



PROFE ESPECIALISTA
COLECCIÓN PARA EL PROFESOR QUE DOMINA SU DISCIPLINA

Ciencias 3
Química
Una ciencia para el siglo XXI
Secundaria

sm

DIRECCIÓN DE CONTENIDOS Y SERVICIOS EDUCATIVOS

Elisa Bonilla Rius

GERENCIA DE PUBLICACIONES ESCOLARES

Felipe Ricardo Valdez González

AUTORAS

Gisela Hernández Millán, Norma Mónica López Villa, Gabriela Pedrero Hernández

COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CIENCIAS Y EDICIÓN

Hilda Victoria Infante Cosío

ASISTENCIA EDITORIAL

Eimarmene del Carmen Morales Ferrero, César Germán Romero Solís

REVISIÓN TÉCNICA

Jorge Ortega Cárdenas

COORDINACIÓN DE CORRECCIÓN

Abdel López Cruz

CORRECCIÓN

Juan Alberto Bolaños Burgos, Ricardo Maldonado Gutiérrez

DIRECCIÓN DE ARTE

Quetzatl León Calixto

DISEÑO DE PORTADA

Claudia Adriana García Villaseñor

DISEÑO DE INTERIORES

Marilú Jiménez, Sergio Salto

COORDINACIÓN DE DIAGRAMACIÓN

Jesús Arana Trejo

DIAGRAMACIÓN

Zoila Carrillo Ballesteros, Sergio Salto

COORDINACIÓN DE ICONOGRAFÍA E IMAGEN

Ricardo Tapia

ICONOGRAFÍA

Miguel Rodríguez

DIGITALIZACIÓN E IMAGEN

Carlos A. López

ELABORACIÓN DE REACTIVOS: INSTITUTO DE EVALUACIÓN Y ASESORAMIENTO EDUCATIVO (IDEA)**ILUSTRACIÓN**

Hugo Miranda, Gonzalo Gómez

PREPrensa Y ENLACE A PRODUCCIÓN

Lilía Alarcón Piña

PRODUCCIÓN

Leonardo Vargas, José Navarro, Vanessa Salinas

Ciencias 3 Química: Una ciencia para el siglo XXI. Secundaria

Primera edición, 2014

Primera edición revisada, 2016

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

Magdalena 211, Colonia del Valle,

03100, Ciudad de México

Tel.: (55) 1087 8400

www.ediciones-sm.com.mx

ISBN: 978-607-24-1008-4

Miembro de la Cámara Nacional

de la Industria Editorial Mexicana

Registro número 2830

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro ni su tratamiento informático ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

La marca Ediciones SM® es propiedad de SM de Ediciones, S. A. de C. V.

Prohibida su reproducción total o parcial

Impreso en México/Printed in Mexico

Ciencias 3 Química: Una ciencia para el siglo XXI. Secundaria

se terminó de imprimir en xxxx de 201x en
XXXXXXXX, C. P. xxxxx, XXXXXXXXX.

Presentación:**Estimado alumno**

Te ha tocado vivir en un siglo en el que el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico avanza a pasos agigantados. Esos avances facilitan tu vida —medicinas y redes informáticas—, abren grandes posibilidades —comunicación instantánea y exploración espacial—, pero también presentan importantes retos —qué estudiar o en qué trabajar—. La época en la que vives requiere que aprendas a observar y comprender el mundo de una manera especial; eres parte de una generación que deberá encargarse de aplicar sus conocimientos al logro del desarrollo sustentable global, procurando hacer realidad la igualdad de oportunidades junto con el cuidado del medio ambiente y la salud. No es tarea fácil ni de unos cuantos, pero sí una empresa apasionante.

¿Cómo prepararse para ser actor y no sólo espectador? Lograrás construir los sólidos cimientos requeridos para crecer a futuro sólo en la medida en que adquieras saberes de las diferentes áreas del conocimiento, sin perder de vista que la ciencia y la tecnología no están aisladas de la responsabilidad social y que el conocimiento es la base del desarrollo de una sociedad.

Además, tu formación académica se complementa con tu crecimiento personal, con el disfrute de aprender cosas nuevas que te hagan ver desde una perspectiva diferente lo que sucede a tu alrededor. Tu educación escolar es parte medular en esta formación como ciudadano del siglo XXI, y este libro te brinda oportunidades para desarrollar las herramientas que necesitas; en él te platicamos cómo se relaciona la química con otras áreas del conocimiento, cómo ha contribuido a que lo que hace algunos años parecía relato de ciencia ficción ahora sea realidad o se vea como algo posible de alcanzar.

También contarás con información valiosa para rechazar la creencia popular de que esta ciencia es la villana del cuento porque está deteriorando al planeta. Mediante actividades diversas (lecturas, investigaciones, experimentos, resolución de ejercicios, etcétera), el estudio de los contenidos del curso te permitirá ver a la química como es: la ciencia central.

¿Aceptas el reto? Deseamos que ésta sea una buena oportunidad para ampliar tu cultura general, así como para conocer más de cerca esta ciencia tan interesante que está presente en todos los aspectos de la vida.

Presentación

Estimado profesor:

Y pensamos que no hay mejor sistema de educación que aquel que prepara al niño para aprender por sí.
José Martí

Consideramos que la labor que tiene usted en sus manos constituye todo un reto y, al mismo tiempo, una hermosa tarea: la de enseñar química a los alumnos de hoy, quienes diariamente conviven con los avances científicos y tecnológicos que nosotros no tuvimos a su edad. Pero ¿cómo acercarlos a este conocimiento cuando su interés está en los problemas cotidianos, de los que se distraen con las películas de acción, campeonatos de fútbol y videojuegos, o socializando en las redes virtuales?

Sin duda, el reto consiste en motivarlos a partir de sus intereses. Es importante mostrarles que aprender química es aprender un lenguaje nuevo y distinto al que utilizamos de manera cotidiana, pero que no se trata de algo inalcanzable o sólo para unos cuantos dotados, y que esta ciencia tiene que ver con nuestra mente, con las células, con los materiales que usamos y con el universo que nos alberga.

Confiamos en que esta obra lo auxiliará en su labor docente y le permitirá enseñar la materia haciendo uso de actividades formativas dentro y fuera del aula. Las lecciones que integran el libro reflejan la naturaleza de la química, la cual se construye en equipo, con una metodología específica sujeta a comprobación y que está en transformación constante.

El alumno debe comprender que la química se ocupa de analizar y sintetizar sustancias utilizadas en la fabricación de medicamentos, nuevos materiales, pinturas, agroquímicos, aditivos alimenticios y combustibles (productos que hacen nuestra vida más confortable), y que también ha contribuido a la resolución de cuestiones como son los grandes problemas ambientales que tenemos en la actualidad.

Pero no puede pasar por alto que lo anterior, en la escuela secundaria, incluye también el desarrollo de las habilidades, valores y actitudes que favorecen la formación de un sujeto científicamente alfabetizado. El contenido es importante, pero hay que desterrar la idea de que lo es por encima de cualquier otro tipo de aprendizaje.

Lo invitamos a conocer este libro y a considerarlo como punto de partida en las innumerables y apasionantes discusiones que pueden surgir con sus alumnos en torno al amplio campo de acción y efecto social de la química. En esta obra encontrará una propuesta de cómo aprender más y mejor dicha ciencia, pero es indispensable su valiosa experiencia docente para que ello se convierta en una empresa enriquecedora. ¿Hacemos juntos la tarea de enseñar?

Guía de uso

Antes de que comiences a hojear tu libro queremos que te familiarices con las partes que lo integran. Cada bloque se distingue por un color específico. De esta manera, desde el inicio, localizarás fácilmente sus secciones.

Entrada de bloque

En esta sección encontrarás los contenidos que estudiarás en cada bloque.



Esta parte contiene una breve descripción de los temas que se abordarán, la cual va acompañada de algunas preguntas que te harán reflexionar y buscarán que te intereses por la química.

Mediante los aprendizajes esperados tendrás una clara idea de los conocimientos, habilidades y actitudes que desarrollarás a lo largo del bloque.

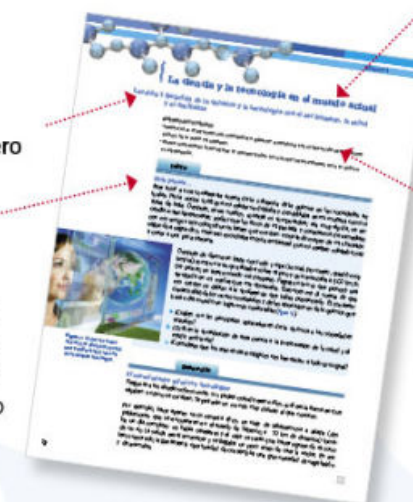
Organización de los bloques

Cada bloque está dividido en lecciones.

INICIO

Nombre y número de lección

Para pensar
En esta sección encontrarás actividades para recuperar tus ideas previas. También tiene como finalidad que recuerdes aquello que ya sabes y te aproximes a una primera respuesta a un problema relacionado con alguno de los temas tratados en la lección.

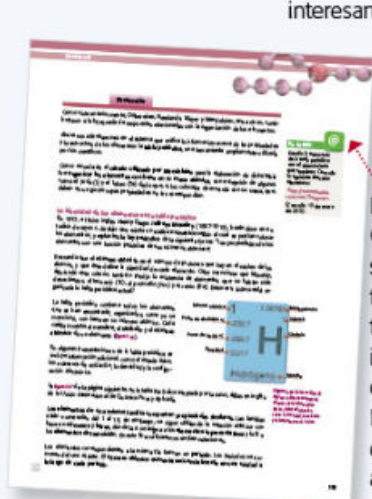


Contenido principal

Aprendizajes esperados
Enlista las metas que alcanzarás con el estudio de la lección.

DESARROLLO

Con esta sección lograrás los aprendizajes esperados. En ella encontrarás contenidos interesantes y diversas actividades.



En la red Cápsula con sugerencias para trabajar con las tecnologías de la información y la comunicación. Referencias consultadas en agosto de 2016.



De México al mundo Cápsula que te informa acerca de investigaciones realizadas por científicos mexicanos, relacionadas con el tema de estudio de la lección.

Experimento Actividad para poner en práctica procedimientos, habilidades y actitudes científicas.



En algunas partes del texto encontrarás este icono que te señala el momento en el que es conveniente realizar la actividad experimental.

Amplio mis conocimientos Recuadro con información complementaria relacionada con el tema de estudio.

Ejercicios diversos para desarrollar el pensamiento científico.



Una ventana a la lectura Recomendación de libros relacionados con lo que estás estudiando.

Glosario

Definiciones de tecnicismos y palabras poco conocidas que te ayudarán a comprender el texto. En muchos casos se refiere al uso del término en el ámbito en que se emplea.

CIERRE



Integro mis aprendizajes Conjunto de actividades que te permitirán corroborar el logro de los aprendizajes.

¿Qué he aprendido?

Actividades con las que pondrás a prueba tus conocimientos, habilidades, actitudes y valores, a la vez que reflexionas acerca de algunos procesos y fenómenos químicos.



Al final de los bloques

Evaluación tipo PISA Dos páginas con reactivos para evaluar tus competencias científicas.



Páginas para el desarrollo de los proyectos Serie de actividades planificadas y organizadas en etapas que te ayudarán a resolver una pregunta o problema.



