen los cambios?
4. Si el papel pH se introduce en diferentes disoluciones de ácidos y bases también cambia de color. ¿Cómo podrían saber a qué pH corresponde cada color?
5. Diseñen una práctica de laboratorio para saber a qué pH corresponde cada color, póngala a consideración del profesor, experimenten y escriban el reporte.

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

## Alimentos ácidos o que provocan acidez

Los alimentos que ingerimos son procesados o digeridos por el sistema digestivo; esto se lleva a cabo siempre en presencia del agua que bebemos, mezclada con los alimentos y con la saliva. Debido a que el agua es una sustancia neutra, a las propiedades de los alimentos y al propio proceso digestivo, el pH de la disolución alimenticia se puede medir a lo largo del trayecto digestivo y cambia en ciertos momentos, en especial en las primeras etapas.

Uno de los cambios más dramáticos en el pH 1 ocurre en el estómago, donde algunas células especializadas generan ácido clorhídrico, que es un ácido muy fuerte y se usa como un agente que degrada y transforma a los alimentos en compuestos más sencillos en conjunto con otras sustancias, como las enzimas; por supuesto, este ácido puede atacar a las propias células del estómago, por lo que éstas producen una mucosa protectora que las cubre.

Antes de salir del estómago, el sistema digestivo recibe otras sustancias: el **jugo pancreático** y la **bilis** que, entre otras muchas funciones, neutralizan el pH ácido de la mezcla alimentaria; de no ser así, las células del intestino delgado se dañarían seriamente. A partir de este punto, las variaciones del pH suelen ser muy ligeras en condiciones normales.

Muchos de los alimentos que consumimos tienen cierto grado de acidez, o la adquieren al transformarse durante la digestión, tal es el caso de los cítricos, como el jugo de limón, la naranja o la toronja, el jitomate, el picante, los platillos

#### Aprendizaje esperado:

- Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.



## Glosario

**jugo pancreático.** Líquido del páncreas que se vierte al sistema digestivo y tiene funciones químicas digestivas.

**bilis.** Sustancia elaborada en la vesícula biliar que contribuye a la función químico-digestiva del sistema digestivo.



Fig. 4.11 Las salsas elaboradas principalmente con chile, causan acidez estomacal.

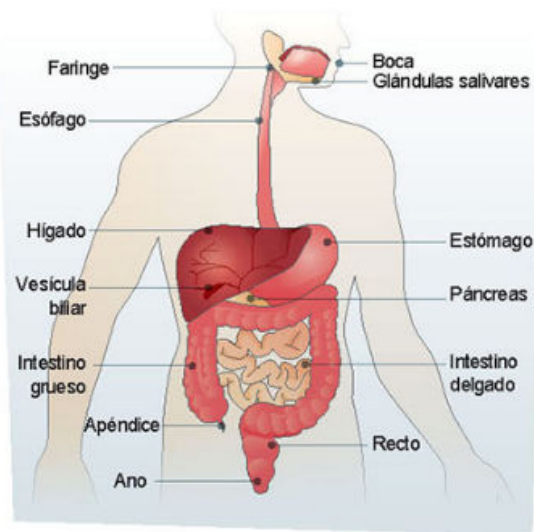
preparados con exceso de chile y otros condimentos, platillos fritos con mucho aceite, lácteos, bebidas gaseosas (refrescos embotellados), café y chocolate, entre otros (figura 4.11).

La acidez estomacal se experimenta como un ardor y dolor abdominal, que son la respuesta de nuestro organismo ante el exceso de acidez; si bien es cierto que el pH del contenido estomacal es bastante ácido, su concentración está controlada por el organismo y al rebasarse, debido a la ingesta de alimentos ácidos, se provoca daño al tejido digestivo (figura 4.12).

Otras condiciones también pueden provocar la sensación de acidez estomacal; por ejemplo, cuando comes en grandes cantidades, ya que el jugo gástrico puede ser expulsado hacia el esófago y difundirse por él, la faringe y la cavidad bucal. Lo anterior lo percibimos con una sensación de agruras, es decir, un ardor en el estómago, la garganta y la cavidad bucal; es evidente que este fenómeno se debe a que el ácido del jugo gástrico ataca a los tejidos de estas fracciones del sistema digestivo. Cabe mencionar que el

esófago se daña, no lo detectamos porque no tiene receptores nerviosos de dolor, lo que es peligroso ya que puede deteriorarse sin que nos demos cuenta.

El alcoholismo y el tabaquismo son adicciones que propician, como uno de sus efectos nocivos, la acidez estomacal y es una de las razones por las que se aconseja evitar el consumo de estas sustancias.



**TIC**

Para conocer el pH de algunos alimentos consulta la página <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/PHYlosAlimentos.pdf.pdf> (Consultada: 4 de noviembre de 2016).

Fig. 4.12 El sistema digestivo humano puede dañarse por la ingestión de alimentos ácidos.



**Recuerda el proceso digestivo**

Señala los órganos que forman parte del sistema digestivo humano en un esquema y describe los procesos que ocurren en cada uno de ellos. Después contesta las siguientes preguntas. Si lo consideras necesario, investiga en un libro de biología o en internet para

contestar las siguientes preguntas:

- ¿Qué cambios químicos genera la digestión?
- ¿Qué situaciones alteran el curso normal de la digestión?
- ¿Cuáles son las consecuencias de estas alteraciones?

Escribe las respuestas al reverso del esquema y discútelas con tus compañeros en una sesión de grupo, pide al profesor que evalúe tu trabajo. Conserva tu trabajo en el portafolio de evidencias.

La ingesta de sustancias ácidas, como el picante, producen un efecto irritante en nuestro organismo y una de las medidas para disminuirlo es beber agua, ya que diluye el ácido, y con ello, su efecto; pero cuando se experimenta acidez estomacal esta medida no es suficiente, pues se requiere ingerir sustancias con la propiedad de neutralizar a los ácidos; se podría pensar que la medida lógica es beber una base, pero esta solución sería aún más peligrosa, porque también las bases fuertes son corrosivas. No obstante, existen algunas sales o combinaciones de ellas que, disueltas en agua, neutralizan el pH de los ácidos; en química reciben diferentes nombres: soluciones amortiguadoras, tampones o buffer (figura 4.13).

Este tipo de soluciones contienen disueltos ácidos o bases que no cambian el pH y la propiedad de seguir recibiendo más, hasta un límite en que esta propiedad es rebasada; bajo este principio, la industria química farmacéutica ha desarrollado diferentes medicamentos cuyo objetivo es combatir la acidez estomacal en diferentes grados y reciben el nombre generalizado de antiácidos. Las presentaciones son variadas, desde las tradicionales pastillas o polvos efervescentes, tabletas ingeribles o masticables, hasta los jarabes y geles (figura 4.14).

Sin importar su presentación, el efecto de los antiácidos es el mismo: se trata de sales como el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y bases débiles, como el hidróxido de magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) o el aluminio ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), que solas o combinadas actúan como una solución amortiguadora al estar en contacto con agua para neutralizar el exceso de acidez.



Fig. 4.13 La acidez estomacal provoca agruras y dolor abdominal.



Fig. 4.14 En el mercado existen múltiples medicamentos antiácidos.



**Alimentos ácidos**

Trabaja en equipo la siguiente actividad.

- Consigan una muestra de 20 diferentes alimentos (si puedes experimenta con más), en especial aquellos que consumes habitualmente.
- Viertan cada muestra por separado en un vaso pequeño y disuelvan con agua si es necesario.
- Midan si se trata de soluciones ácidas o alcalinas, y para ello usen las tiras de papel indicador de pH de la práctica anterior.
- Anoten los resultados en una tabla y, con base en ella, respondan en su cuaderno las siguientes preguntas:
- ¿Cuántos alimentos resultaron ser ácidos y cuántos básicos?
- ¿Con qué frecuencia y cantidad los consumes?
- Con base en estos resultados, ¿consideras seguir una dieta correcta? Argumenten la respuesta.

**Leer...**

El poder curativo de los antiácidos naturales  
Si quieres profundizar sobre el efecto de la acidez en tu organismo y la manera de comer sanamente, consulta el libro: Treutwein, Norbert, *El poder curativo de los antiácidos naturales*, Barcelona, Robinbook, 2004.

**Aprendizaje esperado:**

- 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 potable.

**Riesgos de salud por el consumo frecuente y excesivo de alimentos ácidos**

En términos generales es preciso señalar que el consumo de la mayoría de los alimentos ácidos no es dañino si se hace con medida; por ejemplo, si tomas un vaso de jugo de naranja por la mañana es muy sano, pero un vaso del mismo tamaño de jugo de limón, que es más ácido, no es recomendable. El consumo de

jitomate crudo o en guisados es sano y recomendable, porque aporta vitaminas, aunque resulta poco adecuado excederse porque perjudica la salud. El consumo de chile es saludable, siempre y cuando sea en pequeñas cantidades (figura 4.15).



Fig. 4.15 A la larga, el consumo excesivo de picante provoca daños.

El consumo excesivo de leche y productos lácteos, así como de chocolate, provocan acidez y debes consumirlos en cantidades mínimas. Lo mismo pasa con los alimentos denominados “chatarra”, sobre todo si contienen picante, se fríen en aceite, contienen limón (que en realidad se adicionan con ácido cítrico) y sal, ya que su consumo no aporta casi ninguna sustancia nutritiva y propicia la obesidad.

Para conservar tu salud debes evitar ingerir grandes cantidades de comida, usar ropa apretada, tomar bebidas alcohólicas y fumar.

La mejor recomendación para mantener un buen estado de salud es una dieta de calidad, y siempre acompañada de agua simple potable que al ser una sustancia neutra, permite que el efecto ácido

de algunos alimentos se diluya convenientemente (figura 4.16).

El consumo frecuente de alimentos ácidos tiene consecuencias negativas en tu salud y aumentan en importancia y gravedad con el paso del tiempo.



Fig. 4.16 El consumo de agua simple potable propicia una mejor digestión.



Fig. 4.17 Cuando los padecimientos asociados a la acidez estomacal son graves, requieren intervenciones quirúrgicas.

Cuando la acidez estomacal se presenta de manera recurrente genera un padecimiento llamado gastritis, que es la inflamación del tejido gástrico; si no se atiende a tiempo, las consecuencias son más serias, ya que el tejido estomacal y esofágico se repara a una velocidad menor de la que es dañado, dando lugar a úlceras, heridas que difícilmente se curan y producen un dolor intenso y constante, además de que el proceso digestivo se torna más complicado. El consumo de alimentos ácidos puede ser factor para la aparición de otro padecimiento doloroso y riesgoso: hemorroides. En casos graves, estos padecimientos requieren intervención quirúrgica para resolverlos (figura 4.17).

### Curiosidades

En un artículo publicado en la revista *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, en mayo de 2013, el Dr. Scott Langevin, líder del equipo de investigación, informó que la acidez contribuye a que se eleve el riesgo de contraer cáncer de laringe o faringe.

### Para integrar

Algunos investigadores asocian la gastritis crónica con la posible aparición de cáncer en el estómago, que puede ser mortal.

Es posible prevenir los riesgos mencionados, desarrollando hábitos alimentarios sanos y la observación de estrictas costumbres de higiene en la preparación y el consumo de alimentos, que propicien una mayor eficiencia de los procesos químicos de nuestro cuerpo.

Leer...

Moléculas en una exposición  
Consulta el libro y obtén información sobre las moléculas más comunes que nos rodean y sus propiedades.  
Emsley, John, *Moléculas en una exposición*, México, SP-Peninsula, 2005.

### Para concluir

#### Memorama de la salud estomacal

Elabora un memorama con tarjetas blancas, pero en este caso, a diferencia de un memorama tradicional, en cada par de tarjetas correspondientes anota información que las relacione, y juega con tu equipo. A continuación, algunos ejemplos:



Cuando finalicen, comenten para qué les sirvió esta actividad; guarda el memorama en el portafolio de evidencias.

# Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

## Aprendizaje esperado:

- Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.

### 4.3.1 Características y representaciones de las reacciones redox

Muchas de las reacciones que ocurren de forma natural en tu organismo, o en el ambiente, así como otras que suceden en los laboratorios químicos y la industria, son denominadas de óxido-reducción, o redox; en ellas ocurren fenómenos particularmente interesantes, ya que no sólo hay una transformación de los reactivos sino, además, los átomos implicados cambian algunas de las características químicas que tenían antes de la reacción.



#### ¿Cómo se encuentran los metales en la naturaleza?

La mayoría de los metales que usamos en algún momento fueron extraídos de fuentes naturales en forma de minerales y requieren transformarse para usarlos como los conocemos.

- Haz una lista de los metales que conoces y algunas de sus aplicaciones; te sugerimos capturar la información en una tabla.

- Elige uno de estos metales e investiga en internet cuáles son las fuentes naturales de las que se obtiene y su proceso.
- Con esta información elabora una ficha de trabajo, ilústrala y compártela con tus compañeros.
- Conserva la ficha de trabajo en el portafolio de evidencias.



El **conocimiento empírico** de las reacciones redox ha acompañado a la humanidad desde tiempos remotos; por ejemplo, en la obtención de metales de los minerales. Aunque no se conocía el proceso químico que ocurría, sí se obtuvieron y usaron en la fabricación de diversos objetos; de hecho han marcado etapas históricas muy significativas como edad del bronce y edad del hierro, debido a su descubrimiento y uso, en especial en la fabricación de armas.

Hoy sabemos, como leíste en el Bloque 2, que las sustancias se forman mediante enlaces entre átomos en los que se transfieren electrones (enlace iónico), al menos parcialmente (enlace covalente), entre los átomos de los elementos.



#### Glosario

**conocimiento empírico.** Forma de obtención y perpetuación del conocimiento, resultado de la experiencia.

La palabra oxidación es común en el lenguaje cotidiano, porque con frecuencia nos encontramos con cosas metálicas, sobre todo de hierro, que se oxidan; esta oxidación resalta en nuestra vida cotidiana, porque daña materiales que nos han costado dinero y que al paso del tiempo ya no sirven y deben ser reemplazados ocasionando un nuevo gasto (figura 4.18).

La oxidación es más común e importante de lo que pensamos al ver la lámina de nuestro automóvil, de la estufa o la lavadora donde aparecen manchas de un material rojizo y oscuro (figura 4.19).

Desde el punto de vista químico, la oxidación es algo más que láminas corroídas o dañadas que causan daños económicos, se trata de uno de los procesos que cobra suma importancia porque, a partir de ella, se forma una infinidad de nuevas sustancias, aun en el interior de nuestro cuerpo.

Para que suceda la oxidación es necesaria una combinación o recombinación de átomos de diferentes elementos que se define como la reacción en la que un elemento cede electrones. Como su nombre lo indica, en la mayoría de estas reacciones está presente el oxígeno para capturar los electrones que son cedidos, por lo que es llamado agente oxidante o simplemente oxidante; pero no es el único caso, la oxidación puede llevarse a cabo sin oxígeno, porque lo indispensable es que exista un elemento o un radical lo suficientemente electronegativo como para captar los electrones que ceden en la reacción.



Fig. 4.18 El bronce es una aleación de cobre y estaño que se usó en la antigua Mesopotamia para fabricar diversos artículos.

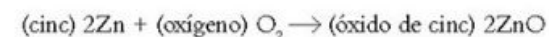
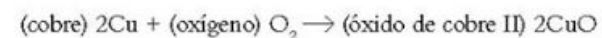


#### El óxido que nos rodea

Colecta diferentes muestras de objetos oxidados, raspa la superficie y observa las características del material que obtuviste:

¿Cómo es el material que obtuviste? ¿Qué color y estado físico tiene? ¿Cuáles son las diferencias de este material respecto al objeto del que lo obtuviste? ¿A qué atribuyes estas diferencias?

Escribe tus respuestas y discútelas con tus compañeros en sesión grupal. Entrega tu trabajo al profesor para que lo evalúe y consérvalo en tu portafolio de evidencias.



La palabra reducción tiene varias acepciones, y en química se refiere a la reacción en que un elemento gana electrones. Como te darás cuenta la reducción parece contraria a la oxidación, pero en realidad son complementarias, siempre que ocurre una oxidación, ocurre una reducción y aunque se analicen por separado, en realidad en el proceso suceden ambos fenómenos, porque lo que uno gana, el otro lo cede.



Fig. 4.19 Conocemos la oxidación porque destruye objetos comunes elaborados con hierro.

## Fluoruro de litio

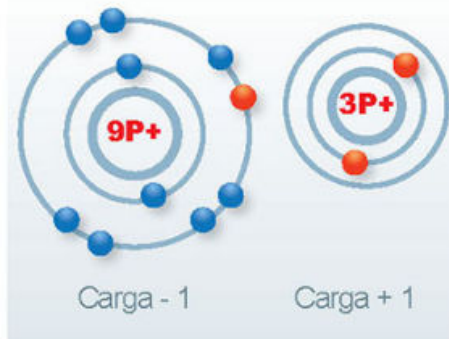
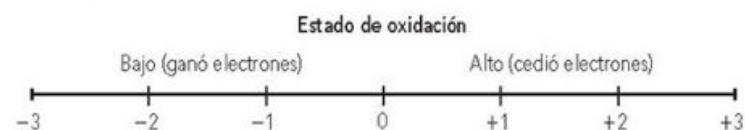


Fig. 4.20 En este esquema del fluoruro de litio, se muestra al flúor reducido, ya que ganó un electrón y al litio oxidado porque cedió un electrón.

El concepto de oxidación tiene relación con las cargas aparentes que cada átomo presenta en una combinación química, puede ser cero, negativa o positiva, todo depende de la cantidad de electrones que sea capaz de poner en juego en uno o varios enlaces dentro del compuesto del cual forma parte.

Cada enlace se forma con un electrón, así que mientras más electrones ceda un átomo, más alto es su estado de oxidación y se denota con un número positivo. Por el contrario, mientras más electrones gane, más bajo es su estado de oxidación y se denota con un número negativo. Cuando un átomo tiene un estado de oxidación de cero, es neutro; es decir, tiene la misma cantidad de electrones a su alrededor que protones en su núcleo (figura 4.20).



### La carrera de la oxidación

Con tus compañeros de equipo consigan los siguientes materiales para realizar la actividad que se propone en seguida.

Dos clavos de hierro de 2.5 cm; dos trozos de alambre de cobre de 2.5 cm; dos tiritas de papel aluminio de 2.5 cm de largo y 0.5 cm de ancho; seis vasos de plástico pequeños; un rotulador indeleble y agua de la llave.

Rotula los vasos del 1 al 6; pon los clavos en los vasos 1 y 2; en el 3 y 4 el alambre de cobre, y en los 5 y 6, las tiritas de aluminio.

A los vasos con número par (2, 4 y 6) agrégales agua hasta la mitad. Deja los vasos en un sitio seguro y obsérvalos durante una semana, toma nota de los cambios.

- ¿Qué sucedió en cada vaso?
- ¿Qué diferencias observaste?
- ¿A qué crees que se deben estas diferencias?
- ¿Qué sucederá si dejas que continúe el experimento durante más tiempo?
- ¿Cuál consideras que es el papel del agua en el experimento?

Escribe tus respuestas en tu cuaderno. Posteriormente compáralas y discútelas con tus compañeros.

Una reacción de óxido-reducción ocurre cuando, en primer lugar, hay una transformación química en dos o más elementos o compuestos y, en segundo lugar, éstos cambian su estado de oxidación, ya sea que aumente (oxidación) o disminuya (reducción). Analizado de esta manera, se respeta el hecho de que las reacciones redox ocurren tanto en elementos o compuestos que forman enlaces iónicos, como en los que forman enlaces covalentes. Esto es importante porque quizá se formen compuestos por oxidación y reducción donde no se donen o se ganen por completo los electrones, como es el caso del enlace covalente.

Estas características de la formación de compuestos permiten explicar compuestos con los mismos elementos, pero en proporciones diferentes de átomos y, por tanto, con características químicas y físicas distintas, por ejemplo:

- Cloruro de cobre I ( $\text{CuCl}$ ) sólido de color blanco.
- Cloruro de cobre II ( $\text{CuCl}_2$ ) sólido de color verde amarillento.

Como ya mencionamos, las reacciones de óxido-reducción siempre se dan en forma simultánea, porque no puede existir una oxidación aislada, por fuerza debe existir una reducción a la par.

Hay muchos ejemplos de reacciones de óxido-reducción, algunas suceden en la naturaleza y forman parte de las reacciones químicas que sostienen la vida, como es el caso de la fotosíntesis y la respiración (figura 4.21).

En tu cuerpo ocurren muchas reacciones de este tipo: la respiración en cada una de tus células lo es. En la transmisión de impulsos nerviosos también interviene la óxido-reducción, así como en la transformación de una molécula cargada de energía, el ATP (adenosin trifosfato) en ADP (adenosin difosfato), liberando ésta para usarla en las funciones de tu organismo. El transporte del  $\text{O}_2$  y el  $\text{CO}_2$ , se debe a que la hemoglobina contenida en los eritrocitos de la sangre se oxida o se reduce y conduce el  $\text{O}_2$  que entra a los pulmones en cada inhalación, a las células y, de éstas, puede trasladar  $\text{CO}_2$  a los pulmones para ser desechado con cada exhalación (figura 4.22).



Fig. 4.21 En las hojas de las plantas ocurren múltiples reacciones químicas de óxido-reducción, entre ellas la fotosíntesis.



Fig. 4.22 La respiración es una característica de los seres vivos mediante la cual obtienen energía.



En equipos investiguen las siguientes preguntas y elaboren fichas de trabajo con la información obtenida:

- Hagan una lista de los objetos y materiales que hay en su casa y pueden corroerse.
- Investiguen en diversas fuentes, ¿qué se hace para evitar la corrosión? y ¿cuáles son los efectos en la atmósfera de los residuos que se emiten al ambiente como resultado de la combustión de los derivados del petróleo (gasolina, diesel y combustóleo), el carbón y el gas licuado?
- Dibujen una tabla con los resultados.

Con la información que obtuvieron hagan dos presentaciones electrónicas, una para cada tema (corrosión y combustibles) y preséntenla al grupo.

### Leer...

El petróleo en la vida cotidiana  
Entérate más acerca del uso de los hidrocarburos.  
Day, Trévor, *El petróleo en la vida cotidiana*, México, SEP-Instituto Mexicano del Petróleo, 2005.



**¡Manos a la Química!**

**¿Electricidad en un limón?**

**Introducción**

Una pila eléctrica basa su funcionamiento en reacciones de óxido-reducción, este fenómeno podrá aprovecharse para la generación de electricidad. Toda pila eléctrica tiene un electrolito disuelto en una solución acuosa y un par de electrodos con materiales capaces de ganar o ceder electrones, esto forma una corriente eléctrica que puede usarse para hacer funcionar un dispositivo. Muchos frutos y tubérculos pueden transformarse en una pila eléctrica, ya que en su interior hay agua y sustancias que hacen las veces de electrolitos, sólo es necesario agregar los electrodos adecuados.

**Necesitas:**

- Un limón grande
- Una lámina de cobre de 5 cm de largo y 1 cm de ancho
- Una lámina de cinc de 5 cm de largo y 1 cm de ancho
- Un cúter o una navaja
- 2 cables para conexión con caimanes
- Un voltímetro
- Un foco o led para una pila
- 20 ml de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 1%
- 20 ml de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 1%

**Precauciones:**

- Usa bata de laboratorio.
- Utiliza con sumo cuidado el cúter o la navaja.
- Cerciórate que la escala con que mide el voltímetro esté en el rango de 0 v a 1 v o de 0 v a 10 v.
- No consumas el limón después del experimento.

**¿Cómo hacerlo?**

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos.

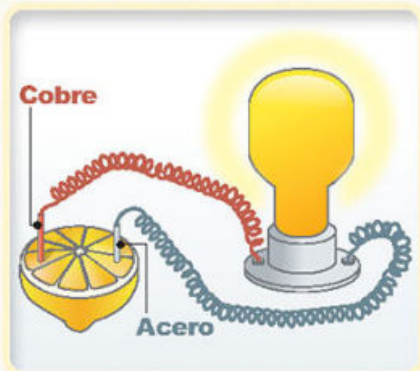
- 1) Hagan dos pequeños cortes sobre la cáscara del limón, separados unos 2 cm.
- 2) Inserten lo más profundo posible la lámina de cobre en uno de los cortes y la lámina de cinc en el otro, de manera que queden paralelas, calculando que no se toquen en su interior.
- 3) Cerciórense que parte de las láminas queden fuera del limón.
- 4) Conecten, con un cable para conexión, la lámina de cobre al polo positivo del voltímetro y con otro la lámina de cinc al polo negativo y observen qué pasa.
- 5) Conecten los cables al foco o led y observen lo que sucede.
- 6) Junten esfuerzos con el grupo, conecten los limones convertidos en pilas en serie y después al voltímetro y observen.
- 7) Conecten ahora los limones en serie a un foco y observen.

**Explica**

Elabora un reporte en el que contestes las siguientes preguntas. Puedes tomar algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte será parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Qué voltaje generó un limón?
2. Con la electricidad que generó un limón, ¿fue posible encender el foco? ¿Por qué?
3. ¿Qué voltaje generaron los limones en serie?
4. Con los limones en serie, ¿encendió el foco? ¿Con qué intensidad? ¿Por qué?
5. ¿Qué compuestos tiene el limón que funcionan como electrolito?
6. ¿Cuál de los elementos con que están hechos los electrodos se oxida y cuál se reduce? ¿Cómo lo sabes?
7. ¿Cuál sería la ecuación química que describa este experimento?

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.



**Para integrar**

Algunos productos caseros tienen un efecto oxidante y aprovechamos sus características químicas con fines prácticos.

Un ejemplo es el agua oxigenada, o peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), que se utiliza con varios fines; se puede usar como desinfectante en heridas, porque al reaccionar desprende oxígeno que mata a las **bacterias anaerobias**, algunas de ellas producen infecciones, como el tétanos; también se aprovecha su acción oxidante como fijador de los tintes para el cabello.

Otro caso es el hipoclorito de sodio (NaClO), cuyo principal uso es como blanqueador de ropa aunque además sirve como desinfectante porque ataca eficazmente a bacterias y hongos, e incluso se aplica para potabilizar el agua (figura 4.23).



Fig. 4.23 El blanqueador de ropa es hipoclorito de sodio diluido en agua.



TIC

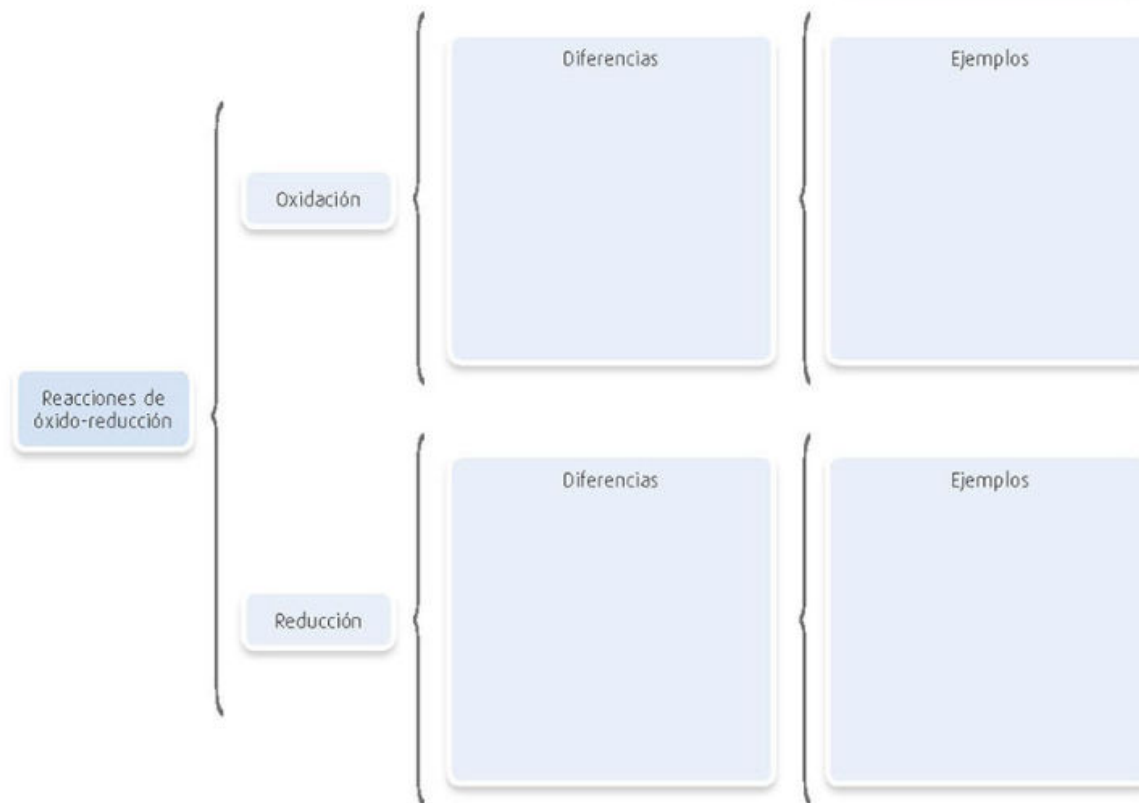
Conoce el uso y aplicación de otros agentes oxidantes en la página: <http://www.textoscientificos.com/quimica/inorganica/agentes-oxidantes> (Consultada el 4 de noviembre de 2016).  
Escribe cuáles de estos compuestos podrías usar en casa, en qué los aplicarías y el método que usarías, preséntalo al grupo y anéxalo a tu portafolio.



**Glosario**

**bacteria anaerobia.** Forma de vida bacteriana que sobrevive sin la presencia de oxígeno, éste es letal para la mayoría de ellas.

Complementa el siguiente cuadro sinóptico:



**Aprendizaje esperado:**

- Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.

### 4.3.2 Número de oxidación

En las reacciones redox ocurre un fenómeno interesante que se relaciona con los electrones de valencia de, al menos, dos de los elementos implicados en la reacción; como ya revisamos, se pueden ganar o ceder electrones, pero depende de las condiciones de la reacción y las propiedades de cada elemento si se ganan, ceden o comparten y la cantidad en que lo hacen.