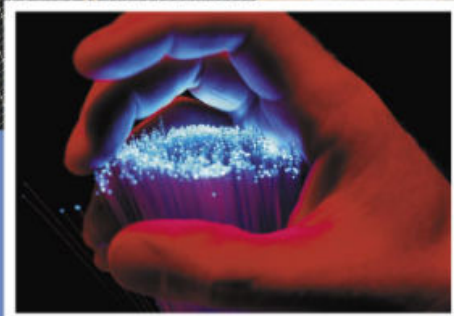
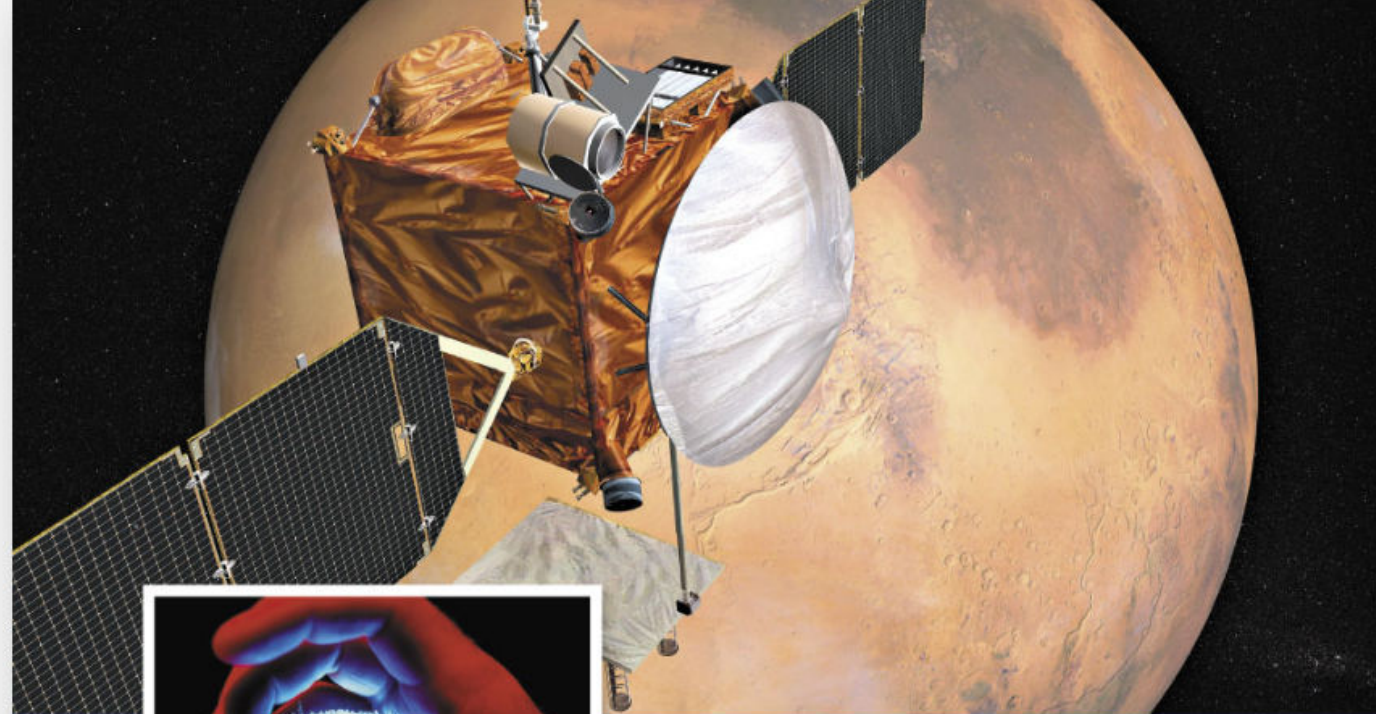
Al final del libro

Por último, el libro presenta algunos anexos informativos y recomendaciones de determinadas obras impresas y referencias electrónicas que puedes utilizar para consolidar tus aprendizajes.

Índice

Bloque I. Las características de los materiales		10
La ciencia y la tecnología en el mundo actual	Lección 1. Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente	12
Identificación de las propiedades físicas de los materiales	Lección 2. Cualitativas. Extensivas. Intensivas	22
Experimentación con mezclas	Lección 3. Homogéneas y heterogéneas. Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes	37
¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?	Lección 4. Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla. Concentración y efectos	47
Primera revolución de la química	Lección 5. Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa	57
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	» ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? » ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?	63
Evaluación tipo PISA		68
Bloque II. Las propiedades de los materiales y su clasificación química		70
Clasificación de los materiales	Lección 1. Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos	72
Estructura de los materiales	Lección 2. Modelo atómico de Bohr. Enlace químico	82
¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?	Lección 3. Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales	92
Segunda revolución de la química	Lección 4. El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev	103
Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos	Lección 5. 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	112
Enlace químico	Lección 6. Modelos de enlace: covalente e iónico. Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico	127
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?	136
Evaluación tipo PISA		140

Bloque III. La transformación de los materiales: la reacción química		142
Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química	Lección 1. Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)	144
¿Qué me conviene comer?	Lección 2. La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico	156
Tercera revolución de la química	Lección 3. Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling. Uso de la tabla de electronegatividad	166
Comparación y representación de escalas de medida	Lección 4. Escalas y representación. Unidad de medida: mol	176
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	» ¿Cómo elaborar jabones? » ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?	186
Evaluación tipo PISA		190
Bloque IV. La formación de nuevos materiales		192
Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria	Lección 1. Propiedades y representación de ácidos y bases	194
¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?	Lección 2. Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta	208
Importancia de las reacciones de óxido y de reducción	Lección 3. Características y representaciones de las reacciones redox. Número de oxidación	216
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?	230
Evaluación tipo PISA		236
Bloque V. Química y tecnología		238
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	» ¿Cómo se sintetiza un material elástico?	240
	» ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?	244
	» ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?	247
	» ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?	250
	» ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?	253
	» ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?	256
	» ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?	259
Evaluación tipo PISA		262
Anexos		264
Bibliografía		272



BLOQUE 1

Las características de los materiales

La ciencia y la tecnología en el mundo actual

Lección 1 Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente

Aprendizajes esperados

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

Experimentación con mezclas

Lección 3 Homogéneas y heterogéneas. Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes

Aprendizajes esperados

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

Identificación de las propiedades físicas de los materiales

Lección 2 Cualitativas. Extensivas. Intensivas

Aprendizajes esperados

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



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



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

Lección 4 Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla. Concentración y efectos

Aprendizajes esperados

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

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

(Preguntas opcionales)

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

Aprendizajes esperados

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

Primera revolución de la química

Lección 5 Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa

Aprendizajes esperados

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

Los avances científicos y tecnológicos han contribuido a la síntesis de nuevos materiales cuyas propiedades físicas y químicas ofrecen aplicaciones tan diversas que gracias a ellos se combaten enfermedades, se preservan alimentos, se cuida el ambiente y se ponen en órbita los satélites que mantienen comunicado a todo el planeta.

Reflexiona

- ¿Qué conocimientos químicos necesito para comprender las propiedades de los nuevos materiales?
- ¿Qué relación tiene la química con las tecnologías no contaminantes?
- ¿Cómo puedo desarrollar una investigación científica escolar relacionada con la química?

La ciencia y la tecnología en el mundo actual

Lección 1 Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA LAS APORTACIONES DEL CONOCIMIENTO QUÍMICO Y TECNOLÓGICO EN LA SATISFACCIÓN DE NECESIDADES BÁSICAS, EN LA SALUD Y EL AMBIENTE.
- ANALIZA LA INFLUENCIA DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y LAS ACTITUDES DE LAS PERSONAS HACIA LA QUÍMICA Y LA TECNOLOGÍA.

Inicio

Para pensar...

Ayer asistí a una conferencia acerca de la influencia de la química en las sociedades actuales. Por la noche soñé que mi celular se doblaba y desdoblaba en mi muñeca como si fuera de hule. Después, entre sueños, conecté mi computadora; era muy rápida, se encendía instantáneamente; podía tocar las fotos de mi pantalla y conectarme de inmediato con mis amigos. Me coloqué unos lentes que me iban mostrando mapas de mi ubicación segundo a segundo y, mientras escuchaba música ambiental que mi cerebro solicitaba, salí a correr a una pista cercana.



Figura 1.1 Gracias a los nuevos materiales, en el futuro será posible tener pantallas flexibles como las que se muestran en la imagen.

Después de darme un baño con todo y ropa (la cual, por cierto, quedó muy limpia), tomé un tren que flotaba sobre el piso y que avanzaba a 500 km/h. De pronto, un fuerte sonido me despertó. Pegué un brinco que provocó una carcajada en mi madre que me observaba. Entonces me di cuenta de que mis sueños se debían a la conferencia que había presenciado. El conferenciante habló de los nuevos materiales y de las aportaciones de la química que hacen del mundo un lugar más confortable (figura 1.1).

- ¿Cuáles son las principales aportaciones de la química a las sociedades actuales?
- ¿Cuál es la contribución de esta ciencia a la preservación de la salud y el medio ambiente?
- ¿Consideras que los avances tecnológicos nos benefician a todos por igual?

Desarrollo

El conocimiento químico y tecnológico

Pregunta a tus abuelos cómo vivían sus padres cuando eran niños, cuál era la forma en que viajaban o cómo se curaban. Te pintarán un mundo muy distinto al que conoces.

Por ejemplo, hace apenas unos sesenta años, un viaje de Villahermosa a Jalapa (dos poblaciones que se encuentran en el estado de Tabasco, a 70 km de distancia) tomaba un día completo: no había carreteras y el viaje se tenía que hacer siguiendo el curso de un río. La salida era al amanecer y se llegaba un poco antes de caer la noche. En ese lento recorrido, la gente tenía oportunidad de contemplar una gran variedad de vegetación y de animales.



Figura 1.2 La fibra óptica se usa en telecomunicaciones, para la transmisión de datos; en sensores, para medir la temperatura, y en la fabricación de concreto transparente, entre otras cosas. Los materiales con los que se elabora son el vidrio o algún polímero.

En la actualidad, este viaje se hace en una hora gracias a la construcción de carreteras y puentes, muchos de ellos fabricados con **materiales de características especiales** desarrollados en laboratorios químicos, y a las **aportaciones tecnológicas** en cuestiones de desarrollo automotriz.

En cuanto a la comunicación, probablemente tus abuelos te contarán del tiempo que tardaban en recibir noticias de otras personas. Algunas poblaciones no tenían oficina de correos y una carta tardaba mucho en llegar a su destino. Ahora las noticias llegan en un instante desde todos los rincones del planeta, gracias al **desarrollo de tecnologías** como la fibra óptica (figura 1.2).

En tiempos pasados había gente que moría de enfermedades que hoy se curan con medicamentos. ¿Sabías que hubo reyes que murieron de una infección intestinal? Hoy se habrían curado con algún tipo de antibiótico, pero en ese entonces, a pesar del poder que tenían, no pudieron hacer nada para salvarse. Reflexiona: ¿Cómo ha cambiado la esperanza de vida en tu comunidad?

Como puedes advertir, la **química** es una ciencia que ha tenido gran participación en el desarrollo de **diversos materiales** que en la actualidad se emplean para fabricar los objetos que te rodean. Mira a tu alrededor y notarás que éstos tienen muy diversas características: algunos son **rígidos**, otros son **flexibles**; los hay **ligeros**, **frágiles** o **resistentes**; existen **opacos** o **traslúcidos**; y todos ellos han contribuido al bienestar del ser humano.

La ciencia es una **actividad humana** entre cuyos objetivos está el de comprender a la naturaleza, y con la que se **construyen conocimientos** a partir de una **metodología específica**. También se le ha definido como "el conocimiento ordenado de los fenómenos naturales y de sus relaciones mutuas".

La química es una ciencia que estudia la **materia** y sus **cambios**, así como la **transferencia de energía** asociada con estos. Los **químicos** se dedican a responder preguntas como las siguientes: ¿De qué están hechas todas las cosas? ¿Cómo están estructuradas las sustancias? La **química** se ocupa, entre otras actividades, de la **síntesis** de **sustancias** que antes no existían; por tal razón, cada día contamos con más sustancias diferentes.

Por **tecnología** debemos entender el conjunto de conocimientos y procesos que sirven para la construcción y el diseño de objetos que satisfacen las necesidades humanas. En general, la tecnología se basa en conocimientos científicos y de ingeniería, aunque cabe mencionar que muchas veces se da primero el desarrollo de alguna tecnología y, después, surge la explicación científica de ésta. Lo que sí es un hecho es que existe una estrecha relación entre ambos conocimientos: el científico y el tecnológico. Por ejemplo, la tecnología apoya el desarrollo más rápido y eficaz de muchas investigaciones y hace posibles otras.

Glosario

Síntesis: proceso por medio del cual se producen compuestos químicos a partir de otros más simples.

Sustancia: porción de materia formada por el mismo tipo de partículas.



Figura 1.3 Aunque se sigue usando el método de salado, ya hay otros medios para conservar los alimentos por más tiempo, adicionando sustancias denominadas *conservadores químicos*.