Para entender este fenómeno es conveniente que recuerdes la organización de los elementos en la tabla periódica y el concepto de valencia que revisamos en el Bloque 2, así como el concepto de electronegatividad que estudiamos en el Bloque 3.



**Recordando conceptos básicos**

Consulta tus apuntes, portafolio y los contenidos de este libro correspondientes a los bloques 2 y 3; contesta brevemente en tu cuaderno las siguientes preguntas:

- ¿Qué características comparten los elementos que están en un grupo?
- ¿Qué características comparten los elementos que están en un periodo?
- ¿Qué es la valencia y cuál es su relación con la tabla periódica?
- ¿Qué es la electronegatividad?
- ¿Qué regularidad tiene la electronegatividad en la tabla periódica?



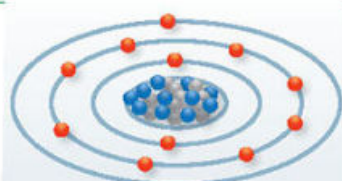
Como recordarás los enlaces se forman entre los electrones de valencia de los átomos; además, mientras más electronegativo es un elemento, más capacidad tiene para ganar electrones y cuando la diferencia de electronegatividad es mucha se forman enlaces iónicos, pero si esta diferencia es reducida lo que se forman son enlaces covalentes.

La mayor parte de la información que necesitas para determinar si entre dos elementos se puede formar un compuesto, la manera en que lo hacen y el resultado, así como sus características, las puedes consultar en la tabla periódica; asimismo, existe otro dato que te permitirá entender con claridad la dinámica de la formación de nuevos compuestos y las reacciones de óxido-reducción: se trata del número de oxidación.

El número de oxidación y el estado de oxidación están relacionados, muchos de los átomos pueden encontrarse en forma elemental, como no ganan ni pierden electrones de esta forma, su estado de oxidación es cero o neutro; es decir, tienen el mismo número de protones que de electrones.

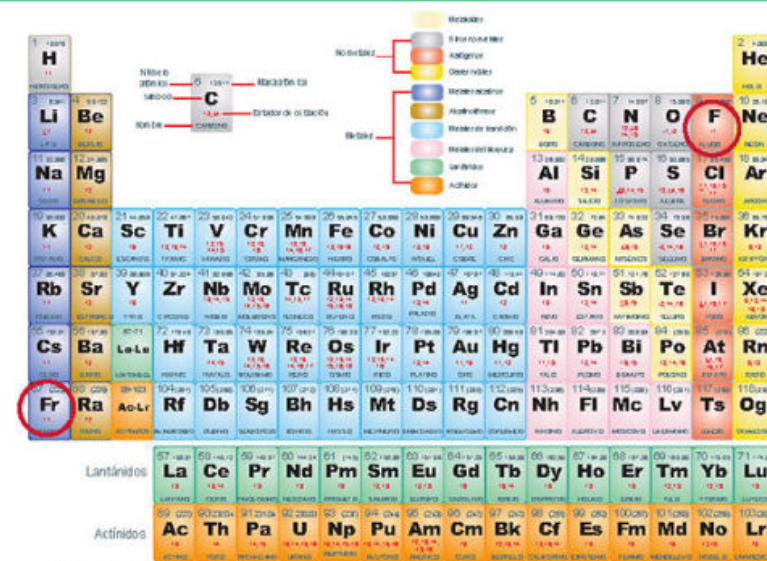
Si un átomo se combina puede ganar o ceder electrones, tantos como los enlaces que forme, y su estado de oxidación ya no será cero, ahora será un número correspondiente a los enlaces que forma, con un signo negativo si ganó electrones y con uno positivo si los cedió. Estos números que están registrados en la tabla periódica, reciben el nombre de números de oxidación, e indican cuántos enlaces puede formar cada átomo y si gana o pierde electrones (figura 4.24).

**Átomo de sodio**



- Protón: 11
- Electrón: 11
- Neutrón: 12

**Fig. 4.24** Los átomos de sodio sin combinarse tienen la misma cantidad de protones que de electrones, por ello su número de oxidación elemental es cero.



Fuente: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/> (consultada: 24 de enero de 2017).

**Fig. 4.25** El francio es el elemento menos electronegativo y el flúor el más electronegativo y se encuentran en extremos contrarios de la tabla periódica.

Algunos elementos, como los gases nobles que no son reactivos, sólo tienen al cero como número de oxidación; otros elementos, además del cero tienen otro número de oxidación como los elementos Alcalinos del grupo IA, todos ellos sólo pueden tener 0 y +1 como números de oxidación y algunos elementos más quizá tengan más de dos números de oxidación, incluso positivos y negativos. Es conveniente aclarar que, debido a que todos los elementos pueden tener al cero como número de oxidación, éste no se registra en la tabla periódica.

La electronegatividad es el principal factor que determina el número de oxidación con que se combinan los elementos; el átomo más electronegativo siempre es el que gana los electrones y, en consecuencia, su número de oxidación es negativo; de manera complementaria, los átomos menos electronegativos ceden electrones y su número de oxidación es positivo (figura 4.25).

Con algunas excepciones, la electronegatividad aumenta de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda en la tabla periódica, por tanto, los elementos de los primeros grupos siempre ceden sus electrones.

Los elementos del grupo VIIA, no son reactivos, no tienen electronegatividad y no están sujetos a este acomodo.

Al incrementarse la electronegatividad hasta cierto punto, también aumentan las posibles combinaciones y variaciones de los números de oxidación, por lo que no existe una relación directa entre la ubicación en la tabla y los números de oxidación de los elementos; debido a estas condiciones, muchos modelos de tablas periódicas incluyen los datos de electronegatividad y números de oxidación de los elementos.



**Glosario**

**gases nobles.** Elementos del grupo VIII A de la tabla periódica, se caracterizan por no reaccionar para formar compuestos y cuando lo hacen, el resultado es muy inestable.



**Electronegatividad y número de oxidación**

Vamos a buscar una regularidad en la relación que hay entre el número de oxidación; para ello, necesitas tener a la mano tu tabla periódica y tu cuaderno:

- Consulta tu tabla periódica y en tu cuaderno elabora una lista de los elementos que tienen tres o más números de oxidación, sin importar si son negativos o positivos.
- Escribe los números de oxidación de cada elemento.
- Escribe en tu lista la electronegatividad de cada elemento que anotaste.



Analiza los datos luego de contestar:

- ¿Apareció algún elemento de los grupos I, II y III?, ya sean A o B, ¿cuál crees que es la razón?
- ¿En qué grupos se encuentran la mayoría de estos elementos?, ¿qué relación tiene con la valencia?
- ¿Cuál es la electronegatividad que más se repite?
- Si haces un promedio, ¿cuál es la electronegatividad?
- ¿Se parecen ambos datos?, ¿a qué crees que se deba?
- ¿Por qué no aparecen el flúor ni el oxígeno?
- ¿Qué elementos presentan números de oxidación negativos?, ¿por qué?
- Con base en tus observaciones, ¿cuál consideras que es la relación entre el número de oxidación y la electronegatividad?

Comenta tus respuestas en sesión grupal, escribe las conclusiones en varios incisos y elabora un cartel con éstos mismos para exponerlo en el salón. Pide a tu profesor que lo evalúe.

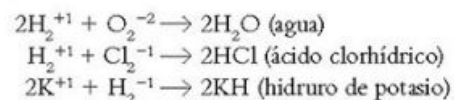
#### Aprendizaje esperado:

- Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.

### Reglas del número de oxidación

La dinámica de los números de oxidación tiene una serie de reglas básicas que es preciso comentar y explicar.

1. Todos los átomos, sin estar combinados, tienen un número de oxidación cero; por ejemplo: azufre (S), oro (Au) y antimonio (Sb). En esta condición no influye la electronegatividad ni la posición en la tabla periódica.
2. El hidrógeno es el único elemento que, a pesar de ubicarse en el primer grupo de la tabla periódica, tiene una electronegatividad mediana, por lo que su número de oxidación es +1 en la mayoría de los compuestos que forma, excepto cuando se une a metales y forma hidruros, donde su número de oxidación es -1. Por ejemplo:



3. El número de oxidación del oxígeno es -2 casi en todas sus combinaciones, con excepción de los peróxidos donde es -1, porque se encuentra en la parte superior del grupo VIA.

En el raro caso de que se combine con el flúor, el número de oxidación del oxígeno es de +2, ya que éste es el único elemento más electronegativo que el oxígeno y siempre se combina con el número de oxidación de -1; ambos elementos son los no-metales más reactivos y oxidantes, mientras que su electronegatividad es significativamente mayor a la de los demás elementos (figura 4.26). Por ejemplo:

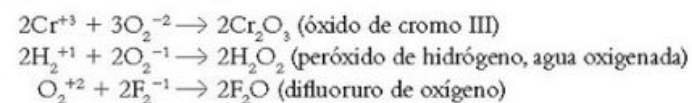


Fig. 4.26 El flúor es un gas de color amarillo pálido muy reactivo, nunca cede electrones y combinado con sodio se usa en los dentífricos para prevenir las caries.



#### Las propiedades del oxígeno

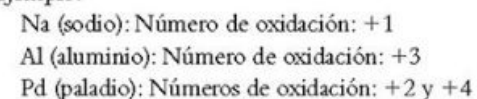
El oxígeno es uno de los elementos más abundantes en nuestro planeta, ya sea en forma libre o en una enorme diversidad de compuestos; investiga algunas de sus propiedades:

Consulta en otros libros y en internet los siguientes aspectos:

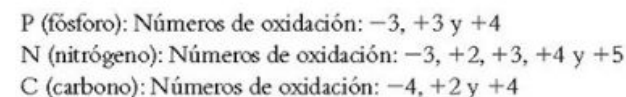
- ¿Cuáles son las propiedades químicas y físicas del oxígeno?
- ¿En qué tipo de compuestos está presente el oxígeno?
- ¿Qué relación hay entre la electronegatividad y otras características del oxígeno para ser uno de los mejores oxidantes?

Concentra tus datos en una monografía ilustrada en una hoja tamaño carta y pégala unos días en la pared del salón, para que todo el grupo las observe, después guárdala en tu portafolio de evidencias.

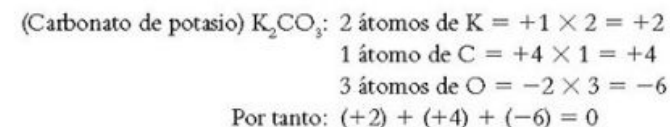
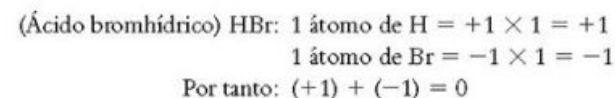
4. Los metales tienen número de oxidación positivo, con excepción del antimonio que puede tener -3, debido a su baja electronegatividad y, como recordarás éstos se ubican en la parte izquierda de la tabla periódica (figura 4.27). Por ejemplo:



5. Los no-metales que se ubican a la derecha en la tabla periódica, tienen número de oxidación negativo si se combinan con metales, positivo si lo hacen con el oxígeno, que es más electronegativo (figura 4.28). Por ejemplo:



6. Cuando ya se ha formado un compuesto, la suma aritmética de los números de oxidación de los átomos que lo conforman, siempre es cero. Por ejemplo:



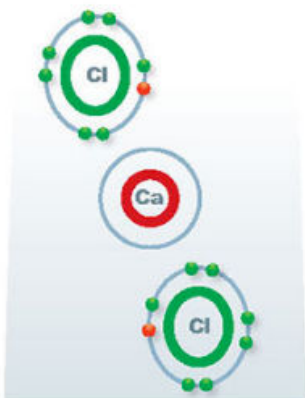
7. Los iones o radicales también tienen un número de oxidación que se calcula sumando aritméticamente los números de oxidación de los átomos que lo componen.



Fig. 4.27 El uso de los metales es frecuente en todas nuestras actividades.



Fig. 4.28 Los no-metales están presentes en todas las sales, como la sal común (cloruro de sodio) y el bicarbonato de sodio.



Por ejemplo:

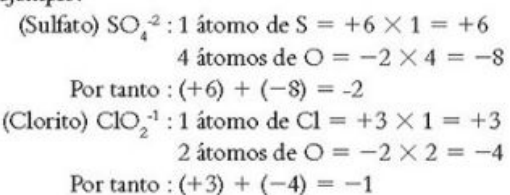


Fig. 4.29 En el cloruro de calcio, el átomo de calcio cede dos electrones y cada uno de los átomos de cloro gana uno; el balance total es cero.



**Los iones o radicales y su número de oxidación**

Consulta tu tabla periódica y calcula el número de oxidación de los siguientes iones o radicales:

Nombre	Fórmula	Núm. de oxidación	Nombre	Fórmula	Núm. de oxidación
Clorato	$\text{ClO}_3$		Nitrito	$\text{NO}_2$	
Bromito	$\text{BrO}_2$		Fosfato	$\text{PO}_4$	
Yodato	$\text{IO}_3$		Carbonato	$\text{CO}_3$	

Transcribe tu ejercicio en una ficha de trabajo, compárala con la de tus compañeros, corrígela si es necesario. Entrégala a tu profesor para que la evalúe y guárdala en tu portafolio de evidencias.

Existen muchas reacciones químicas como las que hemos revisado a lo largo del curso, pero las de óxido-reducción se caracterizan porque el número de oxidación de algunos átomos cambia, por ello, para averiguar si una reacción es redox, basta con analizar la ecuación y los números de oxidación de los reactivos y los productos.

Analicemos un ejemplo. En el aire se encuentran mezclados varios gases, entre ellos el nitrógeno y el oxígeno, en condiciones normales no se combinan, pero si están a altas temperaturas reaccionan y forman monóxido de nitrógeno, que eventualmente puede formar ácido nítrico.

En la actualidad, este proceso de reacciones constituye un problema ambiental, porque hay millones de motores automotrices y otros productos tecnológicos que funcionan a altas temperaturas y al estar en contacto con los gases de la atmósfera producen cantidades altamente tóxicas de monóxido de nitrógeno (NO), que también es un gas y se mezcla con el aire; se trata de un compuesto muy reactivo y al estar en presencia de oxígeno atmosférico se transforma en dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) (figura 4.30).

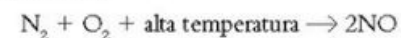
Tanto el monóxido como el dióxido de nitrógeno son importantes contaminantes de la atmósfera, pero aún puede darse un cambio más: el dióxido



Fig. 4.30 Una parte de los gases que emiten los automóviles al ambiente es monóxido de nitrógeno.

de nitrógeno reacciona con el agua al caer lluvia y se transforma en monóxido de nitrógeno y, lo más importante, ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), que disuelto en el agua de lluvia contamina el suelo (figura 4.31).

Veamos los cambios químicos que ocurren con sus ecuaciones:



El número de oxidación del nitrógeno antes de la reacción es cero y después es +2, perdió dos electrones por lo que se oxidó, mientras que el oxígeno pasó de cero a -2, porque ganó los dos electrones del nitrógeno y se redujo; debido a esta situación la reacción es de óxido-reducción.

El segundo evento que ocurre es la oxidación del monóxido de nitrógeno:



El número de oxidación del nitrógeno pasa de +2 a +4, pierde dos electrones más y la oxidación aplica, mientras que el oxígeno atmosférico pasa de cero a -2 y se reduce: ésta también es una reacción redox.