GLOSARIO

Hipotermia: descenso de la temperatura del cuerpo por debajo de los 35 °C.

De esta manera, los químicos han producido **sustancias útiles**, por ejemplo, medicamentos, productos de limpieza e higiene personal, fertilizantes y plaguicidas, entre muchas otras. Estas sustancias han **mejorado la calidad de vida de las personas** al ayudar a combatir enfermedades, producir mejores alimentos en grandes cantidades, mejorar las propiedades de los materiales que ya se conocen, desactivar los efectos indeseables de otros, resolver problemas ambientales, etcétera.

Así, por ejemplo, somos afortunados por contar con alimentos que duran mucho tiempo sin descomponerse gracias a que contienen sustancias químicas que actúan como conservadores. Algunos de éstos se conocen desde la antigüedad, como la sal y el azúcar, pero otros, como el benzoato de sodio y el propionato de sodio, son de más reciente creación y han sido sintetizados en un laboratorio (figura 1.3).

Los científicos también han contribuido a la creación de materiales con características especiales para situaciones muy diversas. Por ejemplo, y sólo por citar una de tantas aplicaciones, existen prendas de vestir y calzado aislantes, como los trajes que se usaron durante el rescate de los náufragos del crucero Costa Concordia en enero de 2012, en Italia. Con estos trajes se evitó la muerte por **hipotermia** de las víctimas. Otros materiales aislantes que se han desarrollado son los utilizados por los bomberos, los cuales deben protegerlos del fuego y del contacto con sustancias corrosivas.

Actividades de aprendizaje

1. Selecciona cinco artículos que uses en casa de manera cotidiana y contesta en tu cuaderno.
 - a. ¿De qué material está hecho cada uno? ¿Es sintético o natural?
 - b. ¿De cuáles podrías prescindir? ¿Por qué? ¿Cómo afecta su fabricación al ambiente?
2. Forma un equipo con dos o tres compañeros e intercambien sus respuestas. Comenten a su profesor las que les parezcan más interesantes y ténganlas presentes durante el desarrollo del tema, ya que a partir de ellas pueden obtener argumentos para discusiones futuras.
3. Lee las respuestas que dieron investigadores mexicanos cuando se les preguntó cuál es su opinión acerca de las aportaciones de la química y la tecnología en la satisfacción de las necesidades básicas del ser humano, en la salud y en la preservación del medio ambiente.
 - » Luego reúnete con otros dos compañeros y escriban una opinión en conjunto, en la que manifiesten con cuáles de las ideas expresadas aquí estarían de acuerdo y por qué.

Vicente Talanquer Artigas

Los conocimientos y el trabajo en el área de la química han dado lugar a productos y procesos con enorme influencia en nuestra vida. Por un lado, han permitido la síntesis de nuevas sustancias que nos son indispensables, desde fertilizantes y plaguicidas para producir alimentos a gran escala hasta nuevos medicamentos que nos salvan la vida. Por el otro, la síntesis química también es responsable de la creación de gran variedad de materiales de uso diario, tales como plásticos, fibras sintéticas como el nailon y el poliéster, y cristales líquidos utilizados en la fabricación de pantallas de televisores, computadoras y teléfonos celulares.

Amparo Vilches:

De hecho, es casi imposible encontrar algo en lo que la tecnociencia, y en particular la química, no estén desempeñando un papel. Nuestro derecho y nuestro deber es prepararnos para participar en la toma de decisiones fundamentadas que impulsen las acciones beneficiosas y eviten las perjudiciales. Ése es el objetivo hoy de la química verde o química para la sostenibilidad: contribuir a hacer frente al conjunto de problemas interconectados ante el que se encuentra la humanidad (cambio climático, agotamiento de recursos, degradación de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, hambre...) para construir un futuro sustentable.

Antonio Lazcano Araujo

Las vacunas que recibimos de niños y adultos, la electricidad que nos permite escuchar la radio e iluminar calles y avenidas, el cuero curtido de nuestro calzado, los alimentos que consumimos, todo ello ha sido influido, de una manera u otra, por el desarrollo de la química. Los elementos químicos desfilan de manera ordenada por la tabla periódica y cuentan una historia de transformaciones que arranca con el origen cósmico de átomos que reaccionaron entre sí para formar moléculas que aún podemos identificar en cometas, meteoritos y planetesimales, los cuales originaron a nuestro planeta y a la vida misma. El desarrollo de las ciencias químicas también nos ha permitido demostrar que estamos hechos de los mismos átomos que conforman al universo y que somos, en realidad, hijos de las estrellas.

Mencionaremos a continuación, de manera más puntual, cómo la química y la tecnología contribuyen a que vivamos mejor. Consideraremos tres aspectos en los que esta ciencia tiene mayores aportaciones: los nuevos materiales, la salud y el medio ambiente.

La química y los nuevos materiales

Empecemos con una disciplina en la que confluyen la química y la tecnología: la **nanotecnología**. El prefijo *nano* proviene del latín *nanus*, que significa "enano", y el vocablo griego *tecno* significa "técnica"; la nanotecnología se refiere entonces a una técnica que se enfoca en lo muy pero muy pequeño.

Cuando se habla de un nanosegundo, por ejemplo, nos estamos refiriendo a la milmillonésima parte de un segundo; ¿puedes imaginarte eso? Si decimos **nanómetro**, significa que hablamos de la milmillonésima parte de un metro. Como recordarás de tu curso de Ciencias II, el tamaño de las **moléculas** y los **átomos** se expresa en nanómetros, pues son sumamente pequeños. Quienes hacen nanotecnología trabajan entonces con partículas cuyas dimensiones están entre 1 y 100 nanómetros.

En las últimas décadas se ha presentado un considerable avance tecnológico en las áreas de comunicación inalámbrica, **nanoingeniería**, informática y miniaturización de dispositivos electrónicos. Ejemplo de ello es el **grafeno**, un material de reciente creación que ha abierto las puertas a muchos proyectos de investigación en el campo de los nanomateriales (figura 1.4). Éste está formado por átomos de carbono, uno de los elementos más comunes en nuestro planeta, y su resistencia y conductividad eléctrica son excepcionales.

Estas propiedades ya se comienzan a utilizar en diversos campos como el de la electrónica (televisores, teléfonos celulares, computadoras, etcétera). Es posible que muy pronto el grafeno sustituya al silicio en los dispositivos electrónicos; de hecho, se está estudiando cómo alterarlo químicamente para darle las propiedades deseables para utilizarlo en varios aparatos. Cuando esto se logre, se tendrán pilas de computadoras que duren más de 100 horas antes de volver a cargarse; hoy, la batería de la computadora más moderna dura diez horas como máximo. Reflexiona: ¿Cómo ha cambiado la calidad de vida de las personas que pueden emplear prótesis elaboradas con materiales sintéticos para reemplazar alguna parte de su cuerpo?

Por otro lado, se están desarrollando los llamados **materiales inteligentes**, cuyas aplicaciones se dan en campos tan diversos como la carrera espacial y el cuidado de la salud.

GLOSARIO

Planetesimal: reciben este nombre ciertos agregados de materia de los que nacieron los planetas.

Molécula: partícula formada por dos o más átomos unidos químicamente.

Átomo: partícula que constituye a toda la materia y que está formada por protones, neutrones y electrones.

Nanoingeniería: rama de la ingeniería que diseña productos y sistemas a escala nanométrica.

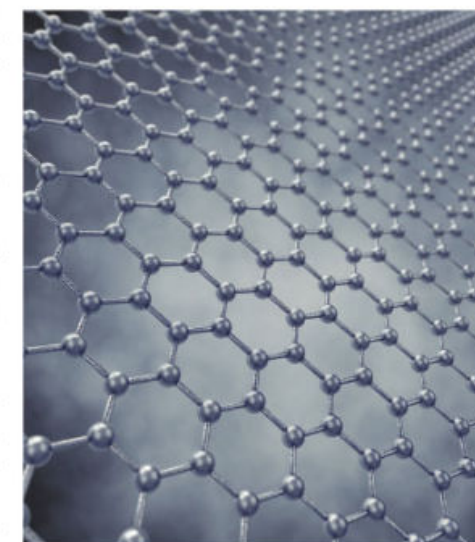


Figura 1.4 El grafeno es un nuevo material de carbono que forma láminas onduladas con el grosor de un átomo de este elemento (0.1 nm). Se obtuvo en el 2004 a partir del grafito.



Figura 1.5 En el mercado hay prendas de vestir, adornos y armazones para lentes elaborados con materiales cromocativos. En ellos se producen cambios de color cuando se someten a la luz ultravioleta. También hay otros que cambian cuando se les hace pasar una corriente eléctrica.

Estos materiales reciben diferentes nombres, dependiendo del estímulo al que responden. Por ejemplo, los materiales **cromocativos** cambian de color cuando se modifica la temperatura o la iluminación (figura 1.5). También existen vidrios fotosensibles, que se oscurecen para proporcionar un ambiente agradable a las habitaciones cuando hay demasiada iluminación en el exterior.

Otro de los campos donde ha habido gran desarrollo es el de los **polímeros**, palabra proveniente del griego y constituida por *poly*, que quiere decir "muchos", y *mero*, que significa "parte". Un polímero está compuesto

por un conjunto de moléculas llamadas **monómeros**, las cuales se unen y forman cadenas muy largas. Los polímeros pueden ser naturales o sintéticos.

Los naturales son, por ejemplo, el látex o caucho, conocido desde hace siglos en México y que se extrae del árbol del hule, y la seda, empleada en la confección de materiales textiles desde tiempos ancestrales y producida por la oruga perteneciente a la especie *Bombyx mori*. Reflexiona: ¿Qué ventajas y desventajas tiene para tu vida cotidiana el uso del plástico?

La baquelita fue el primer polímero que se sintetizó (1907) y debe su nombre al investigador de origen belga, nacionalizado estadounidense, Leo Baekeland (1863-1944), quien llevó a cabo dicha síntesis. Desde entonces se ha obtenido un gran número de polímeros. A algunos de éstos se les llama **plásticos** debido a la característica de que pueden ser moldeados. Son muchos los usos de los polímeros: fabricación de envases de todo tipo, carrocerías de automóviles, textiles de alta resistencia, llantas, empaques y aislantes, entre muchos otros más.

Si dividiéramos la cantidad de plástico que hay en nuestro país entre el número de habitantes, veríamos que a cada mexicano le corresponden alrededor de 20 kg. En países desarrollados, esta cifra llega a más de 100 kg. ¡Vivimos en un mundo de plástico!

La química en la salud

En enero de 2012 se presentaron brotes de influenza muy contagiosos en nuestro país y por ello se sacrificaron muchos animales. Reflexiona: cuando aparece una nueva enfermedad, ¿qué papel juega la química en su control? ¿Qué relación hay entre la química y los brotes de influenza? Los medicamentos que se utilizan para combatir las enfermedades son sustancias con propiedades que actúan contra el patógeno de forma específica, como los antivirales que se utilizan para tratar la influenza. Todos ellos se elaboran gracias a la química y a la biología.

En el área de la salud, ejemplos dignos de destacarse son las camisas que monitorean la presión arterial o que determinan el nivel de oxígeno en la sangre, el desempeño del corazón e inclusive son capaces de tomar electrocardiogramas o medir los niveles de algunas sustancias. Se están probando también sábanas de hospital que informan acerca de los signos vitales de los pacientes.

Amplio mis conocimientos



Aunque Galeno, en el siglo II, ya utilizaba materiales de la naturaleza para restaurar el equilibrio de la salud, no decía en qué cantidades debían utilizarse. En el siglo XVI, Paracelso trabajó en la extracción de principios activos, ya que pensaba que en toda prescripción había un componente responsable del efecto. En 1920, Alexander Fleming descubrió una sustancia del hongo *Penicillium chrysogenum* que mata a la bacteria *Staphylococcus aureus*.