En el último evento de la serie se forma el ácido nítrico:



En este caso la reacción es de óxido-reducción, el nitrógeno que forma al ácido nítrico pierde un electrón más y llega al máximo de oxidación, porque pasa de +4 a +5, mientras que el nitrógeno que forma al monóxido de nitrógeno se reduce, porque pasa de +4 a +2 con lo que gana dos electrones.



Fig. 4.31 El ácido nítrico es sumamente corrosivo, tanto que se usa para el grabado artístico de metales.

**Curiosidades**

Hace algunos años se agregaba azufre a la gasolina para los automóviles como antidetonante, lo cual incrementaba la formación de lluvia ácida con óxidos de azufre, por lo que se optó por cambiar los compuestos antidetonantes, pero aún quedaba la gran cantidad de óxidos de nitrógeno emitidos. Por ello se dotó a los automóviles modernos con un convertidor catalítico que reduce dichas emisiones, su vida es limitada y debe sustituirse con regularidad.



**¡Manos a la Química!**

**Elabora un ácido**

**Introducción**

Un ácido oxigenado se caracteriza por tener hidrógeno y oxígeno en su molécula, y se puede obtener en el laboratorio por medio de una serie de reacciones redox.

**Necesitas:**

- Un matraz Erlenmeyer de 600 o 1000 ml con tapón de hule
- Campana de desprendimiento
- Mechero bunsen
- Azufre en polvo

- Una cucharilla de ignición
- 50 ml de agua
- Un vaso de precipitados de 100 ml con agua
- Tiras de papel pH

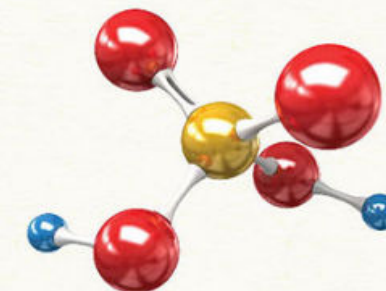
**Precauciones**

- Usa bata de laboratorio.
- Ten cuidado con el fuego.
- Evita respirar los gases que salen de la cucharilla de ignición.

**¿Cómo hacerlo?**

Trabaja con tus compañeros de clase en equipos.

- 1) Coloquen una pequeña muestra del polvo de azufre en la cucharilla de ignición.



- 2) Preparen el matraz Erlenmeyer con los 50 ml de agua.
- 3) En la campana de desprendimiento enciendan el mechero bunsen y acerquen la cucharilla con azufre.
- 4) Cuando el azufre cambie de color y desprenda gases amarillentos retiren la cucharilla del fuego e introdúzcanla en el matraz sin que toque el agua; esperen a que se llene del gas que desprende el azufre.
- 5) Retiren la cucharilla del matraz y tápenlo para evitar que se pierdan los gases; al mismo tiempo sumerjan la cucharilla en el vaso de precipitados con agua para detener la reacción.
- 6) Agiten el matraz para poner en contacto el agua con los gases del azufre hasta que se diluyan por completo.
- 7) Ahora tienen una solución de ácido sulfúrico; para comprobarlo usen una de las tiras de papel indicador de pH y observen lo que pasa.

► **Explica**

El proceso es similar al que se describió antes para la formación de ácido nítrico, puedes usar dicha información como referencia. Elabora un reporte donde contestes las siguientes preguntas. Toma algunas fotografías del procedimiento para ilustrarlo. Este reporte es parte de tu portafolio de evidencias ¡Manos a la Química!

1. ¿Qué compuesto se pudo haber formado al exponer el azufre al fuego?
2. ¿Cuáles fueron las reacciones que observaste?; anota las ecuaciones con ayuda de tu profesor.
3. Con base en tus ecuaciones identifica los átomos de los elementos que se oxidaron y los que se redujeron.

Recuerda incluir las referencias de las fuentes de información que consultes. Entrega tu reporte al profesor para que lo evalúe.

**Para integrar.**



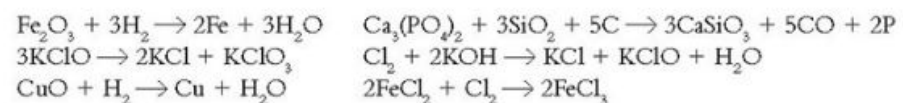
Fig. 4.32 El conocimiento químico de las reacciones redox se puede aplicar para auxiliar a las autoridades.

Un ejemplo de la aplicación práctica de las reacciones redox al servicio de las leyes es el uso del alcoholímetro (figura 4.32). Una buena cantidad de los accidentes automovilísticos se deben a que algunas personas conducen bajo los efectos del alcohol, por lo que se han creado leyes para poner un límite a la cantidad de bebidas alcohólicas que pueden ingerir los conductores en la Ciudad de México, que es de 0.40 mg/l de alcohol en la sangre, para medirla se usa un instrumento basado en reacciones de óxido-reducción.

La técnica consiste en hacer pasar por un aparato una determinada cantidad de aire exhalado por los pulmones; este dispositivo contiene una disolución de dicromato de potasio, de color naranja, que en presencia de alcohol se reduce a iones Cr<sup>3+</sup>, de color verde, mientras que el etanol se oxida y forma ácido acético. La cantidad de dicromato está calibrada para reaccionar por arriba del límite permitido, así que si cambia el color, el conductor se hace acreedor a una sanción.

**Para concluir**

Obtén los números de oxidación y subraya con un color los que se oxidan y con otro los que se reducen.



Compara resultados con tus compañeros.



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

La dinámica de las reacciones químicas está muy ligada a nuestras actividades diarias, desde el mantenimiento de la vida, ya que de las transformaciones químicas depende el flujo de materia y energía que necesitamos todos los seres vivos para prevalecer; asimismo, el equilibrio de los ecosistemas depende, en buena medida, de que el conjunto de cambios químicos que da en ellos sea el adecuado. De la transformación química también dependen nuestras sociedades tecnológicas, ya sea para la elaboración de productos, su deterioro, o el impacto ambiental que la aplicación de la tecnología provoca en el medio.



Fig. 4.33 La corrosión es un problema grave en regiones húmedas y/o cercanas a grandes cuerpos de agua, como los mares.

**Planea tu proyecto. Inicio**

Intégrate con tu equipo de trabajo y recopilen la información contenida en sus portafolios, cuaderno de trabajo y en particular las investigaciones bibliográficas que han hecho a lo largo del Bloque.

Con base en la información disponible, discutan y elijan entre las siguientes preguntas cuál será eje de su trabajo de proyecto:

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

Como en proyectos anteriores, la elección de la pregunta eje de su trabajo debe responder a sus propias inquietudes y a las posibilidades con que cuentan para elaborar las propuestas que les permitan resolver uno o varios problemas personales, familiares o de la comunidad. Las siguientes preguntas les pueden servir de guía para elegir el tema y para reflexionar. También pueden investigar en libros, revistas científicas o de divulgación, en internet o consultar especialistas para plantear otras y responderlas. Les sugerimos usar la siguiente tabla como referencia:



Fig. 4.34 El uso de combustibles tiene consecuencias graves, en especial en las ciudades donde se concentran en grandes cantidades.

Pregunta	Respuesta	Fuente de información
¿Existen problemas importantes de corrosión de materiales en su entorno?, ¿cuáles?		
¿Cuáles son los productos químicos derivados de la combustión que dañan el ambiente?		
¿El uso de combustibles es un problema ambiental en su comunidad?, ¿por qué?		
¿Qué métodos se usan para combatir la corrosión de los materiales?		
¿Qué combustibles se usan en su comunidad?		
¿Qué alternativas económicas y amigables con el ambiente hay para evitar la corrosión de los materiales?		
Con el fin de proteger al ambiente, ¿qué alternativas de ahorro de combustible, así como de uso de nuevas fuentes de energía, es posible aplicar en su comunidad?		
¿Qué podrían lograr en su comunidad en caso de elegir uno u otro tema?		
En caso de que ninguno de los dos temas les satisfaga, ¿qué pregunta relacionada con el Bloque podrían plantear como eje del proyecto?		
¿Por qué y para qué elegirían cada pregunta eje?		

Consideren preguntas pertinentes para que, a partir de discutir, elijan adecuadamente su pregunta eje o tema del proyecto.

Ya que han elegido su tema, es preciso tomar en consideración el tipo de proyecto que harán, recuerden que pueden hacer un proyecto científico, tecnológico o ciudadano, y esto depende del resultado de su discusión y del acuerdo que logren. En esta discusión deben ponerse de acuerdo en las ventajas, desventajas y aportaciones que pueden hacer a la comunidad; usen la siguiente tabla como guía:

Tipo de trabajo	Ventajas	Desventajas	Aportaciones posibles
Científico			
Tecnológico			
Ciudadano			



Fig. 4.35 En el trabajo por equipo, la opinión de todos es relevante.

Una de las ventajas de elegir el tema y el tipo del proyecto de la forma en que se propone es que lo deciden de manera informada, lo que genera una hipótesis de trabajo con un sustento teórico y determina los propósitos que guiarán la respuesta a sus inquietudes.

Para plasmar con claridad la hipótesis y los propósitos en el proyecto es conveniente elaborar preguntas que los ayuden a determinar lo que necesitan saber y qué quieren aportar, considerando un contexto de desarrollo sustentable.

#### Planea tu proyecto. Desarrollo

Para planear las actividades es indispensable elaborar un cronograma de trabajo, ya que les permitirá organizar las actividades relacionadas con el proyecto, el tiempo que requieren para establecer la secuencia que van a seguir. No pierdan de vista que sólo cuentan con dos semanas para realizarlo.

Sugerimos usar la siguiente tabla como guía para asignar las actividades, establecer el tiempo de realización y definir responsables en cada caso:

Cronograma del proyecto				
Pregunta eje y nombre del proyecto:				
Integrantes del equipo:				
Etapa del trabajo	Aspectos a cubrir	Actividad	Tiempo de realización	Responsables
Inicio	Elección del tema	Investigación y discusión		
	Elección del tipo de trabajo	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de hipótesis	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de propósitos	Discusión y acuerdos		
Desarrollo	Investigación bibliográfica	Investigación en diversas fuentes		
	Diseño de las actividades necesarias	Escribir el diseño con las preguntas: ¿qué hacer? ¿cómo hacerlo? ¿con qué se hará? ¿cómo conseguir los materiales? ¿cuál es el costo?		
	Diseño de instrumentos para la obtención y el análisis de resultados	Elaborar tablas, gráficas y modelos		

Etapa del trabajo	Aspectos a cubrir	Actividad	Tiempo de realización	Responsables
Cierre	Análisis de resultados	Discusión		
	Validación de hipótesis	Comparación de la hipótesis con los resultados		
	Obtención de conclusiones	Discusión y acuerdos		
	Comunicación	Instrumento acordado por el grupo		
	Evaluación del proyecto	Análisis de los aspectos del trabajo		
	Autoevaluación	Análisis de la participación personal		

Durante el desarrollo del proyecto realizarán actividades diferentes; unas son generales y otras dependen del tipo de trabajo, así como del tema mismo.

Por ejemplo, si decidieran desarrollar el tema de la corrosión y un proyecto científico, entonces será necesario documentarse acerca de cuáles son los procesos químicos y físicos relacionados con este fenómeno, así como la efectividad de varias opciones para detenerla; así podrían planear una investigación en la que pongan a prueba varios métodos para evitarla.

Con el mismo tema, pero con un proyecto ciudadano, es probable que tuvieran que hacer una encuesta entre la población afectada por el proceso de corrosión, las pérdidas económicas asociadas y los beneficios de aplicar un método de prevención.

Para obtener la mejor información y orientarla debidamente, requieren elaborar preguntas que les permitan concretar lo que quieren y necesitan saber.

Con base en la información, pueden diseñar las actividades, los experimentos y productos que obtendrán como parte de los propósitos que se han planteado.

Esta parte es elemental, porque en ella se diseña y planifica. Es decir, se trata de decidir cómo se cumplirán los propósitos.

Al igual que la investigación bibliográfica, esta parte del trabajo depende del tema, del tipo de trabajo elegido y de los propósitos. Cada actividad está encaminada a resolver un problema o cuestionamiento específico. En un proyecto científico, por ejemplo, cada experimento se debe diseñar con las particularidades del caso que se atiende, así como de las condiciones y los recursos con que se cuenta. Una propuesta de desarrollo tecnológico debe cumplir con ciertos parámetros, como la efectividad, durabilidad, permanencia y con un análisis de costo-beneficio. En un proyecto de corte ciudadano es necesario considerar las condiciones particulares de la comunidad a la que se dirige, para que resuelva problemas sociales y concientice a la población para cambiar hábitos y costumbres hacia prácticas sustentables y económicas.

Otros aspectos son las tareas que corresponden a cada uno de los integrantes del equipo para aprovechar al máximo las aptitudes y habilidades individuales, anotar los recursos que se necesitan y la forma de conseguirlos; deben votar por usar materiales de reúso o reciclados, con la finalidad de abatir costos y ser coherentes con una actitud sustentable.

Una parte del desarrollo es la obtención de resultados, para lo que es necesario que tengan claro qué datos resultarán, las características de los modelos o prototipos que pondrán en práctica y la manera en que analizarán. Es aconsejable que prevean cómo van a capturar los resultados y dibujar las tablas con los datos necesarios, y partir de la información que contengan para diseñar gráficas y modelos.



Fig. 4.36 En los trabajos científicos es indispensable que los experimentos respondan a la hipótesis.



Fig. 4.37 En los trabajos ciudadanos es necesario informar y concientizar a la población.



Fig. 4.38 Los proyectos requieren las habilidades particulares de los integrantes del equipo.

Con toda la información integrada a disposición del equipo lograrán analizarla, examinarla y reflexionar si han logrado sus propósitos, si su hipótesis de trabajo fue válida y argumentar qué elementos tienen para inferir que fue así; también pueden especificar cuáles son sus expectativas a futuro y en qué medida la propuesta permitirá aprovechar los recursos energéticos de manera racional.

Por ejemplo, si eligieron la pregunta ¿cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?, y decidieron hacer un trabajo de tipo científico donde harán varios experimentos, el tipo de resultados que pueden recabar son evidencias visuales del desarrollo de los experimentos, tablas en las que se especifiquen cuáles fueron los productos que se obtuvieron, en qué cantidad y cuáles son altamente contaminantes, como el CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO, por ejemplo; presentar gráficas que describan los fenómenos abordados y que permitan proyectar a una escala más amplia los resultados de la investigación que iniciaron. Es útil una tabla como la siguiente:

Tipo de combustible	Productos que origina al quemarse	Efectos en el ambiente	Subproductos que se generan
Carbón			
Gasolina			
Diesel			
Gas doméstico			



Fig. 4.39 Reutilizar materiales en el proyecto es parte de la sustentabilidad.

Por otro lado, si eligen la misma pregunta, pero con un proyecto ciudadano, los resultados que obtendrán serán diferentes; puede ser que evalúen la cantidad de personas que cambian su actitud y ahorran energía; esta información podría ser arrojada en los resultados de una encuesta, luego concentrar la información en tablas y elaborar gráficas para que la información sea clara y directa; para ello, podrían usar una tabla como ésta:

Tipo de combustible	Personas que lo usan	Alternativas de ahorro	Alternativas de combustible
Carbón			
Gasolina			
Diesel			
Gas doméstico			

Cada proyecto requiere planeación y un desarrollo particular bien definido.