Una ventana a la lectura



Amplia tus conocimientos con este libro de la Biblioteca Escolar SEP: René Drucker Colín et al., *Tercera serie de 400 pequeñas dosis de ciencia*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Algunas de las aplicaciones de los nuevos materiales en el campo de la medicina se muestran en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 Aplicaciones de los nuevos materiales en medicina
Prótesis dentales
Corazones y riñones artificiales
Materiales para reparar fracturas de huesos
Instrumental quirúrgico
Batas y mascarillas con propiedades antisépticas
Prótesis de cerámica para sustituir huesos
Tejidos artificiales
Nanomateriales para suministrar fármacos

Actualmente, en diferentes universidades del mundo se están haciendo investigaciones que como resultado han generado aplicaciones de las nanopartículas en el área de la salud. Por ejemplo, ya hay procedimientos para destruir coágulos en ratones; próximamente se empezarán a hacer pruebas en humanos. Si las investigaciones tienen éxito, será posible destruir coágulos aplicando el medicamento en el sitio exacto donde se necesita. Esto abre un campo enorme de posibilidades en la dosificación y administración de medicamentos.

La química y el medio ambiente

Hasta ahora hemos señalado algunos de los productos benéficos generados por la química, los cuales de alguna manera han mejorado o facilitado nuestra vida. Sin embargo, es necesario mencionar también algunos aspectos perjudiciales para nuestra salud o para el medio ambiente.

Por ejemplo, los plásticos tardan mucho tiempo en degradarse y, además, se acumulan en grandes cantidades, lo que afecta a los ecosistemas. Los investigadores químicos han trabajado para disminuir este problema. Ahora ya se fabrican plásticos que pueden ser degradados en la naturaleza, como los **foto-degradables**, lo cual significa que pueden descomponerse por la acción de la luz solar; los **oxo-degradables**, que se degradan por acción del oxígeno del aire; los **biodegradables**, que pueden degradarse por la acción de algunos seres vivos, como bacterias u hongos; y los **plásticos solubles**, que pueden disolverse en agua. En la figura 1.6 se presenta el ciclo de los polímeros biodegradables. Uno de los principales problemas de estos materiales es su costo, que sigue siendo alto comparado con el de los polímeros sintéticos que se utilizan para la fabricación de envases (figura 1.7).

Por otro lado, existen los **biopolímeros** o **bioplásticos**, que son plásticos creados por microorganismos. Estos materiales se fabrican a partir de materias primas como el almidón y los cereales, y son procesados por bacterias u hongos.

De México al mundo



En 1995, los científicos Mario Molina (mexicano), Paul Crutzen (holandés) y Sherwood Rowland (estadounidense) recibieron el Premio Nobel de Química por descubrir que la disminución de la capa de ozono se debe al uso de hidrocarburos clorofluorados usados en aerosoles y refrigeración.

Figura 1.6 Ciclo de los polímeros biodegradables. Dos de las ventajas de estos materiales son que no dependen del petróleo y que logran una significativa reducción de los residuos sólidos producidos por el uso de envases desechables.

- A. Biopolímeros.
- B. Productos finales. Envases desechables de bioplásticos.
- C. Productos de composteo. Basura orgánica y envases biodegradables.
- D. Abono (humus).

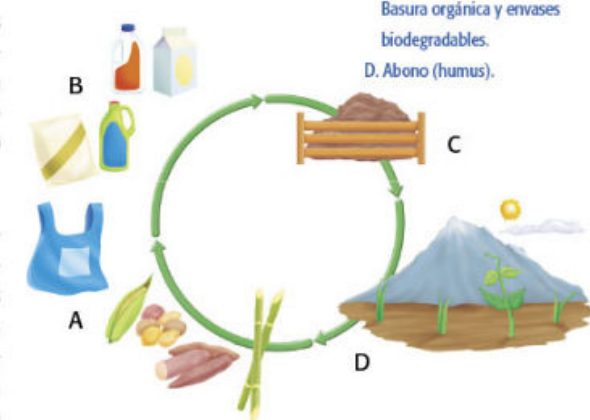


Figura 1.7 Algunos polímeros se utilizan también en implantes, material para suturas y cápsulas para medicamentos.

De México al mundo



La doctora Tessy López, de la Universidad Autónoma Metropolitana, está desarrollando medicamentos con nanopartículas que liberan las dosis terapéuticas en los sitios del cuerpo donde realmente se requieren, en pacientes con enfermedades como el cáncer.

Si bien muchos de los productos químicos contaminan el ambiente, como es el caso de los metales pesados y las emisiones de los automotores que desprenden a la atmósfera toneladas de gases, también se están haciendo esfuerzos en diferentes ámbitos para disminuir o evitar la contaminación. Por ejemplo, se sabe que el cinc y el manganeso, dos elementos contenidos en las pilas, contaminan el agua del subsuelo y pueden ocasionar problemas graves de salud (figura 1.8).

También se están desarrollando métodos para tratar los desechos de las fábricas antes de que se tiren a ríos o mares, y buscando procesos de obtención de materiales que no contaminen, o bien, que lo hagan en menor proporción.

La industria química y artesanal lleva a cabo esfuerzos para no utilizar metales pesados en productos de uso humano o animal, por ejemplo, evitando el uso de plomo en pinturas, en cosméticos, en útiles escolares, en cazuelas o en contenedores para almacenar alimentos o bebidas, en accesorios de fontanería, en cables y en gasolinas.

Cada uno de nosotros tiene también el compromiso de contribuir a mejorar nuestro planeta. Y tú, ¿a qué te comprometes?

Actividades de aprendizaje

Observa los objetos que se encuentren en tu habitación. Haz lo que se indica.

- Elabora dos listas: una de los objetos en los que consideres que interviene la química y otra en los que, según tú, no está presente esta ciencia.
- Escribe cuáles de estos objetos han contribuido más a la satisfacción de tus necesidades básicas o a hacer tu vida más cómoda y satisfactoria.
- Elige uno de ellos e investiga cómo han evolucionado tanto los materiales para su elaboración como su diseño. Por ejemplo, si el objeto que eliges es una mochila, podrías investigar:
 - ¿Qué usaban los niños de hace cincuenta años para llevar los libros a la escuela y de qué material se fabricaba?
 - ¿Cómo fueron evolucionando los materiales que se utilizaron para este propósito a lo largo de los años?
 - ¿Con qué materiales se elaboran las mochilas actuales?
 - ¿El proceso de fabricación contamina el medio ambiente?
 - ¿Existen otros materiales con los cuales sustituir a los actuales?
- Forma equipo con dos compañeros e intercambien su trabajo. Si tienen dudas acerca de las listas que elaboraron en el punto 1, soliciten la ayuda de su profesor para que las aclare.
- Elaboren una breve presentación para el resto del grupo.

Después de escuchar todas las presentaciones, que serán de lo más diversas, escribe en tu cuaderno una breve opinión de la influencia que han tenido en tu vida la química y la tecnología.



Figura 1.8 En algunos lugares de nuestro país, como en la Ciudad de México, hay programas para el manejo responsable de pilas. Con este programa se reciclan las baterías de manera que se recupera el cinc y el manganeso para fabricar aleaciones y utilizarlas en la industria automotriz.

Imagen social de la química y la tecnología

Seguramente habrás escuchado expresiones como "no comas eso porque es pura química" o "es mejor comer cosas naturales que no contienen químicos; los productos químicos son contaminantes" y otras semejantes. ¿Acaso los productos naturales no están formados por sustancias químicas? Basta escuchar la radio o la televisión para comprobar los comentarios anteriores. También en los periódicos aparecen noticias que nos alertan acerca de la contaminación que produce la industria química o que nos informan de algún accidente por el escape de alguna sustancia tóxica o radiactiva (figura 1.9).

Debido a la influencia de los medios de comunicación, mucha gente comparte opiniones negativas acerca de la química. Por ejemplo, se puede pensar que los **aditivos** que se añaden a los alimentos procesados son perjudiciales, cuando los conservadores permiten tener alimentos disponibles libres de bacterias y hongos, o que esta ciencia es la culpable de la contaminación del ambiente, o bien, que lo "natural" no contiene química ni contamina.

Sin embargo, esta situación presenta también otra faceta. Por ejemplo, en la publicidad de algunos productos llamados **milagro**, se ofrecen curaciones seguras o una gran pérdida de peso en unos cuantos días, sin modificar la dieta o con el uso de determinados zapatos. Se mencionan frases como "el producto X está a la vanguardia de la tecnología" o "el efecto de este medicamento está científicamente comprobado" (aunque no se haya llevado a cabo un análisis cuidadoso) o "el producto de limpieza Y tiene moléculas que devoran la grasa". Este tipo de publicidad influye en el público y le deja la imagen de que la ciencia tiene la última palabra, así como de que lo que se acepta ahora como explicación no sufrirá cambio alguno en el futuro.

Inclusive, desde el punto de vista científico, se cometen errores en los medios de comunicación, como cuando anuncian un producto alimenticio que es "energéticamente puro y limpio" o unos sartenes maravillosos que contienen "silicio reestructurante". ¿Nos hemos puesto a analizar el significado de estos términos? Mientras más extrañas sean las palabras del anuncio, ¿llamarán más la atención del consumidor? ¿Qué imagen de la ciencia proyectan los publicistas? Para conocer lo que piensan tus amigos y vecinos acerca de la química, te invitamos a efectuar la siguiente actividad.

Actividades de aprendizaje

- Entrevista a tus vecinos y familiares con el objeto de que te formes una opinión acerca de lo que piensa la gente en relación con la química. Procura entrevistar a personas de diferentes edades. Algunas preguntas podrían ser las siguientes:
 - ¿En qué piensa usted cuando escucha la palabra "química"?
 - ¿Qué productos químicos utiliza y en qué?
 - ¿De cuáles podría prescindir? ¿Por qué?
 - ¿Los productos químicos benefician o perjudican a la sociedad? ¿Por qué?

Aunque todas las preguntas son importantes, la primera te dará una idea de los temas con los que muchas personas asocian la química.



Figura 1.9 Las imágenes de algunos desastres nucleares u otros (como el ocurrido en una fábrica de pesticidas hace casi treinta años en Bhopal, India, y que dejó un saldo de miles de personas muertas) provocan que muchas personas tengan una imagen muy negativa de la química.

Glosario

Aditivo: sustancia que se añade a los alimentos para mejorar su presentación y sabor, color o aroma, y para incrementar el periodo de conservación.

- Forma equipo con dos de tus compañeros, intercambien las respuestas que obtuvieron y redacten un pequeño texto en el que describan cuáles fueron las más frecuentes, así como las conclusiones que pueden sacar de ahí. Preséntenlo al grupo.
- Albert Einstein dijo en alguna ocasión que un átomo era más fácil de destruir que un prejuicio. Escribe en tu cuaderno cuál es la relación de esta frase con la imagen que proyectan los medios acerca de la ciencia en general y de la química en particular.
- Te invitamos a leer el siguiente párrafo escrito por Vicente Talanquer, profesor e investigador químico mexicano.
 - Ten en cuenta que si se le pidiera a cada persona que se manifiesta en contra de la industria química que explicara en detalle el porqué de su opinión, posiblemente dirían que **porque así lo han escuchado en televisión y en radio**. Podríamos pedirles que piensen en cómo sería nuestra vida si no contáramos con los medicamentos, fertilizantes, plásticos y todos los nuevos materiales de los que disponemos hoy.

Creo que a la mayoría de la gente también la inundan sentimientos contradictorios cuando escucha las palabras química o producto químico. Por una parte, ya sea de manera consciente o inconsciente, los productos de la química nos encantan. Por ejemplo, todos saltaríamos de gusto y de emoción si mañana nos anunciaran que ya se sintetizó un fármaco para curar el cáncer o que se desarrolló un medicamento que controla definitivamente el desarrollo del virus que provoca el sida. ¿Quién se atrevería a negar que la síntesis de antibióticos, analgésicos, tranquilizantes nos ha cambiado la vida? También es cierto que millones de personas se benefician cada día con el incremento en la producción de alimentos debido al uso de fertilizantes y plaguicidas desarrollados por los químicos. ¿Y qué decir de los plásticos, los colorantes, las pinturas, los cosméticos, los aditivos alimenticios, las cerámicas? A ver, ¿quién sería la o el valiente que estaría dispuesto

a deshacerse de toda la ropa que esté fabricada con alguna fibra sintética o que ha sido sujeta a algún proceso químico? "Desde mañana, nada de poliéster, nailon, rayón o acrilán; nada de pantalones de mezclilla ni otras prendas coloridas de lana, seda o algodón". Sin embargo, también es cierto que el adjetivo químico o química nos asusta; para muchas personas es sinónimo de contaminante, dañino o perjudicial. Es también sinónimo de artificial, y hoy en día lo artificial está bastante desacreditado frente a lo natural. ¿Qué prefieres, una camiseta de poliéster o una de algodón? De alguna manera lo químico se asocia con lo artificial y lo tóxico, como si las sustancias naturales no fueran sustancias químicas y como si todo lo natural fuera inofensivo.

Tomado de Vicente Talanquer, "La química en el siglo XXI. ¿Ángel o demonio?", en *¿Cómo ves?*, núm. 12, noviembre de 1999.
- Organicen un debate en torno a la lectura, con ayuda del profesor.
 - Algunos de tus compañeros, o tú mismo, defenderán la postura de "ángel" y otros la de "demonio".
 - Argumenten muy bien sus participaciones, el objetivo es que convengan de cambiar de parecer a los que opinan distinto. Finalmente, ¿qué postura ganó?

Cierre

¿El deterioro ambiental es culpa de la química? O más bien, como dice Julieta Fierro, investigadora de la UNAM: "A diferencia de la ciencia y la tecnología, que no son ni buenas ni malas, las aplicaciones de éstas pueden ser negativas. Es como las palabras, se pueden usar para expresar maravillas o para herir. Por otro lado, gracias a la ciencia y la tecnología obtenemos múltiples beneficios que nos facilitan la vida: medicinas, transportes modernos, computadoras, radios, relojes, zapatos duraderos, en fin, la mayor parte de los objetos que empleas".

Integro mis aprendizajes

Ahora ya has aprendido acerca de la importancia que tiene la química en el mundo que nos rodea, de los aspectos de cómo esta ciencia ha contribuido a mejorar la salud y de los esfuerzos que se hacen para mejorar el ambiente. Desarrolla la siguiente actividad para integrar y poner en práctica tus aprendizajes.

- Forma un equipo con dos o tres compañeros.
- Localicen uno o dos anuncios de productos (ropa, zapatos, píldoras, cosméticos, medicamentos, alimentos, bebidas) que sean remedios maravillosos para alguna enfermedad o para cambiar nuestra apariencia. Pueden obtenerlos de la radio, internet, televisión o algún medio impreso, como periódicos o revistas.
- Analicen la información que ofrecen.
 - ¿Qué imagen de la ciencia o la tecnología transmiten?
 - ¿De qué manera influye esto en la decisión de comprar o no el producto?
 - ¿Cuál piensas que es la intención del publicista al invocar a la ciencia y a la tecnología en su anuncio?
 - ¿Aparecen afirmaciones claramente exageradas e incorrectas? ¿Cuáles?
 - Si se menciona la palabra **natural**, ¿qué cualidad se quiere resaltar?
 - ¿Realmente se tratará de un producto natural, que no ha sido sometido a ningún proceso? ¿Por qué?
 - ¿Qué riesgos hay al consumir productos que provienen de plantas?
- Con la ayuda de tu profesor, responde lo siguiente.
 - ¿Qué información incorrecta, desde el punto de vista científico, utilizan esos anuncios? Explica por qué es incorrecta.

Una ventana a la lectura



Horacio García, *El universo de la química*, México, Santillana, 2009 (Espejo de Urania).

José Antonio Chamizo, *Química mexicana*, México, Conaculta, 2003.

¿Qué he aprendido?

- Elabora un mapa mental que refleje la influencia de la ciencia y la tecnología en tus necesidades básicas. Ten en cuenta aspectos como la salud y el medio ambiente.
- Forma equipo con dos de tus compañeros e intercambien mapas mentales. Expongan uno a otro sus argumentos y complementenlos con sus puntos de vista.
- En equipo, elaboren un mapa mental para presentarlo al resto del grupo. Después, entre todo el grupo y con ayuda de su profesor, elaboren un solo mapa.
- Contesta las siguientes preguntas.
 - ¿Cómo se relacionan los avances tecnológicos con los conocimientos químicos?
 - ¿Cuál es en general la actitud de las personas hacia la ciencia y la tecnología? ¿A qué atribuyes esta actitud?
- Elabora una lista de 12 beneficios que hayamos obtenido de la ciencia y la tecnología.

Identificación de las propiedades físicas de los materiales

Lección 2 Cualitativas. Extensivas. Intensivas

APRENDIZAJES ESPERADOS

- CLASIFICA DIFERENTES MATERIALES CON BASE EN SU ESTADO DE AGREGACIÓN E IDENTIFICA SU RELACIÓN CON LAS CONDICIONES FÍSICAS DEL MEDIO.
- IDENTIFICA LAS PROPIEDADES EXTENSIVAS (MASA Y VOLUMEN) E INTENSIVAS (TEMPERATURA DE FUSIÓN Y DE EBULLICIÓN, VISCOSIDAD, DENSIDAD, SOLUBILIDAD) DE ALGUNOS MATERIALES.
- EXPLICA LA IMPORTANCIA DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y OBSERVACIÓN COMO HERRAMIENTAS QUE AMPLÍAN LA CAPACIDAD DE PERCEPCIÓN DE NUESTROS SENTIDOS.

Inicio

Para pensar...

Don Nacho fabrica guitarras desde que era joven. Hoy a sus casi 70 años, y luego de perder la vista, sigue haciendo las mejores guitarras del pueblo. Para elegir la madera, la toca, la golpea, la huele y la carga. ¿Con qué aparatos podría igualar su habilidad para elegir madera?

- » ¿Cuál es la importancia de nuestros sentidos a la hora de identificar un material?
- » ¿Y la de los instrumentos de medición y observación hechos por el ser humano?
- » ¿Cómo se llama el conjunto de propiedades que permiten identificar a un material?

Desarrollo

Propiedades cualitativas

Las propiedades son las características o cualidades que nos permiten clasificar los objetos y que determinan sus usos. ¿Recuerdas cómo descubriste el mundo? Pues fue por medio de tus sentidos, es decir, sensorialmente. De pequeño veías y oías con atención a tu alrededor; aventabas las cosas, las golpeabas, las olías, las tocabas y las saboreabas (figura 1.10). También buscabas reconocer los sonidos, los colores, las texturas, los olores y los sabores de las cosas: sus propiedades organolépticas, es decir, las que se perciben por medio de los sentidos. Éstas, junto con los estados de agregación de la materia, conforman las propiedades cualitativas, características que no se pueden medir o expresar mediante cantidades, sino mediante cualidades, de ahí su nombre.

Como las propiedades cualitativas no se miden, su apreciación depende de la agudeza de los sentidos (figura 1.11). Por tal razón, su reconocimiento resulta subjetivo. Cabe mencionar que tal situación está cambiando, ya que en la actualidad hay aparatos que miden el color o el olor, también hay escalas para medir el picor del chile, lo cual nos muestra cómo evoluciona el conocimiento a la par de la tecnología.

Figura 1.11 Cada especie animal tiene una manera intuitiva de efectuar mediciones. El pez arquero atrapa insectos lanzando, con gran precisión, un chorro de agua en forma de parábola, para derribar a los insectos al agua y poder devorarlos.



Figura 1.10 Los cinco sabores que detectamos con el gusto son salado, dulce, ácido, amargo y umami (sensación gustativa que provoca el ácido glutámico, el cual forma parte de las proteínas).



Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Experimento Clasificación de materiales

Propósito. Evidenciar la importancia de la clasificación si se tiene en cuenta el fin que se persigue.

Materiales

Gelatina, jugo, leche, arena o tierra, frutas, bolsas de diferentes materiales, artículos escolares, objetos de plástico, tela, metal, madera, entre otros.

Procedimiento

1. Coloquen sobre una mesa los objetos que reunieron. Obsérvenlos y decidan un criterio para clasificarlos.
2. Representen en el cuaderno la clasificación que hicieron. Pueden emplear esquemas.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Respondan las siguientes preguntas en su cuaderno.
 - a. ¿Qué criterio emplearon para clasificar los objetos?, ¿por qué lo hicieron de esa manera?
 - b. ¿Qué factores se deben considerar para efectuar una clasificación adecuada?
 - c. ¿Qué pasaría si en una biblioteca se clasificaran los libros por color?
 - d. ¿Y si en un laboratorio de química se acomodaran los reactivos en orden alfabético?
2. Compartan sus resultados con el grupo. Comenten los retos que enfrentaron para finalmente elegir una manera de clasificar los objetos.

Actividad experimental

Actividades de aprendizaje

¿Cómo es?, ¿para qué sirve?

1. Forma un equipo con dos o tres compañeros. Hagan lo que se indica a continuación.
 - » Consigan tijeras, papel y lápiz. Recorten pedazos de papel de 5 cm².
 - » Escriban el nombre de un objeto de uso cotidiano en cada papel.
 - » Dóblenlos para que no se vea lo que dicen.
 - » Alguno de ustedes tome un papelito y léalo en silencio sin que los demás se enteren del contenido. El resto del equipo preguntará, por turnos, acerca de las características del objeto misterioso. Por ejemplo: ¿está hecho de madera?, ¿huele a limón?, ¿es amarillo?, ¿es liso?, así seguirán hasta que infieran qué es y para qué sirve.
 - » En orden, los demás miembros del equipo sacarán un papel y repetirán la dinámica anterior. En cada turno ganará quien, con el menor número de preguntas, haya deducido de qué objeto se trataba.
2. Reflexiona con tu equipo las siguientes preguntas.
 - a. ¿Qué hicieron para relacionar las características del objeto con su uso?
 - b. ¿Qué característica fue la más útil para reconocerlo?
 - c. ¿Las propiedades cualitativas les fueron suficientes para saber el uso del objeto?

La materia y sus cambios

La materia en la naturaleza se puede encontrar en estado sólido, como las rocas, la madera o tus huesos; líquido, como el agua, la gasolina, el aceite y las lágrimas; y gaseoso, como el aire que respiramos. Además, puede estar en forma de plasma, como en las estrellas.



Figura 1.13 Un fluido no newtoniano, como el que se muestra en la imagen, se siente duro como sólido si lo golpeas con fuerza, pero puedes hundir tu dedo en él si lo haces despacio.

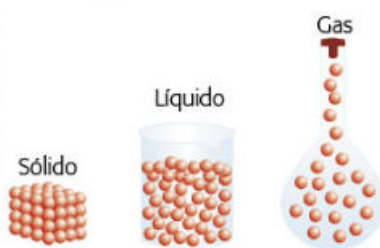


Figura 1.12 Si se modifica la temperatura, cambia la energía cinética de las partículas y se puede cambiar el estado de agregación de un material.

A dichos estados en los que se puede presentar la materia se les llama **estados de agregación** y dependen de la organización de sus partículas. Los sólidos tienen una forma y un volumen definidos, los líquidos adquieren la forma del recipiente que los contiene, pero poseen un volumen definido, y los gases ocupan todo el volumen del recipiente que los contiene, por lo que no tienen forma ni volumen definidos. El plasma posee las mismas características que los gases, pero sus partículas presentan carga eléctrica.

Como recordarás, el **modelo corpuscular** establece que toda la materia está formada por **partículas en constante movimiento separadas entre sí**. En el estado sólido, éstas se encuentran muy cerca unas de otras; en el líquido están más separadas, y en el gaseoso están todavía más apartadas (figura 1.12).

Algunos materiales, como el malvasisco, tienen características de dos estados de agregación, por lo que su clasificación no resulta obvia. ¿Recuerdas que si haces una mezcla de fécula de maíz con agua obtienes un material con características peculiares (como tomar la forma del recipiente que lo contiene y escurrir si lo volteas)? Como aprendiste en tu curso de ciencias del año pasado, éste es un fluido no newtoniano (figura 1.13).



Experimento
¿Sólido o gas?

Actividad experimental

Propósito. Comparar la compresibilidad de un sólido, de un líquido y de un gas.

Material para dos estudiantes

Un malvasisco pequeño, dos jeringas de 10 ml sin aguja, encendedor o cerillos, agua, piedras pequeñas o arena de mar (se pueden usar también frijoles, lentejas u otras semillas que quepan dentro de la jeringa). Antes de comenzar la actividad, ten en cuenta que cuando un material aumenta su volumen decimos que se **expande**; en cambio, cuando disminuye su volumen decimos que se **comprime**. Contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.