**Planea tu proyecto. Cierre**

Terminar convenientemente las actividades de su proyecto implica: el análisis de resultados para que, a partir de ellos, puedan obtener conclusiones; revisar si se cumplieron los propósitos y poder argumentar las razones de uno u otro resultado. Los resultados también les permiten validar o rechazar la hipótesis de trabajo, y hacer novedosas propuestas a futuro.

El análisis de los resultados se hace a partir de las tablas y gráficas, de la evaluación de los modelos, el funcionamiento y el éxito de un producto tecnológico o de los logros obtenidos.

Para el análisis de resultados en una propuesta ciudadana, te puedes guiar con una serie de preguntas, como las mencionadas en bloques anteriores. Con las respuestas es posible emitir una o varias conclusiones; recordar de las conclusiones, si se logró la hipótesis y los propósitos que fueron el punto de partida para realizar el proyecto.

Toda investigación, descubrimiento, opinión o propuesta carece de valor si no se comunica; es preciso acordar con los demás equipos la forma en que darán a conocer los resultados de sus proyectos. Como lo mencionamos en otros bloques, existen diversas formas de hacerlo.

Debido a la importancia de los temas se aconseja comunicar los resultados, se amplíe a la comunidad escolar y, de ser posible, a la localidad donde viven; para ello se sugiere:

- Comunicación mediante un panel de especialistas.
- Comunicación mediante un blog en internet.

En el primer caso se requiere de una organización especial, ya que tendrán que invitar a diversas personas de la comunidad escolar, otros estudiantes, maestros de otros grupos y asignaturas, directivos escolares, personal de mantenimiento, padres de familia, y si desean pueden abrir la invitación al público en general.

Un panel se caracteriza porque se organiza una mesa con la presencia de varios especialistas en el tema que se trata, un moderador y un público que escucha y que ocasionalmente puede participar con comentarios y preguntas.

En caso de que elijan este método, deberán tener claro que los especialistas son ustedes, pero no pueden participar todos en la mesa, por ello deben elegir a un representante por equipo. Cada especialista tendrá un tiempo para exponer sus puntos de vista, por lo que deberán redactar un texto que resuma los aspectos de su proyecto, con recomendaciones de solución a problemas relacionados con la corrosión de los materiales y el uso de combustibles, sustentados en las reacciones químicas asociadas.

Al finalizar la intervención de los especialistas, el moderador (puede ser el profesor) hará preguntas que generen polémica y cada especialista podrá abordarlas desde su personal punto de vista, después de este momento, el público podrá intervenir con comentarios y preguntas.

Para organizar un panel requieren un espacio más amplio que el salón de clases y un horario adecuado para el público; por ello, el lugar donde se organizará el panel, será el primer recurso que conseguir y deberá contar con un área donde se colocará la mesa de los panelistas, sillas para el público, si es necesario un equipo de sonido y proyección de imágenes, si así lo han organizado. La siguiente tarea será determinar el formato del evento, que debe ser ágil para captar el interés de las personas. El formato del evento consiste en determinar los tiempos y éstos dependen de las personas que participarán y la cantidad de intervenciones. Los momentos esenciales son:

- Bienvenida y presentación por el moderador.
- Introducción a cargo del moderador.
- Intervenciones de los panelistas.
- Etapa de polémica.



Fig. 4.40 La elaboración de gráficas es importante en el proceso de análisis de resultados.



Fig. 4.41 La comunicación de un trabajo es conveniente para difundir la información.



Fig. 4.42 En un panel de especialistas se reúnen personas expertas para emitir sus opiniones y descubrimientos.



Fig. 4.43 En un panel, es relevante la intervención del público.

- Preguntas y comentarios del público.
- Conclusiones y despedida por el moderador.

Otra sugerencia para comunicar su trabajo es mediante un blog en internet. En este caso es preciso que un equipo o el profesor se encargue de crear y administrarlo, existen varias opciones para hacerlo, una de ellas está en: [www.blogspot.com](http://www.blogspot.com). (Consultada: 4 de noviembre de 2016).

En este blog cada equipo emite los resultados de su trabajo y genera una discusión a partir de preguntas que proponga el administrador; este método es práctico, porque los relaciona; sin embargo, puede tardar en generarse una discusión, por lo que los principales participantes deben ser ustedes. Es necesario que promuevan la visita del sitio entre familiares, amigos, vecinos y conocidos.

En este momento es que se evalúan los logros del proyecto, los avances personales, los aprendizajes nuevos y las habilidades que se han adquirido.

La evaluación no es la calificación que recibirán por este trabajo, se trata de determinar los logros obtenidos durante el proyecto, si su propuesta, investigación o producto tecnológico fueron eficientes y porque, si son viables y las características que lo permiten, y si tiene algún impacto en el mejoramiento del ambiente, así como cuáles son las expectativas que se esperan.

La evaluación implica muchos aspectos, por ello la mejor manera de recabar los datos que permitan hacerla es mediante la elaboración de tablas y rúbricas, donde se separen y especifiquen los aspectos que se tomarán en cuenta, y que es factible agrupar en categorías que respondan a los diferentes espacios del proyecto.

Para evaluar con claridad cada espacio del proyecto y sus aspectos, es posible hacer preguntas específicas para el tema y tipo de proyecto, cuya respuesta sea concreta y permita hacer una reflexión o justificación.

Recuerden que cada aspecto a evaluar puede abordarse desde diferentes puntos de vista, por lo que es conveniente hacer la cantidad y tipo de preguntas pertinentes que les permita tener una idea precisa de los logros durante el proyecto, los errores en que incurrieron, los problemas a los que se enfrentaron, cómo los resolvieron, lo que tienen que mejorar, los beneficios que han obtenido

en lo personal y en equipo, así como los aportes que hicieron a la comunidad y la aplicación práctica de los conocimientos que han adquirido en el desarrollo del Bloque.



Fig. 4.44 Los medios electrónicos de información y comunicación permiten la interacción entre las personas.



**TIC**

Con la finalidad de que tengas una guía para elaborar un blog, visita la dirección: <http://www.slideshare.net/MymalEe/como-hacer-un-blog-utilizando-wordpress> (Consultada: 4 de noviembre de 2016).

**Leer...**

Química mexicana  
La química en nuestro país ocupa un lugar muy importante, entérate cuál es leyendo la obra.  
Chamizo, José Antonio, *Química mexicana*, México, SEP-CONACULTA, 2003.



Fig. 4.45 Parte del proceso de evaluación es reflexionar acerca de nuestra actitud y participación en el trabajo.

# Evaluación

Lee atentamente el siguiente texto:

Lectura

## Estudio de caso – Acidificación de El Tajín, México

Ubicado en el actual municipio de Papantla de Olarte, en Veracruz, El Tajín fue una de las ciudades más importantes de la zona del golfo mesoamericano. Su sitio arqueológico alberga construcciones que se remontan al año 100 n.e. La ciudad alcanzó su mayor esplendor y máxima extensión de 600 a 1150 n.e.

Humberto Bravo Álvarez y un equipo de la sección sobre contaminación ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera, de la Universidad Nacional Autónoma de México, estudian los efectos de la lluvia ácida en los sitios arqueológicos e históricos de El Tajín. Del 18 de agosto de 2002 al 9 de abril de 2003 recolectaron 40 muestras de lluvia en ese lugar y aplicaron análisis de trayectoria atmosférica a cada muestra de precipitación con el objeto de determinar las rutas de transporte aéreo correspondientes a las precipitaciones. Los modelos de trayectoria sirven para identificar las regiones viento arriba (a barlovento) con probabilidades de contribuir a la concentración de contaminantes en los receptores a sotavento.

Los análisis indican que 85% de los eventos de precipitación para los que se tomaron muestras en El Tajín correspondieron a lluvia ácida (pH < 5.62). El análisis de la trayectoria inversa de estos fenómenos de acidez registró una gran variación, lo que indica que no hubo preferencia direccional aparente para el transporte durante tales eventos y sugiere la importancia de las fuentes locales. La zona arqueológica de El Tajín está rodeada de posibles fuentes de precursores de lluvia ácida a través de industrias que queman petróleo con un elevado contenido de azufre (como centrales eléctricas y refinerías). Estas fuentes e incluso las más distantes podrían ser generadores nocivos de la acidez de la lluvia en El Tajín.



Fig. 4.46 Pirámide de los Nichos, El Tajín, Veracruz, México. Foto: Luiz Castro. Tomado de: "El mosaico de América del Norte: panorama de los problemas ambientales más relevantes": <http://www3.cec.org/islandora/es/item/2349-north-american-mosaic-overview-key-environmental-issues-es.pdf> (Consultada el 22 de enero de 2017).

Con base en el texto que leíste, elige la respuesta correcta en cada caso.

- ¿Cuál es el objeto de estudio de Humberto Bravo y su equipo?
  - La acción de las corrientes de los ríos en la temporada de lluvia en El Tajín.
  - Los efectos del viento y los huracanes en la costa de Veracruz.
  - La acción del paso del tiempo en las zonas arqueológicas del estado de Veracruz.
  - Los efectos de la lluvia ácida en los sitios arqueológicos de El Tajín.
- Del 18 de agosto de 2002 al 9 de abril de 2003, el equipo de investigación recolectó 40 muestras de lluvia en El Tajín y aplicó análisis de trayectoria atmosférica a cada muestra.

Abajo se mencionan tres objetivos para hacer el análisis de trayectoria atmosférica, ¿para qué hicieron este análisis?

Encierra en un círculo Sí o No para cada una.

Objetivo	Corresponde a las razones para hacer el análisis
Determinar las rutas de transporte aéreo correspondientes a las precipitaciones.	Sí / No
Determinar el grado de acidez que alcanzaba el agua de lluvia que caía en el Tajín.	Sí / No
Determinar la cantidad de lluvia que caía en cada precipitación.	Sí / No

- En el análisis de las características químicas del agua de lluvia que caía en El Tajín, se detectaron ciertas condiciones que ocurren desde hace algunos años.  
Los investigadores a partir del análisis de la lluvia en El Tajín detectaron que:
  - La mayoría de las lluvias eran de escasa intensidad.
  - La mayoría de las muestras correspondía a lluvia ácida.
  - Todas las lluvias en la región eran abundantes.
  - Ninguna muestra presentó un pH ácido.
- Como resultado de la investigación del equipo de Humberto Bravo Álvarez, se obtuvieron algunas conclusiones con respecto al pH de las muestras de las precipitaciones.

En términos del artículo, ¿el pH de las muestras es ácido o neutro?

Elige la respuesta y la explicación que esté apoyada en el texto.

	¿El pH es ácido o neutro?	Explicación
A	Ácido	La presencia de contaminantes en El Tajín, se debe a que se producen en regiones muy distantes sin relación con el petróleo.
B	Ácido	Los contaminantes que caen en El Tajín provienen de industrias, aún muy distantes, que queman petróleo con un elevado contenido de azufre.
C	Neutro	A pesar de la presencia de industrias que queman petróleo con contenido de azufre, El Tajín está libre de contaminantes debido a la acción del viento.
D	Neutro	En la región de El Tajín las precipitaciones pluviales están libres de contaminantes, a pesar de la cercanía con industrias que usan azufre.

Evalúa tu desempeño escolar en el desarrollo del bloque; señala con una ✓ la opción que representa los logros de tu trabajo.

AUTOEVALUACIÓN					
	Indicadores	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
Autoevaluación	Las preguntas que planteo favorecen la integración de los contenidos estudiados.				
	Puedo relacionar los temas que estudio con otros que conozco y con sucesos cotidianos.				
	Comprendo sin problemas los contenidos que se abordan en clase.				
	Puedo identificar mis errores, dificultades y limitaciones, y propongo acciones para superarlos.				
	Soy ordenado y limpio en todos los trabajos y tareas que hago.				
	Analizo los resultados para obtener conclusiones.				
	Las conclusiones que obtengo surgen de la organización y del orden que doy a la información de la que dispongo.				
Coevaluación	Cuando necesito ayuda la pido a mi profesor o a mis compañeros.				
	Muestro respeto por la biodiversidad.				
	Expresa sus puntos de vista como una aportación para el análisis colectivo.				
	Es capaz de elegir la estrategia más conveniente entre varias que sugiere, para resolver situaciones problemáticas.				
	Elabora los instrumentos para el registro y ordenamiento de los datos que obtiene en las actividades.				
	Es capaz de escuchar, valorar y tomar en consideración las opiniones de los demás, aunque sean contrarias a las que piensa.				
	Es honesto con la veracidad de la información que maneja.				
Heteroevaluación	En las actividades por equipo participa activamente.				
	Muestra solidaridad con sus compañeros.				
	Muestra conductas de consumo responsable.				
	Previene enfermedades y accidentes en sus actividades.				
	Es capaz de aplicar sus conocimientos con el fin de resolver situaciones problemáticas.				
	Asiste a clase con todo el material que requiere.				
	Es capaz de explicar sus ideas y comunicarlas a sus compañeros para contrastarlas.				
Heteroevaluación	Ha planteado preguntas que le permiten integrar los contenidos que estudia al resolverlas.				
	Las hipótesis que plantea son congruentes y corresponden a las actividades y a los temas.				
	Analiza la información que obtiene de diversos medios, y selecciona sólo la relevante para llegar a los propósitos que se plantea.				
	Hace y termina satisfactoriamente todos sus trabajos.				
Heteroevaluación	Propone conductas sustentables.				
	En la realización de todas las actividades, manifiesta interés, curiosidad, creatividad e imaginación.				

# Química y tecnología

### Competencias que se favorecen:

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

### Aprendizajes esperados

- Plantea preguntas, realiza predicciones y, 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, para describir, explicar y predecir 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 la finalidad de que la comunidad escolar y familiar reflexione y tome decisiones relacionadas con el consumo responsable o el desarrollo sustentable.
- Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, tomando en cuenta la relación del costo con el impacto ambiental.





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



### Aprendizaje esperado:

- Plantea preguntas, hace predicciones y formula hipótesis para obtener evidencias empíricas y argumentar con base en los contenidos del curso.

La química, al igual que las otras ciencias, ha contribuido al desarrollo tecnológico de nuestra sociedad. Las investigaciones en este campo han generado un conocimiento profundo acerca del comportamiento y de las características de la materia, hasta el punto en que hemos sido capaces de transformar nuestro entorno y, como estudiaste, no siempre para beneficiarlo.

Hoy nos encontramos ante un enorme reto: lograr que las nuevas generaciones tengan la posibilidad de acceder a un mundo limpio, a recursos naturales y a condiciones de vida dignas.

Tú tienes la posibilidad de ser parte de esta transformación; eres capaz de tomar decisiones informadas y responsables acerca de los productos que debes consumir y evitar; sabes sobre los aspectos que puedes modificar e incluso puedes buscar soluciones a los problemas que aquejan a tu comunidad.

Los proyectos de este bloque te brindan una oportunidad nueva para colaborar con tus compañeros de equipo y, juntos, analizar problemas que les aquejan, razonar sobre las decisiones que pueden tomar; proponer alternativas para solucionar las problemáticas detectadas, así como concientizar a las personas con las que conviven, mediante la comunicación y la difusión de su trabajo de investigación, todo esto basado en el conocimiento científico.

La realización de este proyecto les permitirá aplicar los conocimientos que construyeron a lo largo del curso, al proponer estrategias que puedan repercutir en el bienestar de su comunidad. Para ello, te hacemos algunas sugerencias sobre cómo abordar los temas y una metodología que les permita lograr las metas que quieran alcanzar. A partir de estas sugerencias también pueden poner en práctica su creatividad y hacer una propuesta basada en una pregunta general que dé sentido a sus inquietudes y a sus aportaciones.

### Planea tu proyecto. Inicio

Como en los casos anteriores, intégrate con tu equipo de trabajo y recopilen la información contenida en sus portafolios, cuaderno de trabajo, libro de texto y en los resultados de proyectos anteriores.

Con base en tal información pueden elegir, una pregunta como eje de proyecto:

- ¿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 químicas 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?

Como en proyectos anteriores, la elección de la pregunta eje debe responder a las inquietudes personales y a las posibilidades para elaborar propuestas que permitan la resolución de problemas personales, de su familia o la comunidad. Discutan con el grupo cómo se quieren organizar; pueden elegir un solo tema y realizar el proyecto con enfoque diferente: científico, tecnológico y comunitario. Si cada equipo elige un tema diferente puede ser más enriquecedor, ya que los logros que alcancen serían más significativos, porque aportarían muchas más cosas a su desarrollo académico y, en consecuencia, a las condiciones de su comunidad.

Asimismo, la elección de las preguntas eje, debe ser fruto del análisis razonado, y no de la casualidad o el azar para que elijan el tema más acorde con sus inquietudes y posibilidades; recuerden que para contestarlas pueden consultar libros, revistas científicas o de divulgación, internet y especialistas en el tema. Les proponemos usar la siguiente tabla como guía.



TIC

Para conocer sobre el hule natural y el sintético, el proceso de extracción a partir del árbol *Hebea brasiliensis*, la vulcanización, y los usos y las aplicaciones del hule, consulta la página: <http://www.cientec.orcrf/pop/2007/MX:AdrianFuentes.pdf> (Consultada el 22 de enero de 2017).



Fig. 5.1 Las aportaciones de la química al conocimiento científico, pueden ser la clave para mejorar el ambiente.



Fig. 5.2 Los fertilizantes sintéticos enriquecen el suelo, pero también lo dañan.

### Leer...

Después del miedo, la ciencia  
Los científicos buscan respuestas enfrentando los misterios de la naturaleza, lee el libro y conoce algunas de las estrategias que han seguido.  
Régules, Sergio, *Después del miedo la ciencia*, México, SEP-Castillo, 2007.

Preguntas	Respuesta	Fuente de información
¿Cuáles son las características de los materiales elásticos?		
¿Qué materias primas se requieren para elaborar un material elástico?		
¿Qué usos le pueden dar a los materiales elásticos?		
¿Qué aportaciones ha hecho la comunidad científica de México al conocimiento químico?		
¿En qué se han aplicado estas aportaciones?		
¿Cómo se pueden usar estas aportaciones para mejorar la calidad de vida de su comunidad?		
¿Qué son los fertilizantes y plaguicidas?		
¿Qué tipos de fertilizantes y plaguicidas existen?		
¿Para qué se aplican los fertilizantes y plaguicidas?		
¿Cuáles son los daños que provocan los fertilizantes y plaguicidas?		
¿Qué alternativas existen para evitar el uso de los fertilizantes y plaguicidas?		
¿Hay fertilizantes y plaguicidas limpios? ¿Cuáles son y qué beneficios brindan?		
¿Qué son los cosméticos?		
¿Por qué son necesarios los cosméticos?		
¿Con qué materias primas se elaboran los cosméticos?		
¿Qué daños ocasiona la industria de los cosméticos al ambiente y a la salud?		
¿Qué opciones existen para fabricar cosméticos que no dañen al ambiente en su proceso de fabricación, distribución y comercialización?		
¿Qué materiales usaban las culturas mesoamericanas en sus actividades y hábitos cotidianos?		
¿Qué conocimientos lograron las culturas mesoamericanas acerca de la transformación y uso de la materia?		
¿Qué aportaciones hicieron las culturas mesoamericanas al conocimiento actual?		
¿Cómo participa la química en el desarrollo y la evolución de las manifestaciones artísticas?		
¿Qué aplicaciones prácticas, respecto al uso y manejo de los materiales, se deben al conocimiento de la química y se utilizan en las manifestaciones artísticas?		
¿Qué reacciones químicas se dan en la fabricación de los materiales que usan los artistas?		
¿Cuáles son los derivados del petróleo que se utilizan en la actualidad?		
¿Cuál es el daño que se hace al ambiente con el uso de materiales derivados del petróleo?		
¿Cuáles son los productos o las tecnologías alternativas que existen o pueden desarrollarse para evitar el uso de los derivados del petróleo y permitan mantener la calidad de vida de las personas?		
¿Cuáles son las ventajas de transformar los hábitos de consumo y evitar la utilización de productos derivados del petróleo?		
En caso de que ninguno de los dos temas les satisfaga, ¿qué pregunta relacionada con el Bloque podrían plantear como eje de su proyecto?		
¿Por qué y para qué elegirían cada pregunta eje?		

Como pueden notar, la diversidad de preguntas que pueden hacer es amplia; por ello, deben hacer las preguntas que estén de acuerdo con los resultados que quieren obtener. Con base en lo anterior, la problemática que quieran abordar y los conocimientos adquiridos en los bloques anteriores, deben ser capaces de establecer sus propósitos con claridad.

Es necesario que todos los proyectos se basen en una hipótesis de trabajo y en predicciones; esto les dará la clave para planificar las actividades que deben hacer, las evidencias que obtendrán y las conclusiones que esperan lograr. Debido a esto, es necesario que reflexionen acerca de las características del tipo de trabajo que pueden poner en práctica; por ejemplo, si seleccionaran: ¿cómo se sintetiza un material elástico? como pregunta eje, el tema sería congruente con los proyectos científicos y tecnológicos; pero si seleccionaran el tema: *Los materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas* como eje, fuese más congruente realizar un proyecto ciudadano cuyo objetivo sería la divulgación del conocimiento.

Una vez elegido el tema de trabajo elaboren preguntas más específicas para que, a partir de la discusión de sus respuestas, puedan acordar el tipo de proyecto que realizarán. Recuerden que pueden hacer un proyecto científico, tecnológico o ciudadano. En esta discusión, además, deben ponerse de acuerdo en las ventajas y desventajas de hacer el proyecto, así como en las aportaciones que pueden hacer para la comunidad. Les proponemos usar la siguiente tabla como guía.

Tipo de trabajo	Ventajas	Desventajas	Aportaciones posibles
Científico			
Tecnológico			
Ciudadano			

La elección del tema y tipo de trabajo es el primer paso para realizar su proyecto. Con ello tienen ya muchas ideas acerca de qué van a hacer, cómo lo van a hacer, qué buscan conseguir y los recursos que necesitan. Es necesario, entonces, formalizar la información anterior sin perder de vista que uno de los ejes de su trabajo será el consumo responsable y/o el desarrollo sustentable.

**Planea tu proyecto. Desarrollo**

Para planear las actividades adecuadamente, es indispensable que elaboren el cronograma de trabajo, ya que éste les permitirá organizar de manera ordenada las actividades relacionadas con el proyecto, el tiempo que van a requerir para realizarlas y la secuencia que seguirán. No pierdan de vista que a partir de este momento cuentan con más de dos semanas para desarrollar el proyecto, y que la calidad y alcances de su trabajo pueden ser ambiciosos, con lo que quizá requieran de más tiempo para lograr los propósitos.

Demuestren creatividad en su cronograma; es aconsejable que en la parte de "Diseño de las actividades necesarias" incluyan una descripción detallada de los objetos técnicos, experimentos o modelos que quieran realizar antes de ponerlos en práctica; describan, expliquen y predigan los procesos químicos que estarán involucrados, para que hagan una comparación y evaluación objetiva con los resultados que obtengan al provocar la transformación química de los materiales o la obtención de productos químicos. Les sugerimos usar la siguiente tabla como guía para asignar las actividades, el tiempo de realización y a los responsables en cada caso.



Fig. 5.3 Existen cosméticos elaborados con productos libres de sustancias sintéticas.



Fig. 5.4 Se puede evitar el uso de recipientes desechables con sólo lavar la vajilla.

**Aprendizaje esperado:**

- 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.

Cronograma del proyecto

Cronograma del proyecto				
Pregunta eje y nombre del proyecto:				
Integrantes del equipo:				
Etapá del trabajo	Aspectos por cubrir	Actividad	Tiempo de realización	Responsables
Inicio	Elección del tema	Investigación y discusión		
	Elección del tipo de trabajo	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de hipótesis	Discusión y acuerdos		
	Elaboración de propósitos	Discusión y acuerdos		
Desarrollo	Investigación bibliográfica	Investigación en diversas fuentes		
	Diseño de las actividades necesarias	Escribir el diseño con las preguntas: ¿qué hacer? ¿cómo hacerlo? ¿con qué se hará? ¿cómo conseguir los materiales? ¿cuál es el costo?		
	Diseño de instrumentos para la obtención y el análisis de resultados	Elaboración de tablas, gráficas y modelos		
Cierre	Análisis de resultados	Discusión		
	Validación de hipótesis	Comparación de la hipótesis con los resultados		
	Obtención de conclusiones	Discusión y acuerdos		
	Comunicación	Instrumento acordado por el grupo		
	Evaluación del proyecto	Análisis de los aspectos del trabajo		
	Autoevaluación	Análisis de la participación personal		

Durante el desarrollo del proyecto son muchas las actividades que deberán realizar y que no dependen del tema ni del tipo de trabajo, como la búsqueda de información, la elaboración de hipótesis y propósitos, la búsqueda de los materiales necesarios, y la planeación de los instrumentos de comunicación y de evaluación. Estas actividades son necesarias para realizar cualquier proyecto, es prudente fomentar la colaboración tanto al interior del equipo como dentro del grupo.

La mayor parte de las actividades que se llevarán a cabo en el proyecto deben depender directamente del tema y del tipo de trabajo; por ejemplo, si decidieran usar el tema de la síntesis de un material elástico y un proyecto científico, entonces será necesario que se documenten acerca de cuáles son los procesos químicos y físicos

relacionados con la producción de estos materiales, así como las diferentes técnicas para elaborarlos.

También requieren tener claridad en la aplicación práctica que podrían darle a este material, ya que existe una gran variedad de materiales elásticos y de sus aplicaciones.

Teniendo claridad en los aspectos anteriores, podrían comparar entre dos técnicas diferentes y evaluar cuál es la mejor a partir de su efectividad, calidad, durabilidad, beneficio social, costo económico y ambiental, así como sus efectos positivos o negativos relacionados con el desarrollo sustentable.

Con el mismo tema, pero realizando un proyecto ciudadano, es necesario que identifiquen problemas sociales que puedan resolverse con el uso de materiales elásticos; por ejemplo, el sellado de goteras y la solución de fugas de agua. Es probable que requieran hacer una encuesta entre la población afectada y, con base en sus conocimientos y una investigación bibliográfica, proponer soluciones basadas en los procesos químicos de transformación de la materia y, aún más, es posible recomendar soluciones utilizando materiales de desecho con la idea de fomentar el reúso y reciclado de materiales abatiendo costos y así fomentar hábitos de desarrollo sustentable.

Si deciden trabajar con el tema de los cosméticos y hacer un proyecto tecnológico, tendrían que investigar con detalle las técnicas químicas tradicionales que se usan para elaborarlos y también las alternativas sustentables que existen.

A partir de esta información podrían ser capaces de proponer la fabricación de algún tipo de cosmético sustentable con materiales disponibles en su comunidad y presentar una alternativa a los usuarios de estos productos.

También pueden planear el inicio de una microempresa, cuyo objetivo sea la elaboración de productos cosméticos sustentables con la colaboración de los ciudadanos de la comunidad. Este objetivo, además de permitir colaborar con las condiciones de salud y económicas de las personas, puede ser una fuente de empleo y de aprovechamiento racional de los recursos naturales disponibles en su región.

La gama de posibilidades que representan los proyectos es tan amplia como su creatividad; por ello, para obtener la mejor información y orientarla debidamente, es necesario que elaboren preguntas que les permitan concretar lo que quieren y necesitan saber.

Con base en la información que recaben pueden diseñar las actividades, los experimentos y productos que obtendrán como parte de los propósitos que se han planteado.

Cuando lleguen a esta parte del proyecto, se inicia una etapa que es significativamente importante, porque en ella se diseña, planea y lleva a cabo lo necesario para alcanzar los propósitos, es decir, se trata de decidir, cómo se cumplirán los propósitos.

Al igual que la investigación bibliográfica, esta parte del trabajo depende íntimamente del tema, del tipo de trabajo elegido y de los propósitos.

Cada actividad encamina a resolver un problema o cuestionamiento específico, y cada experimento se diseña con las particularidades del caso que se atiende, las condiciones y los recursos con que se cuenta.

La propuesta de desarrollo tecnológico cumplirá con ciertos parámetros, como la efectividad, durabilidad, permanencia y un análisis de costo beneficio.

Leer...

Para saber más de algunos materiales cerámicos, como el pedernal y la cerámica; metales como la plata, cobre y oro; compuestos minerales, como óxidos, carbonatos y sulfatos; polímeros, como el hule obtenido del guayule que utilizaban las culturas mesoamericanas, es recomendable leer el libro de Guillermo Aguilar Sahagún, *El hombre y los materiales*, publicado en México por el Fondo de Cultura Económica, en el volumen 69 de la Colección La ciencia desde México, 1988.



Fig. 5.5 Los materiales elásticos se pueden usar para sellar tuberías de agua.



Fig. 5.6 El tequesquite es una mezcla de sales, principalmente bicarbonato de sodio, cloruro de sodio, carbonato de potasio y sulfato de sodio. En la época prehispánica los aztecas lo obtenían del lago de Texcoco en temporada de sequía. Al ser este lago de agua salada y cuando su nivel bajaba por evaporación quedaba el tequesquite como sedimento. Esta mezcla era utilizada para sazonar y cocinar alimentos.



TIC

Para conocer sobre energía alternativa, consulta en la *Revista Ciencias*, Academia Mexicana de Ciencias, el ejemplar de abril-junio 2010. Que contiene diversos artículos con el tema en: <http://www.amc.unam.mx> (Consultada el 4 de noviembre de 2016).



Fig. 5.7 El conocimiento de las características de los materiales está presente en el arte.



TIC

Si quieres saber un poco más acerca de la importancia de la química en el arte, consulta la siguiente página: [http://www.xperimania.net/vw/es/pub/xperimania/news/world\\_of\\_materials/art\\_restoration.htm](http://www.xperimania.net/vw/es/pub/xperimania/news/world_of_materials/art_restoration.htm) (Consultada el 4 de noviembre de 2016).

Cada propuesta ciudadana debe considerar las condiciones particulares de la comunidad a la que se dirige, resolver problemas sociales y concientizar a la población de que cambie hábitos y costumbres hacia prácticas sustentables y económicas.