- ¿Se pueden comprimir los sólidos? ¿Y los líquidos?
- ¿Los gases pueden comprimirse fácilmente?
- ¿Se puede comprimir un malvasisco?

Procedimiento

- Retira el émbolo de la jeringa. Prende el encendedor y acerca la punta de la jeringa a la flama para que se derrita y quede sellada. Hazlo con precaución.
- Vuelve a colocar el émbolo en la jeringa y presiónalo. Observa lo que sucede.
- Retira el émbolo de la jeringa y acomoda las piedritas en su interior, más o menos hasta la mitad de su volumen. Después, coloca nuevamente el émbolo y presiónalo. Describe en tu cuaderno lo que ocurrió.



Figura 1.14 Hay zonas de la corteza terrestre (cámaras magmáticas) donde se encuentran materiales en estado líquido y gaseoso. El magma es expulsado por las chimeneas volcánicas hacia la superficie, donde la temperatura es menor, lo que provoca su solidificación.

Los materiales pueden **cambiar de estado de agregación** si las condiciones ambientales se modifican. Por ejemplo, un litro de helado en el congelador se encontrará en estado sólido; si lo sacas y lo dejas a la intemperie, al cabo de un tiempo se derretirá y se transformará en líquido.

Otro ejemplo de **cambio de estado de sólido a líquido** es el de un chocolate que nos guardamos en la bolsa del pantalón y que, con el calor del cuerpo, se va derretiendo, es decir, se va transformando en un líquido. Este proceso se llama **fusión**. El proceso inverso, el **cambio de estado de líquido a sólido**, se llama **solidificación**. Ejemplo de ello son el agua, cuando se congela y se transforma en hielo en el refrigerador, y la lava de los volcanes, cuando se enfría después de una erupción (figura 1.14).

Los **cambios de estado dependen también de las condiciones a las que se somete la materia**. Por ejemplo, el aire que, como sabes, es una mezcla de gases, se puede licuar si se aumenta la presión y se reduce la temperatura.

¿Has visto el contenido de un encendedor transparente? Si pones atención, notarás que es líquido y al oprimir la palanca sale en forma de gas debido a la reducción de la presión. A este **cambio de estado de líquido a gas** se le llama **evaporación** o **vaporización**. Lo mismo ocurre con los tanques de gas L. P. (licuado de petróleo) que se emplean para el funcionamiento de las estufas y los calentadores de agua en las casas.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.

- Retira las piedras de la jeringa, agrégale agua hasta la mitad y presiona el líquido. Luego jala el émbolo. Describe en tu cuaderno qué ocurrió.
- Coloca el malvasisco dentro de la jeringa que no has empleado y presiónalo. Explica en tu cuaderno qué le sucedió.

Análisis de resultados y conclusiones

- Responde nuevamente las preguntas que te planteamos al principio de la actividad. Explica a tu profesor tus predicciones y los cambios que presenciaste.
- Analiza el siguiente cuadro e indica por escrito si podrías comprimir con este método los materiales que en él se enuncian. Clasifícalos como sólidos, líquidos o gases.

Materiales	¿Se comprime?	Sólido	Líquido	Gas
madera				
alcohol				
esponja				

- Responde en tu cuaderno. Posteriormente, comenta tus respuestas con el profesor.
 - ¿Qué características de los gases presentan el malvasisco y la esponja?
 - ¿Qué características de los sólidos tienen ambos objetos?

¿Has notado que los vasos con agua y hielo suelen humedecerse por fuera? Esto se debe a que el aire contiene vapor de agua que al ponerse en contacto con el vaso frío pasa al estado líquido; este cambio de estado de gas a líquido se llama condensación.

En México existen géiseres, en ellos el agua del subsuelo se encuentra en estado líquido a alta temperatura y presión elevada, de forma que se vaporiza al salir, ya que la presión disminuye repentinamente. Conforme se va enfriando con el aire, el vapor se condensa, esto es, pasa de vapor a líquido.

Por otro lado, productos como el dióxido de carbono sólido (hielo seco), las bolitas de naftalina y el paradiorobenceno (utilizado en los desodorantes para baño) tienen la propiedad de que, a cierta temperatura, cambian del estado sólido al gaseoso sin pasar por el líquido; a este proceso se le llama sublimación. El proceso inverso, el paso de gas a sólido, se denomina deposición (figura 1.15).

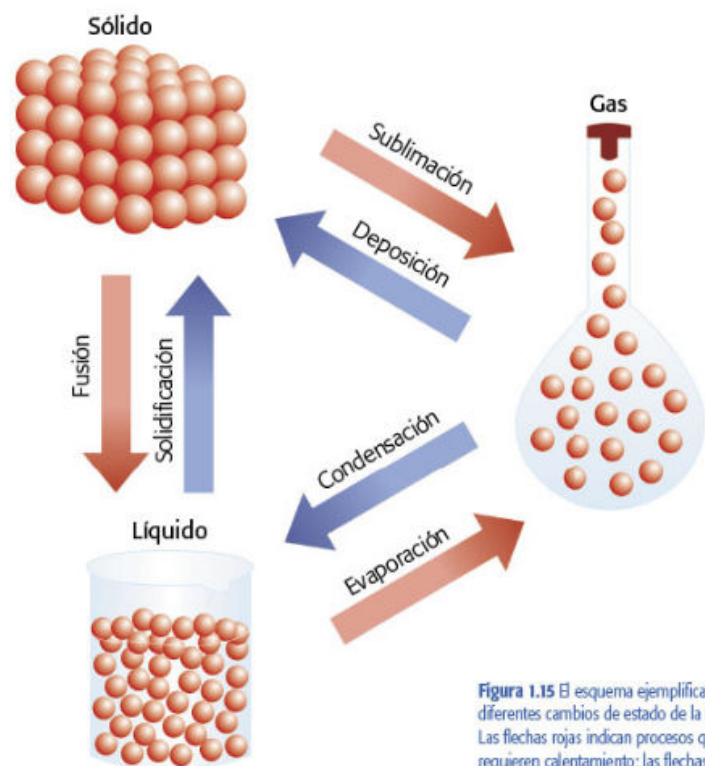


Figura 1.15 El esquema ejemplifica los diferentes cambios de estado de la materia. Las flechas rojas indican procesos que requieren calentamiento; las flechas azules, los procesos que necesitan enfriamiento.

Propiedades cuantitativas

Se llaman **propiedades cuantitativas** aquellas que se pueden medir (como la masa, el volumen, la temperatura y la densidad) y que se clasifican en **extensivas** e **intensivas**. El que se puedan medir es importante porque la percepción que tenemos de ellas es limitada, en ocasiones la sensibilidad de nuestros órganos sensoriales es insuficiente; además, no todos poseemos la misma sensibilidad y las percibimos de distinta manera.



Figura 1.16 En la actualidad se busca redefinir el kilogramo, por ser la única unidad basada en las propiedades de un objeto (una pieza de platino e iridio fabricada en 1879) cuyo desgaste y contaminación pueden provocar imprecisiones.

Los investigadores pueden estudiar lo que sus colegas publican gracias a que hay un lenguaje comprensible para la comunidad que trabaja en esa área de la ciencia. Puede ser complicado entender un texto científico, ya que para ello se requiere mayor preparación. Sin embargo, también hay personas que difunden la ciencia para que sea accesible para todos.

En el trabajo científico es vital la medición, pero ¿qué es medir? Cuando se mide, se efectúa la comparación de una magnitud (que es una propiedad medible) con un patrón de referencia. En el Sistema Internacional de Unidades (SI), el metro es el patrón de referencia para la longitud; para la masa, el kilogramo (figura 1.16); el metro cúbico para el volumen; y el segundo para el tiempo.

Por tal razón, los instrumentos de medición son sumamente importantes. ¿Cómo trabajaría un científico sin reloj, un aviador sin altímetro, un buzo sin manómetro, un automóvil sin velocímetro, un carpintero sin regla, un electricista sin multímetro o un mercado sin básculas?

Los instrumentos que ha inventado el hombre a lo largo de la historia sirven para tener un mayor conocimiento del mundo y para emprender actividades que de otro modo no se podrían efectuar. Actualmente existen instrumentos de medición y otros que nos ayudan a observar, oler, saborear, oír y sentir más allá de nuestros límites naturales.

Por ejemplo, si se mete material de vidrio a una **autoclave** para esterilizarlo, se requiere exponerlo a cierta temperatura durante un tiempo determinado; para medir esto se utilizan el termómetro y el reloj. Cuando se quiere medir el tamaño de una bacteria, se lleva a cabo el procedimiento con un microscopio micrométrico, ya que a simple vista no la podemos ver. Si requerimos medir la concentración de una sustancia que absorbe la luz visible o la radiación ultravioleta, podemos hacerlo con un **espectrofotómetro**.

Propiedades extensivas

La **masa** y el **volumen** son propiedades que dependen de la cantidad de materia, por esta razón se conocen como **propiedades extensivas**.

Estarás de acuerdo en que el volumen de un vaso de agua no es igual al de una botella de un litro o que la masa de una pequeña roca no es igual a la de nuestro planeta. La **masa** es la cantidad de materia contenida en un cuerpo y la unidad con la que se expresa en el SI es el kilogramo (kg). El instrumento para medir la masa es la **balanza**.

¿Qué diferencia hay entre masa y peso? La **masa**, como ya se mencionó, es la cantidad de materia de un cuerpo, mientras que el **peso** es la fuerza con que lo atrae la fuerza de gravedad, en este caso, a la Tierra. Si la gravedad en nuestro planeta fuera menor de lo que es, pesaríamos menos, pero tendríamos la misma masa.

GLOSARIO

Autoclave: aparato que sirve para esterilizar objetos y sustancias situados en su interior por medio de vapor y altas temperaturas.

Espectrofotómetro: aparato que mide la cantidad de luz absorbida por una sustancia en disolución y compara intensidades espectrales con respecto a una longitud de onda.

Amplio mis conocimientos



Si tienes oportunidad, visita el museo Universum, que se encuentra en la Ciudad Universitaria de la UNAM, en la Ciudad de México. Ahí hay aparatos que simulan la gravedad de diversos planetas y constatarás que, a diferente gravedad, tienes diferente peso, pero, claro, la misma masa.



Figura 1.17 Balanza romana. La masa a pesar se pone en el brazo corto y el contrapeso, móvil, en el largo.



Conocer esta magnitud es importante en la preparación de medicamentos (para conseguir la dosis terapéutica correcta), en la navegación (para no hundirse), en los aviones (para poder volar y aterrizar sin contratiempos por el sobrepeso) y al cocinar (para preparar alimentos balanceados con cantidades adecuadas), por citar algunos ejemplos.

La balanza fue inventada por los egipcios 3500 años antes de Cristo y, desde entonces, ha sido utilizada por su importancia para el comercio. Tiempo después, los romanos crearon una balanza con un solo plato, donde se colocaba la muestra a pesar y un contrapeso que se deslizaba por un brazo (figura 1.17).

¿Te imaginas a los deportistas en la antigua Olimpia? ¿Conocerían su peso? Cuando uno de nosotros quiere saber su peso utiliza una báscula. Algunas básculas cuentan con dispositivos que calculan si estamos en nuestro peso ideal.

GLOSARIO

Sensibilidad de un aparato: número de divisiones que tiene una unidad en la escala de medición.



Figura 1.18 Balanza granataria. La sensibilidad de esta balanza es de 0.1 g y su escala de medición está en gramos.



Figura 1.19 Balanza analítica.

En la actualidad existen balanzas con diferentes **sensibilidades** (figura 1.18). En los laboratorios de análisis químico se tienen balanzas analíticas con una sensibilidad de 0.001 g (figura 1.19), en cambio, las balanzas que se utilizan en los mercados sobre ruedas tienen una sensibilidad de 25 g. ¿Medirías con la misma balanza un tornillo pequeño y un kilogramo de azufre? ¿Por qué?

El SI fue adoptado en la XI Conferencia de Pesas y Medidas de 1960, llevada a cabo en la ciudad de París, debido a la necesidad de unificar la gran diversidad de sistemas de unidades que existían hasta ese entonces. El acuerdo fue tomar siete unidades básicas y derivar de ellas a las demás (cuadro 1.2). Tener un solo sistema de unidades facilita a los científicos de todo el mundo el entendimiento de las publicaciones y otras actividades relacionadas con la investigación.