En todo caso, es necesario que tengan clara su hipótesis de trabajo y la predicción de los resultados que esperan.

Un aspecto más que deben considerar son las tareas que corresponden a cada uno de los integrantes del equipo, con el fin de explotar al máximo sus aptitudes y habilidades individuales.

También es preciso anotar los recursos que necesitan y la forma de conseguirlos, y deben preferir siempre materiales de reúso o reciclados, con la finalidad de abatir costos y ser coherentes con una actitud sustentable.

Una parte del desarrollo se enfoca a la obtención de resultados, para lo cual es necesario que tengan claro qué tipo de datos obtendrán, las características de los modelos o prototipos que pondrán en práctica, el impacto que esperan obtener en la comunidad con una propuesta ciudadana y la manera en que analizarán lo que obtuvieron.

Es aconsejable que, con la debida anticipación, prevean la forma en que capturarán sus resultados y elaboren las tablas de datos necesarias para hacer gráficas y modelos a partir de ellas. Tener concentrada y analizada la información les permitirá realizar mejor y más fácilmente el análisis; reflexionar sobre si han logrado los propósitos; validar o rechazar su hipótesis de trabajo; argumentar las razones que tienen para hacer una u otra cosa, así como plantear las expectativas a futuro y la medida en que su aportación permitirá aprovechar los recursos energéticos y naturales de los que disponen de manera racional.

Por ejemplo, si eligieron la pregunta ¿qué aportaciones a la química se han generado en México?, y decidieron hacer un trabajo de tipo tecnológico donde se aplique una de estas aportaciones, el tipo de resultados que pueden recabar son evidencias visuales de la construcción y la aplicación de varios diseños de objetos tecnológicos; en las tablas especificarán la efectividad de estos objetos, su durabilidad, beneficio social, comparativos de costos con el empleo de diversos materiales y la durabilidad asociada a estos materiales.

También pueden incluir tablas con los resultados de la aceptación de sus productos entre la comunidad. Con estos datos podrán elaborar gráficas que faciliten el análisis de la información, porque concentran en un solo recurso varios parámetros contenidos en los resultados.

Podrían usar una tabla de resultados como la siguiente.

Objeto tecnológico que puede fabricarse	Usos en la comunidad	Aceptación entre la comunidad	Efectividad del objeto	Durabilidad	Costos de producción	Impacto en el ambiente
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

Con estos datos pueden elaborar una gráfica de barras, donde en el eje horizontal incluyan el nombre del objeto y en el eje vertical los diferentes parámetros medidos, esto les proporcionaría un medio para compararlos y elegir el mejor objeto o la combinación más exitosa entre los diseños que hicieron.

Como pueden darse cuenta, cada proyecto requiere de una planeación y un desarrollo particulares y bien definidos.

Planea tu proyecto. Cierre

Terminar convenientemente las actividades de su proyecto implica abarcar una serie de aspectos, comenzando por el análisis de los resultados, porque a partir de estos se pueden obtener conclusiones, revisar si se cumplieron o no los propósitos y las razones en cada caso, también se valida o rechaza la hipótesis de trabajo y se pueden hacer nuevas y novedosas propuestas a futuro.

Para la evaluación de los modelos, el funcionamiento y el éxito de un objeto tecnológico o de los logros obtenidos en una propuesta ciudadana, se pueden guiar a partir de una serie de preguntas de razonamiento en las que cuestionen cada uno de los datos que obtuvieron.

Desde las respuestas a las preguntas es posible emitir una o varias conclusiones, pero es importante tomar en cuenta que en las preguntas debe considerarse si se valida o no la hipótesis que plantearon al inicio del proyecto, así como especificar si cumplieron o no con los propósitos que establecieron.

En algunos casos los resultados se pueden ver afectados por razones ajenas al desarrollo mismo del trabajo. Puede suceder que el proyecto resultara demasiado ambicioso para el tiempo disponible, que los recursos con los que contaron no fueran adecuados ni suficientes o, bien, que la participación de los integrantes del equipo no haya sido la esperada.

En estas circunstancias, el análisis de resultados puede hacerse parcialmente y tendrá que acompañarse con una prospectiva o predicción de lo que obtendrán de haber contado con las condiciones óptimas para llevarlo a cabo, así como de un análisis razonado de las circunstancias que influyeron en la correcta realización del proyecto.

Toda esta información es valiosa, ya que a partir de ella se puede aprender de los errores y las limitaciones con la finalidad de considerarse para el futuro.

Como ya mencionamos en bloques anteriores, toda investigación, descubrimiento, opinión o propuesta carece de valor si no se comunica; en su caso, es preciso que acuerden con los demás equipos la forma en que comunicarán los resultados de sus proyectos.

Debido a la importancia de los temas, a que es el cierre del curso, y a que contarán con más tiempo para planear y organizar la comunicación, es aconsejable que la dirijan a la comunidad escolar, incluidos los padres de familia y, de ser posible, a la localidad donde viven; para ello pueden usar varios recursos.

Antes de organizar la comunicación de sus proyectos, es preciso que acuerden con el grupo acerca del recurso de comunicación que usarán, los parámetros que se deben cumplir, las ventajas, desventajas y el impacto de su comunicación entre la comunidad, con el fin de que todos los equipos cuenten con las mismas condiciones en la presentación de su trabajo.

En los bloques anteriores abordamos la descripción de diferentes medios para comunicar sus resultados y pueden usarlos como sugerencia o proponer nuevas formas de hacerlo.

La manera más efectiva de elegir la forma en que comunicarán sus resultados es en una discusión grupal en la que se escuchen diferentes propuestas, se evalúen sus características y se determine las posibilidades de llevarlas a cabo; toda esta información puede ser capturada en una tabla que las centre y compare, como la que les presentamos en seguida.

Aprendizaje esperado:

- Comunica los resultados de su proyecto mediante diversos medios o por 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.



Fig. 5.8 En la actualidad hay alternativas para obtener energía que no depende de la transformación del petróleo.



Fig. 5.9 La adecuada comunicación de una propuesta puede generar un cambio de conducta.



TIC

En la *Enciclopedia de las Ciencias y la Tecnología en México EMC= COSMOS*, la sección dedicada a Química Orgánica tiene una amplia historia del desarrollo de la química en nuestro país, y algunas de sus aportaciones, consúltala en: [http://www.wizt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA\\_ORGANICA.html](http://www.wizt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA_ORGANICA.html) (consultada el 4 de noviembre de 2016).

Recurso de comunicación	En qué consiste	¿Por qué se puede llevar a cabo?	¿Qué se necesita?	Ventajas	Desventajas	Impacto que esperan en la comunidad
Presentación electrónica						
Presentación de videos o películas						
Elaboración de un blog						
Presentación de carteles informativos						
Periódico mural						
Exposición fotográfica						
Aplicación de actividades lúdicas (juegos)						
Conferencias						
Mesa redonda						
Panel de especialistas						
Elaboración y distribución de folletos						
Elaboración y distribución de trípticos						
Exposición de carteles en modalidad de noticia						

**Aprendizaje esperado:**

- Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, tomando en cuenta la relación del costo con el impacto ambiental.

Es imprescindible que tomen en cuenta que la comunicación no sólo debe tener como objetivo presentar lo que han hecho en el proyecto.

Un propósito fundamental es que la comunidad escolar, sus familiares y toda la población a la que dirijan su comunicación, reflexione con profundidad ante los problemas que presentan y las propuestas de solución que sugieren, así pueden lograr que se modifiquen hábitos y conductas que dañan al ambiente y la calidad de vida de la población.

La comunicación de sus proyectos puede proporcionar a las personas la información necesaria para que decidan, de manera responsable, cuáles deberán ser sus hábitos futuros de consumo y la aportación que podemos hacer todos para lograr una sociedad comprometida con el desarrollo sustentable que asegure la permanencia de nuestra especie y la salud de nuestro planeta.

En este momento se evalúan los logros del proyecto, los avances personales, los aprendizajes nuevos y las habilidades que se han adquirido.

La evaluación no es la calificación que recibirán por este trabajo. Se trata de determinar los logros obtenidos durante el proyecto, si su propuesta ciudadana, investigación o producto tecnológico fueron o no eficientes y las razones de ello; si son viables y efectivos, y las características que lo permiten; si tiene algún impacto en el mejoramiento del ambiente o en la calidad de vida de la sociedad; si la comparación de su costo económico rebasa el beneficio ambiental; y si lograron o no generar expectativas de cambio en hábitos a futuro.

Como ya saben, la evaluación implica muchos aspectos. La mejor manera de recabar los datos que permitan hacerla es mediante la elaboración de tablas y rúbricas, donde se separen y especifiquen los aspectos que se tomarán en cuenta, y pueden agruparse en categorías que respondan a los diferentes espacios del proyecto, así como del recurso que usaron para comunicar sus resultados y conclusiones.

Para evaluar con claridad cada espacio del proyecto, pueden elaborar una serie de preguntas específicas para el tema y tipo de proyecto, cuya respuesta sea concreta y permita hacer una reflexión o justificación.

Recuerden que cada aspecto por evaluar puede abordarse desde diferentes puntos de vista, por lo que es conveniente que hagan la cantidad y el tipo de preguntas pertinentes que les ayuden a tener una idea precisa de los logros del proyecto, los errores en que incurrieron, los problemas a los que se enfrentaron, cómo los resolvieron, lo que deben mejorar, los beneficios que han obtenido en lo personal y como equipo, así como los aportes que hicieron a la comunidad, además de la aplicación práctica de los conocimientos que han adquirido en el curso de Ciencias 3.

A continuación, les sugerimos un ejemplo de rúbrica que pueden usar en equipo, con la participación del profesor para evaluar el proyecto.



Fig. 5.10 Las gráficas de sectores o circulares, permiten hacer una buena comparación de costos y beneficios.



Fig. 5.11 Los trípticos son un buen medio de comunicación que genera interés entre los lectores.



Fig. 5.12 Los insecticidas domésticos son un tipo de plaguicidas que contaminan el ambiente y dañan nuestra salud.



Fig. 5.13 El conocimiento de las características de los materiales permitió a las culturas mesoamericanas elaborar obras de arte que fueron codiciadas por los conquistadores.



TIC

Para conocer de materiales de origen vegetal, como azúcares; diversas bebidas fermentadas, como el tesgüino, pulque y mezcal, así como el uso de las plantas con fines medicinales, la revista *Arqueología Mexicana* tiene interesantes artículos. El índice y un resumen se pueden consultar en la página: [www.arqueomex.com](http://www.arqueomex.com) (Consultada el 4 de noviembre de 2016).

# Evaluación

Evalúen su desempeño durante el trabajo de proyecto, señalen con una ✓ la opción que, mediante el razonamiento colectivo, consideren que han alcanzado.

Indicadores		Sí	La mayor parte	La menor parte	No
INICIO	Todos participaron en la elección de la pregunta eje del proyecto y el tipo de trabajo.				
	La investigación bibliográfica para resolver las preguntas que sirvieron como guía para elegir el tema fue hecha por todos.				
	La hipótesis y los propósitos fueron resultado de la participación colectiva.				
	Todos intervinieron en la predicción de los resultados que esperaron obtener con su proyecto.				
DISEÑO Y DESARROLLO	Todos colaboraron con la elaboración del cronograma.				
	La distribución de tareas fue equitativa.				
	Se tomaron en cuenta las sugerencias y propuestas de todos.				
	Todos cumplieron en tiempo y forma con las tareas asignadas.				
	Todos aportaron los materiales necesarios para el proyecto.				
	En las actividades que se llevaron a cabo participaron todos.				
	Los resultados fueron capturados por todos.				
	El análisis de resultados fue una actividad colectiva.				
COMUNICACIÓN	Las conclusiones fueron producto de la discusión colectiva.				
	La elaboración de un reporte de actividades, tablas y gráficas fue producto de la colaboración de todo el equipo.				
	La elección del recurso de comunicación fue producto de la discusión colectiva.				
	Todos aportaron en la presentación y organización de la comunicación.				
	La comunicación dejó aprendizajes, habilidades y reflexiones para todos.				
	Fueron honestos, serios y precisos con la información que presentaron en la comunicación.				



Fig. 5.14 Del empeño que pongan en la elaboración de su proyecto, depende el éxito que consigan.

Esta rúbrica les aportará información desde su punto de vista personal, del equipo en su conjunto y de su profesor, pero también es importante evaluar el impacto que sus proyectos ha tenido entre la población a la que dirigieron la comunicación de éstos. De ser posible, pueden aplicar otra rúbrica entre el público que presenció o participó en su comunicación si los aspectos que podrán evaluar tienen relación con dicho impacto, la efectividad, la durabilidad y el beneficio social del producto, así como la relación que encuentran entre el costo con el impacto ambiental.

Evalúa tu desempeño escolar en el desarrollo del bloque; señala con una ✓ la opción que, mediante el razonamiento personal, consideres representa los logros que has alcanzado con tu trabajo.

AUTOEVALUACIÓN					
	Indicadores	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
Autoevaluación	Las preguntas que planteo favorecen la integración de los contenidos estudiados.				
	Puedo relacionar los temas que estudio con otros que conozco y con sucesos cotidianos.				
	Comprendo sin problemas los contenidos que se abordan en clase.				
	Puedo identificar mis errores, dificultades y limitaciones, y propongo acciones para superarlos.				
	Soy ordenado y limpio en todos los trabajos y tareas que hago.				
	Analizo los resultados para obtener conclusiones.				
	Las conclusiones que obtengo surgen de la organización y del orden que doy a la información de la que dispongo.				
Coevaluación	Cuando necesito ayuda la pido a mi profesor o a mis compañeros.				
	Muestro respeto por la biodiversidad.				
	Expresa sus puntos de vista como una aportación para el análisis colectivo.				
	Es capaz de elegir la estrategia más conveniente entre varias que sugiere, para resolver situaciones problemáticas.				
	Elabora los instrumentos para el registro y ordenamiento de los datos que obtiene en las actividades.				
	Es capaz de escuchar, valorar y tomar en consideración las opiniones de los demás, aunque sean contrarias a las que piensa.				
	Es honesto con la veracidad de la información que maneja.				
Heteroevaluación	En las actividades por equipo participa activamente.				
	Muestra solidaridad con sus compañeros.				
	Muestra conductas de consumo responsable.				
	Previene enfermedades y accidentes en sus actividades.				
	Es capaz de aplicar sus conocimientos con el fin de resolver situaciones problemáticas.				
	Asiste a clase con todo el material que requiere.				
	Es capaz de explicar sus ideas y comunicarlas a sus compañeros para contrastarlas.				
Heteroevaluación	Ha planteado preguntas que le permiten integrar los contenidos que estudia al resolverlas.				
	Las hipótesis que plantea son congruentes y corresponden a las actividades y a los temas.				
	Analiza la información que obtiene de diversos medios, y selecciona sólo la relevante para llegar a los propósitos que se plantea.				
	Hace y termina satisfactoriamente todos sus trabajos.				
	Propone conductas sustentables.				
	En la realización de todas las actividades, manifiesta interés, curiosidad, creatividad e imaginación.				