Cuadro 1.2 Sistema Internacional de Unidades		
Magnitud	Unidad	Símbolo
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
intensidad luminosa	candela	cd
cantidad de sustancia	mol	mol
temperatura	kelvin	K

Como ya se mencionó, el **volumen** es una propiedad extensiva de la materia y es el espacio ocupado por un cuerpo. ¿Cómo se mide esta propiedad?

En el SI, el volumen se expresa en metros cúbicos (m³). Un metro cúbico es el espacio que ocupa un cubo de un metro de lado. Para medir el volumen también podemos utilizar el litro (l) y el mililitro (ml). Las equivalencias de estas unidades y las del SI son las siguientes:

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}; 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}; 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$$

La elección del instrumento para medir un volumen depende del tamaño de éste y de su estado. Por ejemplo, el agua que contiene una pecera cúbica se mide aplicando la fórmula para calcular el volumen de un cubo, pero si necesitamos tomar un mililitro de un medicamento líquido, lo medimos con una jeringa; y si en un laboratorio se requiere medir volúmenes del orden de millonésimas de litro o microlitro (µl), se utilizan micropipetas. ¿Cómo medirías el volumen de un gas, de un líquido y de un sólido?

El volumen de un sólido regular se calcula tomando en cuenta sus dimensiones y aplicando la fórmula correspondiente. Busca los cuerpos geométricos y las fórmulas para calcular su volumen en el **anexo 2, página 270**. En cambio, el volumen de un sólido amorfo se determina sumergiéndolo en un líquido contenido dentro de un recipiente graduado. La diferencia entre los volúmenes del líquido con y sin el sólido dentro será el volumen de este último.

Seguramente has oído hablar de Arquímedes de Siracusa, matemático griego a quien el rey Hierón II le encargó averiguar si su corona era de oro puro, ya que sospechaba que el orfebre que la había elaborado había cambiado parte del oro por plata. Arquímedes debía medir de algún modo el volumen de la corona para calcular su densidad, pero, claro está, sin destruirla. Así que fue a darse un baño para pensar y ahí notó que, al entrar a una tina llena de agua, ésta se desbordaba y que entre más se sumergía más agua se derramaba.

Arquímedes concluyó que su cuerpo desplazaba un volumen igual de líquido. Tomó la corona, un trozo de oro y un trozo de plata del mismo peso que la corona, y midió el volumen de agua que desplazaba cada uno. ¿Qué crees que encontró? Que la corona desplazaba un volumen intermedio entre el del oro y el de la plata. La interpretación de esto fue que la corona no era de oro puro y que el orfebre era un ladrón.

Como los gases ocupan todo el recipiente que los contiene, su volumen será el de éste. Cuando se obtiene un gas en el laboratorio, se le puede recuperar en una probeta graduada, invertida y sumergida en un recipiente con agua, como se indica en el esquema (figura 1.20). En la escala se lee el volumen del líquido desplazado por el gas.

Para medir el volumen de líquidos se utiliza material de vidrio graduado, como las pipetas, las probetas, las buretas y los matraces volumétricos. Las pipetas y las buretas miden el **volumen entregado**, es decir, la cantidad de líquido que se vacía en otro recipiente (figura 1.21). En cambio, el matraz volumétrico y la probeta miden el **volumen contenido**, es decir, el del líquido que tienen dentro (figura 1.22).

La superficie de los líquidos no es completamente horizontal, sino curva. Esta curva se conoce con el nombre de **menisco**. La lectura del nivel de los líquidos con menisco cóncavo se efectúa donde la división de la escala toca el punto más bajo de la curva del líquido (figura 1.23). Esta lectura debe hacerse con la vista a la misma altura del menisco.



Figura 1.20 Cuando se disuelve una pastilla efervescente en agua (1) se desprende dióxido de carbono; para atraparlo (2), se utiliza una probeta llena con agua e invertida.



Figura 1.21 Bureta



Figura 1.22 De izquierda a derecha: vaso de precipitados, probeta graduada y matraz volumétrico.



Figura 1.23 Casi todos los líquidos forman un menisco cóncavo.

GLOSARIO

Roca basáltica: roca que se forma al enfriarse magma bajo la superficie. Queda al descubierto cuando las montañas se erosionan.

Roca granítica: roca que se forma al enfriarse el magma después de ser expulsado a la superficie terrestre.

Una ventana a la lectura

Si deseas conocer más acerca de las propiedades físicas de los materiales, consulta este libro:

Antonia Martín M. y Maricela Flores B., *La materia*, México, SEP-Santillana, 2002.

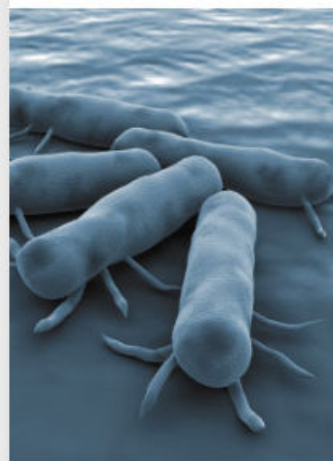


Figura 1.24 A temperaturas superiores a los 60 °C, bacterias como la *Salmonella* y otros microorganismos son destruidos. Afortunadamente, en todo el territorio nacional el agua hierve a una temperatura superior a los 60 °C. Por ejemplo, en lo más alto del Pico de Orizaba hierve a unos 79 °C, con lo que dichos microorganismos se destruyen al hervir los alimentos contaminados.

Propiedades intensivas

Ahora hablaremos de las propiedades intensivas, aquellas que no dependen de la cantidad de materia. Ejemplos de esta clase son la temperatura de fusión y la de ebullición, la viscosidad, la densidad y la solubilidad.

Temperatura

De tu curso de ciencias del año anterior recordarás que la temperatura es una medida promedio de la energía cinética de las partículas. Para su medición se emplea un termómetro o un termopar, y su unidad en el SI es el kelvin (K).

La temperatura de fusión es aquella en la cual un sólido se convierte en líquido. Por ejemplo, las rocas basálticas y las rocas graníticas, que se encuentran en el interior de los volcanes, se funden alrededor de los 1 000 °C y los 700 °C, respectivamente. Cada sustancia tiene una determinada temperatura de fusión a una presión definida, por ello, podemos utilizar esta propiedad para distinguir entre sustancias de aspecto parecido.

Por último, cuando se calienta un líquido, aumenta la energía cinética de sus moléculas, por lo que éstas escapan de la fase líquida y conforman la fase de vapor que ejerce presión sobre la superficie del líquido mismo. Ésta se denomina presión de vapor.

Cuando la presión de vapor llega al valor de la presión atmosférica se dice que el líquido alcanza su temperatura de ebullición (figura 1.24). Si la presión atmosférica es de 1 atm, se dice que el líquido ha alcanzado la temperatura normal de ebullición, que para el agua es de 100 °C. Esta temperatura permanece constante (segmentos A-B y C-D) mientras ocurre el cambio de fase, como se ve en la gráfica (figura 1.25):

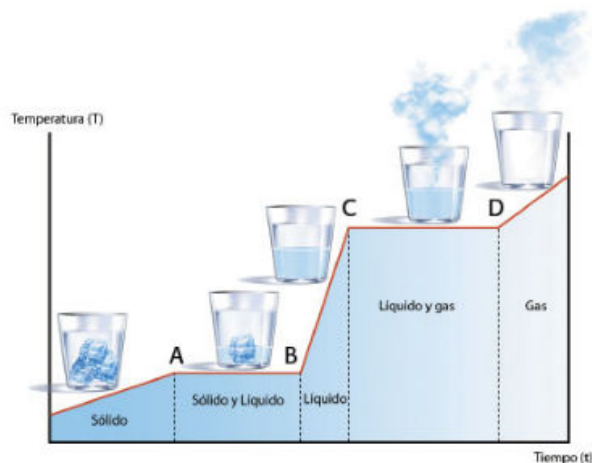


Figura 1.25 Gráfica que muestra los cambios de estado de agregación del agua conforme aumenta la temperatura.

La temperatura de ebullición de un líquido aumenta en relación directa con la presión. Por ejemplo, el agua hierve a 100 °C a nivel del mar, donde la presión es de 1 atm, en cambio, en la Ciudad de México, donde la presión es de aproximadamente 0.7 atm, hierve a 91.5 °C; y en una olla de vapor, en la que aumenta la presión, hierve cerca de los 120 °C. Cuando se reporta en una revista científica la temperatura de ebullición de una sustancia, se entiende que es a 1 atm de presión.

Actividad de aprendizaje

Estado físico y temperatura

Ahora que ya sabes qué son la temperatura de fusión y la temperatura de ebullición, podrás clasificar los materiales indicados en la siguiente tabla con base en su estado de agregación o estado físico que, como vimos en la lección, depende de las condiciones ambientales.

Por ejemplo, a nivel del mar, el agua pasa de sólido a líquido al llegar a los 0 °C, por lo que a temperaturas inferiores se le encontrará como sólido, y a más de 100 °C estará en estado gaseoso. Por lo tanto, a -20 °C es un sólido y a 40 °C, un líquido.

1. Haz un análisis similar con la información que se presenta en el siguiente cuadro y responde en tu cuaderno.

Material	Temperatura de fusión (°C)	Temperatura de ebullición (°C)
oxígeno	-218	-183
mercurio	-39	357
alcohol etílico	-117	78
nitrógeno	-210	-199
glicerina	18	290
acetona	-94	57
oro	1 064	2 856
aceite de linaza	-20	316
azufre	115	445
éter	-116	35

- ¿Qué estado físico (sólido, líquido o gas) tendrá cada uno de los materiales anteriores si la temperatura ambiente es de -20 °C?
- ¿Cuál será su estado físico si están a una temperatura de 40 °C?

Viscosidad

La viscosidad de un líquido es su resistencia a fluir, y en el SI se expresa en Pa · s (pascal por segundo), que corresponde a N · s/m² (newton por segundo sobre metro cuadrado). Cabe mencionar que la unidad más común para expresar la viscosidad es el poise (P), el cual equivale a 1 g/cm · s (gramo sobre centímetro por segundo).

En la determinación de la viscosidad, lo que se mide es cuánto tiempo tarda un gramo de sustancia en recorrer un centímetro dentro de un capilar. El aparato con el que se mide se llama viscosímetro (figura 1.26).



Figura 1.26 Viscosímetro. Este instrumento se emplea en industrias como la del petróleo y las pinturas.



Figura 1.27 Cuando hay un derrame de petróleo en el mar, éste flota sobre el agua por ser menos denso, lo que afecta la vida de muchos organismos.

Densidad

¿Te has fijado en cómo un cubito de hielo flota en el agua de un vaso? Es seguro que sí. ¿Has oído algo acerca del Titanic? Este barco se hundió al colisionar con un témpano de hielo que el capitán no vio hasta que prácticamente estaban chocando contra él, ya que en las cercanías de los polos el hielo flota sobre el océano, pero no sobresale por completo.

La densidad (d) es una propiedad intensiva que relaciona la masa (m) de un material con su volumen (v). Ésta se puede medir directamente, con un instrumento llamado densímetro, o indirectamente, si se miden por separado la masa y el volumen y luego se aplica la fórmula correspondiente:

$$d = \frac{m}{v}$$

La densidad de una sustancia varía con la temperatura y también si se disuelven en ella otras sustancias. Por ejemplo, la densidad del agua pura a 4 °C es de 1 g/cm³, pero la del agua de mar a la misma temperatura es de 1.0277 g/cm³, debido a las sales disueltas en ella. La densidad promedio del **petróleo crudo** varía entre 0.92 y 0.87 g/cm³, en función de su composición (figura 1.27).

La densidad del plomo (11.35 g/cm³) es bastante mayor que la del agua de mar, por ello, los buzos sujetan pesas de plomo a su cintura para sumergirse sin hacer demasiado esfuerzo. De por sí, nuestra densidad corporal es menor que la densidad del agua y por eso flotamos en ella.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.