## Bibliografía consultada

- Brown, T., H. LeMay Jr., B. Bursten y C. Murphy, *Química la ciencia central*, 11a. ed., México, Pearson Educación, 2009.
- Chang, R., *Química*, 10ª. ed., México, McGraw-Hill, 2010.
- Garriz, A. y J. A. Chamizo, *Química*, Estados Unidos, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
- Timberlake, K., *Química. Una introducción a la química general, orgánica y biológica*, 10ª. ed., España, Prentice Hall/Pearson, 2011.
- Ruiz, Ma. Esther., Sylvie Turpin y Mabel Vaca, "Química y medio ambiente", en Rafael Fernández editor, *La química en la sociedad*, México, Facultad de Química-UNAM, 1994, pp. 1-639.
- Cueva, A. la, "La enseñanza por proyectos ¿mito o reto?", en *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 16 (Educación ambiental y formación: Proyectos y experiencias), en <http://www.riecei.org/oeivirt/rie16a09.htm> (Consulta: junio de 2013).

## Bibliografía recomendada para el docente

- Ausbel, David, *Adquisición y retención del conocimiento*, Barcelona, Paidós, 2000 (Colección cognición y desarrollo humano).
- Blanco, S., A. De pro y V. Pérez, "La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria", en *Enseñanza de las ciencias*, 15(1), 35-50, 1997.
- Coll, C., E. Martín, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé y A. Zabala, *El constructivismo en el aula*, Barcelona, Graó, 1993.
- Córdoba, J., V. Feregrino, C. Reza, L. Ortiz y A. Dosal, *La importancia de las preguntas*, España, Alambique, 2007 (Didáctica de las ciencias experimentales, 54), pp. 16-27.
- Díaz-Barriga, F. y G. Hernández, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*, 2ª. ed., México, MacGraw Hill, 2002.
- Driver, R., E. Guesne y A. Tiberghien, *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*, Madrid, Morata/Ministerio de Educación y Ciencia, 1989.
- Feynman, R., *Qué significa todo eso. Reflexiones de un científico ciudadano*, J. García, trad., Barcelona, Crítica, 2010.
- Flores F, coord. *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*, México, Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2012 (pdf descargable en la página del INNE: <http://www.inee.edu.mx/t>) (Consulta: junio de 2013).
- Hoffmann, R., *Química imaginada. Reflexiones sobre la ciencia*, México, FCE, 2004.
- Kuhn, T., *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE, 1971.
- Martín, E. y A. Moreno, *Competencia de Aprender a Aprender*, Madrid, Alianza, 2007.
- Pozo, J. I., *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*, 2ª. Ed., Madrid, Alianza, 2008.
- Pozo, J. I. y F. Flores, eds., *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*, Madrid, Antonio Machado, 2007.
- Pozo, J. I. y M. A. Gómez Crespo, *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Madrid, Morata, 1998.
- Pozo, J. I., M. Mateos y M. P. Pérez Echeverría, *Aprender para comprender y construir conocimiento*, Buenos Aires, Santillana, 2006 (Docentes).
- Rodríguez, M., "Motivar para aprender en situaciones académicas", en G. Romero y A. Caballero, eds., *La crisis de la escuela educadora*, Barcelona, Laertes, 2009.
- Ruy, P., *¿Existe el método científico?*, México, FCE, 2008 (Col. La ciencia para todos, 161).
- Sagan, C., *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*, España, Planeta, 2000.
- , *Miles de millones*, España, Biblioteca de bolsillo, 2000.
- , *La diversidad de la ciencia. Una visión personal de la búsqueda de dios*, Colombia, Planeta, 2007.

## Bibliografía recomendada para el estudiante

- Chamizo, J., *El maestro de lo infinitamente pequeño*, John Dalton, México, Pangea, 1992.
- , *El científico de la sonrisa contagiosa*, Linus Pauling, México, Pangea, 1994.
- Cifuentes, J. y F. Cupul, *Venenos: armas químicas de la naturaleza*, México, FCE, 2010 (Col. La ciencia para todos, 229).
- Córdoba, J., *La química y la cocina*, México, FCE, 1990 (Col. La ciencia para todos, 93).
- García, H., *El investigador del fuego*, Antoine L. Lavoisier, México, Pangea, 1996.
- , *El químico de las profecías*, Dimitri I. Mendeleiev, México, Pangea, 1990.
- Ríos, J. de los, *Químicos y química*, México, FCE, 2011 (Col. La ciencia para todos, 228).
- Sosa, Plinio, *La química es puro cuento*, México, ADN, 2012 (Col. Viaje al centro de la ciencia).

## Sitios de internet y multimedia

- Revista Educación Química*, México, Facultad de Química-UNAM (ejemplares desde 1988 hasta 2008), en: <http://www.journals.unam.mx/index.php/req/issue/current/showToc> Revista en línea. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Revista Educación Química en línea*, México, Facultad de Química-UNAM (ejemplares desde 2009 hasta la fecha), en: <http://www.educacionquimica.info> Revista en línea. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Revista de Divulgación de Ciencias e Ingeniería*, ContactoS, México, UAM-I, en: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/index.php/es/> Revista en línea. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Compendio de terminología química. El libro de oro*, en: <http://goldbook.iupac.org> Compendio de terminología química. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- World Molecules*, en: <http://www.worldofmolecules.com> Información sobre estructuras moleculares. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Recursos educativos, en: [http://ntic.educacion.es/v5/web/profesores/asignaturas/fisica\\_y\\_quimica](http://ntic.educacion.es/v5/web/profesores/asignaturas/fisica_y_quimica) Recursos educativos por asignaturas y niveles. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Centro Nacional de Metrología, Sistema Internacional de Unidades, en: <http://www.cenam.mx/siu.aspx> Organismo mexicano encargado de establecer patrones, estándares y procedimientos de medición. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Revista Ciencias*, México, Facultad de Ciencias-UNAM, en: <http://www.revistaciencias.unam.mx> Revista en línea. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Blog de divulgación científica *La ciencia por gusto*, de Martín Bonfil, México, DGDC-UNAM, en: <http://lacienciapor gusto.blogspot.mx> Información sobre temas científicos. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Blog de divulgación científica *Imagen en la ciencia*, de Sergio de Régules, México, DGDC-UNAM, en: <http://imagenenciencia.blogspot.mx> Información sobre temas científicos. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Revista ¿Cómo ves?*, divulgación de la ciencia, México, UNAM, en: <http://www.comoves.unam.mx> Revista en línea. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Revista Ciencia y Desarrollo*, divulgación de la ciencia, México, Conacyt, en: <http://conacyt.gob.mx/index.php/comunicacion/publicaciones-conacyt/revista-ciencia-y-desarrollo> (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Revista Conversus*, divulgación de la ciencia, México, Instituto Politécnico Nacional, en: <http://www.cedicyt.ipn.mx/RevConversus/Paginas/Inicio.aspx> Revista en línea. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Enciclopedia de las ciencias y la teología en México EMC = COSMOS*, México, UAM, Conacyt, ICYT-DF, en: [http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/EMC\\_COSMOS\\_HOME.html](http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/EMC_COSMOS_HOME.html) Enciclopedia en línea. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Potencias de diez*, video, en: <https://www.youtube.com/watch?v=fbCwkfrKuaw> Video sobre las magnitudes del universo. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- La escala del Universo 2*, video, en: <http://htwins.net/scale2/lang.html> Video sobre la edad del universo (Consulta: 4 de noviembre de 2016).
- Diccionario de la Real Academia Española*, España, en: [www.rae.es](http://www.rae.es) Diccionario en línea. (Consulta: 4 de noviembre de 2016).

# Tabla periódica de los elementos

**Metals:** Metales alcalinos, Alcalinotérreos, Metales de transición, Metales del bloque p, Lantánidos, Actínidos.

**Non-metals:** Otros no metales, Halógenos, Gases nobles.

**Carbon (C) details:** Número atómico: 6, Símbolo: C, Masa atómica: 12.011, Nombre: Carbono, Estados de oxidación: +2, +4, -4.

1 1.0079 <b>H</b> HIDRÓGENO	2 4.0026 <b>He</b> HELIO																																
3 6.941 <b>Li</b> LITIO	4 9.0122 <b>Be</b> BERILIO	5 10.811 <b>B</b> BORO	6 12.011 <b>C</b> CARBONO	7 14.007 <b>N</b> NITRÓGENO	8 15.999 <b>O</b> OXÍGENO	9 18.998 <b>F</b> FLUOR	10 20.180 <b>Ne</b> NEÓN																										
11 22.990 <b>Na</b> SODIO	12 24.305 <b>Mg</b> MAGNESIO	13 26.982 <b>Al</b> ALUMINIO	14 28.086 <b>Si</b> SILICIO	15 30.974 <b>P</b> FÓSFORO	16 32.065 <b>S</b> AZUFRE	17 35.453 <b>Cl</b> CLORO	18 39.948 <b>Ar</b> ARGÓN																										
19 39.098 <b>K</b> POTASIO	20 39.098 <b>Ca</b> CALCIO	21 44.956 <b>Sc</b> ESCANDIO	22 47.887 <b>Ti</b> TITANIO	23 50.942 <b>V</b> VANADIO	24 50.942 <b>Cr</b> CROMO	25 54.938 <b>Mn</b> MANGANESO	26 55.845 <b>Fe</b> HIERRO	27 58.933 <b>Co</b> COBALTO	28 58.933 <b>Ni</b> NÍQUEL	29 63.546 <b>Cu</b> COBRE	30 65.36 <b>Zn</b> ZINC	31 69.723 <b>Ga</b> GALIO	32 72.64 <b>Ge</b> GERMANIO	33 74.922 <b>As</b> ARSENICO	34 78.96 <b>Se</b> SELENO	35 79.904 <b>Br</b> BROMO	36 83.798 <b>Kr</b> KRIPTON																
37 85.468 <b>Rb</b> RUBIDIO	38 87.62 <b>Sr</b> ESTRONCIO	39 88.906 <b>Y</b> ITRIO	40 91.224 <b>Zr</b> ZIRCONIO	41 92.906 <b>Nb</b> NIOBIO	42 95.96 <b>Mo</b> MOLIBDENO	43 98 <b>Tc</b> TECNICIO	44 101.07 <b>Ru</b> RUTENIO	45 102.91 <b>Rh</b> RODIO	46 106.42 <b>Pd</b> PALADIO	47 107.87 <b>Ag</b> PLATA	48 112.41 <b>Cd</b> CADMIO	49 114.82 <b>In</b> INDIO	50 118.71 <b>Sn</b> ESTAÑO	51 121.76 <b>Sb</b> ANTIMONIO	52 127.60 <b>Te</b> TELURO	53 127.60 <b>I</b> YODO	54 131.29 <b>Xe</b> XENÓN																
55 132.91 <b>Cs</b> CESIO	56 137.33 <b>Ba</b> BARIO	57-71 <b>La-Lu</b> LANTANIDOS	72 178.49 <b>Hf</b> HAFNIO	73 180.95 <b>Ta</b> TANTALO	74 183.84 <b>W</b> WOLFRAMO	75 186.21 <b>Re</b> REINIO	76 186.21 <b>Os</b> OSMIO	77 192.22 <b>Ir</b> IRIDIO	78 195.08 <b>Pt</b> PLATINO	79 196.97 <b>Au</b> ORO	80 200.59 <b>Hg</b> MERCURIO	81 204.38 <b>Tl</b> TALIO	82 207.2 <b>Pb</b> PLOMBO	83 208.98 <b>Bi</b> BISMUTO	84 209 <b>Po</b> POLONIO	85 210 <b>At</b> ASTATO	86 222 <b>Rn</b> RADIO																
87 223 <b>Fr</b> FRANCIO	88 226 <b>Ra</b> RADIO	89-103 <b>Ac-Lr</b> ACTINIDOS	104 261 <b>Rf</b> RUFENIO	105 261 <b>Db</b> DUBNIO	106 261 <b>Sg</b> SEABORGIO	107 261 <b>Bh</b> BOHRIO	108 261 <b>Hs</b> HASIO	109 261 <b>Mt</b> MITHENIO	110 261 <b>Ds</b> DARMSTADTIO	111 261 <b>Rg</b> ROENTGENIO	112 261 <b>Cn</b> COPECENIO	113 261 <b>Nh</b> NIHONIO	114 261 <b>Fl</b> FLEROVIO	115 261 <b>Mc</b> MOSCOWIO	116 261 <b>Lv</b> LIVERMORO	117 261 <b>Ts</b> TENESIO	118 261 <b>Og</b> OGANESÓN																
		109 261 <b>La</b> LANTANIO	110 261 <b>Ce</b> CERIO	111 261 <b>Pr</b> PRASODIMIO	112 261 <b>Nd</b> NEODIMIO	113 261 <b>Pm</b> PROMETIO	114 261 <b>Sm</b> SAMARIO	115 261 <b>Eu</b> EUROPIO	116 261 <b>Gd</b> GADOLINIO	117 261 <b>Tb</b> TERBIO	118 261 <b>Dy</b> DISPROSIO	119 261 <b>Ho</b> HOLMIO	120 261 <b>Er</b> ERBIO	121 261 <b>Tm</b> TERBIO	122 261 <b>Yb</b> YTERBIO	123 261 <b>Lu</b> LUTECIO																	
		124 261 <b>Ac</b> ACTINIO	125 261 <b>Th</b> Tорий	126 261 <b>Pa</b> PROMETIO	127 261 <b>U</b> URANIO	128 261 <b>Np</b> NEPTUNIO	129 261 <b>Pu</b> PLUTONIO	130 261 <b>Am</b> AMEBIO	131 261 <b>Cm</b> CURIO	132 261 <b>Bk</b> BERKELIO	133 261 <b>Cf</b> CALIFORNIO	134 261 <b>Es</b> EINSTEINIO	135 261 <b>Fm</b> FERMIUM	136 261 <b>Md</b> MERCURIO	137 261 <b>No</b> NOBELIO	138 261 <b>Lr</b> LAWRENCIO																	

Fuente: <https://upac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/> (consultada: 24 de enero de 2017).

### Shutterstock:

pp. 12-13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 54, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 80-81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 95, 96, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 123, 126, 127, 131, 133, 135, 142, 143, 145, 149, 151, 152, 153, 154, 158-159, 160, 162, 163, 165, 170, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 193, 194, 195, 196, 197, 202, 205, 206, 208, 210, 211, 214, 218, 219, 220, 222, 223, 229, 230, 231, 233, 235, 237, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 256, 257, 259, 261, 262, 263, 265, 266

### Archivo editorial:

pp. 136, 221, 228,

### WIKIPEDIA:

pp. 65, 67, 99, 114, 203,

p. 45: © Martyn F Chillmaids/Photostock

p. 98: © Science Photo Library/Photostock

p. 123: © Andrew Lambert Photog/Photostock

p. 170: © Reismann/Photostock

p. 182: Martyn F Chillmaid/Science Photo Library/Latinstock

p. 208: (arr.) © Laurent Giraudou/CORBIS/Latinstock

p. 209: (arr.) © Humbert/Photostock, (ab.) © View Stock/Photostock

p. 221: (arr.) © Hulton-Deutsch Collection/CORBIS/Latinstock

p. 223: (arr.) © Science Photo Library/Photostock

pp. 165, 214-215: © Charles D. Winters /Photo Researchers, Inc./Latinstock

p. 224: SCIENCE PHOTO LIBRARY/Latinstock

p. 265: (centro) © Jeff Greenberg/Photostock