Glosario

Petróleo crudo: mezcla homogénea de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos, que se origina en el interior de la Tierra. Es un recurso no renovable y es la fuente principal de energía de la civilización.



Experimento

La columna líquida y ¿cuál es más viscoso?

Propósito. Comparar la densidad y la viscosidad de algunos líquidos.

Materiales por equipo de cuatro personas

200 ml de cada uno de los siguientes líquidos: aceite, alcohol, glicerina, miel de maíz y agua; una probeta de 50 ml, cinco probetas de 100 ml (las probetas se pueden sustituir por frascos o vasos altos y angostos), un cronómetro o reloj con segundero y tres balines.

Procedimiento. Parte A

1. En la probeta, vierte con cuidado 5 ml de cada líquido, excepto del alcohol. Recuerda que la densidad es una relación de la masa con el volumen, por lo cual, si agregamos el mismo volumen de los líquidos, el más denso quedará hasta abajo y el menos denso hasta arriba.
2. Observa los líquidos y anota en tu cuaderno sus nombres en orden ascendente de densidad. Representálos dibujando como quedaron dentro de la probeta (figura 1.28).



Figura 1.28

3. El alcohol forma una disolución con el agua cuando ambos se mezclan íntimamente. Predice en tu cuaderno qué pasará si agregas ahora el alcohol. Argumenta tu predicción.
4. Agrega el alcohol a la probeta con los líquidos y observa si se cumple lo que predijiste. Anota en tu cuaderno el resultado.
5. Para no derramar los líquidos, tapa la parte abierta de la probeta con tu mano y agita su contenido, volteando la probeta una vez. Espera un minuto y observa si se cumple ahora tu predicción (figura 1.29).

Procedimiento. Parte B

1. Coloquen en una probeta 100 ml de alcohol.
2. Midan con el cronómetro el tiempo que tarda el balín en recorrer la distancia que hay desde la superficie del líquido hasta el fondo. Registren en el cuaderno la información que obtengan.
3. Para conseguir mejores resultados, repitan el experimento tres veces y, con los datos recabados, calculen el tiempo promedio.
4. Hagan lo mismo con el resto de los líquidos.

Análisis de resultados y conclusiones

De la parte A

1. Responde las siguientes preguntas y comparte tus respuestas con tus compañeros.
 - a. ¿Obtuviste el resultado que esperabas?
 - b. ¿Qué otro líquido agregarías en este experimento?
2. Averigua los valores de densidad de los líquidos utilizados y escríbelos frente al líquido correspondiente en tu dibujo de la columna. Deben haberse colocado en orden creciente de densidad, de arriba hacia abajo.
3. Redacta en tu cuaderno una conclusión. Ten en cuenta los conceptos de densidad y viscosidad, así como tus predicciones.

De la parte B

1. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas. Después, coméntalas con tu equipo y con tu profesor.
 - a. ¿Cómo se relaciona la viscosidad del líquido con el tiempo que tarda el balín en recorrer la distancia de la superficie al fondo de cada probeta?
 - b. Si se calentara cada uno de los líquidos (todos a la misma temperatura), ¿el balín tardaría más o menos en hacer el recorrido?, ¿cómo se relaciona entonces la temperatura con la viscosidad?



Figura 1.29

Amplio mis conocimientos



La **solubilidad de los gases** es un factor crítico en el buceo. Cuando un buzo se sumerge, la presión sobre su cuerpo aumenta 1 atm por cada 10 m que desciende. Al aumentar la presión, se incrementa también la solubilidad de los gases en la sangre. En particular, el aumento de nitrógeno disuelto en la sangre produce un estado de somnolencia y desorientación llamado **narcosis por nitrógeno**. Por otro lado, si el buzo asciende a la superficie demasiado rápido, la solubilidad de los gases en su sangre disminuye y se generan burbujas dentro de su torrente sanguíneo, lo cual puede provocar embolias gaseosas que pondrían en grave riesgo su vida. Por eso, es recomendable ascender lentamente en cada inmersión y hacer una parada de seguridad a 5 m de la superficie durante cinco minutos, de acuerdo con las normas establecidas para el buceo seguro.

En la RED



Ingresa a esta liga:
<http://www.redir.mx/QS-034>.

Solubilidad

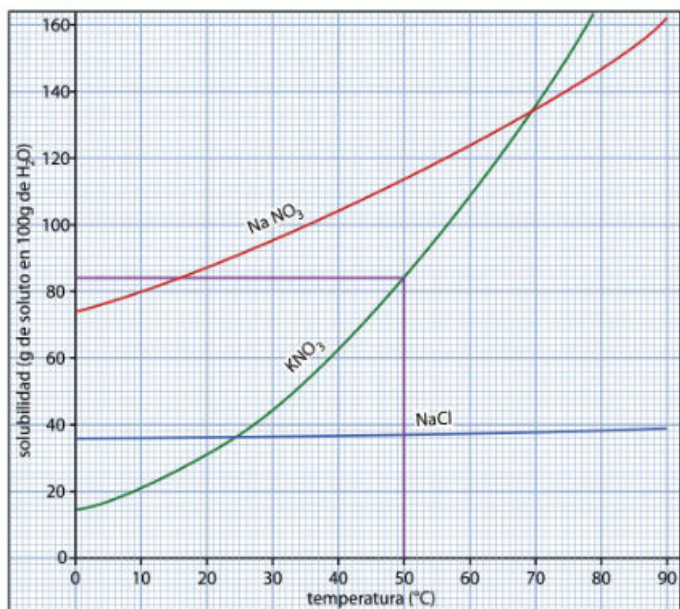
Como seguramente habrás notado, la sal de mesa se disuelve en agua. Si a un vaso con agua le vas agregando sal, verás que cada vez es más difícil disolverla y que llega un momento en que ya no se disuelve más: se ha disuelto la máxima cantidad de sal posible a esa temperatura y en esa cantidad de agua.

Cuando se **disuelve una sustancia en otra**, se forma una **disolución**. En una disolución, se llama **disolvente** a la sustancia que está en mayor proporción (el agua en el ejemplo anterior) y **soluto** a la que se encuentra en menor proporción (la sal en este caso).

La **solubilidad** es la máxima cantidad de masa, expresada en gramos, de un soluto que se disuelve en 100 g de disolvente a una temperatura determinada y se expresa en gramos de soluto por 100 g de disolvente. Por ejemplo, la solubilidad de la sal de mesa (cloruro de sodio) en agua a 0 °C es de 34.2 g por 100 g, y cambia muy poco al variar la temperatura, mientras que para el nitrato de potasio a 0 °C es de 17 g por 100 g, y a 50 °C, de 80 g por 100 g de agua.

Cuando una disolución contiene menos soluto que la cantidad correspondiente a la solubilidad del soluto disuelto en 100 g de agua, ésta se denomina **no saturada**; si tiene exactamente esa cantidad, se denomina **saturada**; y si tuviera disuelta una cantidad mayor, sería **sobresaturada**. La solubilidad, como otras propiedades de la materia, se ve afectada por la temperatura (figura 1.30) y por la presión para los solutos gaseosos.

Con algunos solutos se pueden obtener disoluciones sobresaturadas. Por ejemplo, el acetato de sodio trihidratado forma este tipo de disoluciones después de un proceso de calentamientos y enfriamientos lentos. Si a una disolución saturada se le agrega un poco más de soluto, éste ya no se disuelve más y precipita al fondo del recipiente que la contiene.



Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.

Figura 1.30 Solubilidad de algunas sales en agua, en función de la temperatura. En la gráfica se indica que con 84 g de nitrato de potasio, KNO₃, se obtiene una disolución saturada a 50 °C.

Actividades de aprendizaje

Contesta en tu cuaderno las siguientes preguntas. Consulta la gráfica de la página anterior (figura 1.30).

- » ¿Cuántos gramos de cloruro de sodio (NaCl) y de nitrato de potasio (KNO₃) se disuelven en agua a 25 °C?
- » ¿Cuál de las dos sustancias es más soluble a esa temperatura?
- » ¿Cuál es la más soluble a 75 °C? ¿Por qué?



Experimento Solubilidad

Propósito. Comparar la solubilidad de la sacarosa (azúcar de mesa) y de la sal, en agua fría y en agua caliente.

Materiales por pareja

Cuatro vasos transparentes iguales, dos cucharas cafeteras, cinta adhesiva o marcador, agua caliente, agua fría, azúcar y sal de mesa.

Predice

¿Cómo será la solubilidad del azúcar en agua caliente con respecto a su solubilidad en agua fría? ¿Pasará igual con la sal?

Procedimiento

1. Coloca en un vaso agua caliente; en el otro, vierte la misma cantidad de agua fría.
2. Agrega el azúcar, de cucharada en cucharada, al vaso con agua fría. Cada vez que adiciones azúcar, agita hasta lograr que se disuelva por completo. Cuenta cuántas cucharadas puedes disolver sin que quede azúcar sólida en el fondo del vaso (figura 1.31).
3. Repite el paso 2, pero ahora en el vaso con agua caliente.
4. Haz todo el procedimiento de nuevo, pero ahora con la sal. ¿Cuántas cucharadas puedes disolver sin que quede sal sólida?

Análisis de resultados y conclusiones

1. Dibuja un cuadro como el siguiente en tu cuaderno y registra cuántas cucharadas se disolvieron en cada caso.

	Azúcar	Sal
agua fría		
agua caliente		

2. Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.
 - » ¿Se cumplieron tus predicciones? Argumenta tu respuesta.
 - » ¿Qué pasaría si, en vez de usar agua, se utilizara alcohol como disolvente?

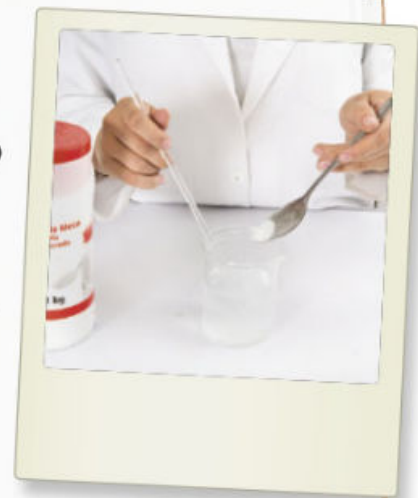


Figura 1.31

Actividad experimental

Cierre

En esta lección has reconocido las propiedades que nos ayudan a clasificar e identificar a la materia. También has aprendido que las condiciones del medio afectan el estado de agregación en que ésta se encuentra. Además, te has dado cuenta de la manera en que los instrumentos de medición y observación nos ayudan a ampliar nuestros sentidos, en especial, al medir las propiedades cuantitativas.

Integro mis aprendizajes

1. Responde en tu cuaderno.

- Si tuvieras dos sustancias del mismo color y la misma masa, ¿qué propiedades podrías utilizar para clasificarlas?
- Si tienes medio litro de agua y lo vas a transformar en hielo, ¿cabrá en un recipiente de medio litro? Explica.
- ¿Qué error cometerías si determinarás el volumen de un hielo midiendo con una probeta el volumen del agua que queda cuando éste se derrite? Justifica tu respuesta.

2. Observa las figuras 1.32 a 1.35 y escribe en tu cuaderno una propiedad cualitativa, una intensiva y una extensiva de los objetos que representan.



Figuras 1.32, 1.33, 1.34 y 1.35



¿Qué he aprendido?

1. Resuelve en tu cuaderno los siguientes problemas.

- En la gráfica de la página 34 se muestra la variación de la solubilidad del nitrato de potasio (KNO_3) en función de la temperatura. Si tenemos 200 g de una disolución saturada de esta sal y la calentamos a 60°C , ¿cuántos gramos de nitrato de potasio se tendrán que añadir para que la disolución siga siendo saturada?
- Supón que tienes una esfera de 10 cm de diámetro, un cubo de 3 cm de arista y unas pinzas. Describe cómo medirías su volumen.
- Observa la figura 1.36. Las cinco botellas tienen la misma masa y están hechas de diferente material. Se conocen cinco datos de densidad: 1.0 g/cm^3 , 0.9 g/cm^3 , 0.7 g/cm^3 , 2.5 g/cm^3 y 1.5 g/cm^3 . ¿Qué dato corresponde a cada una de las botellas?



Figura 1.36 Botellas de igual masa, pero de diferente densidad.

2. A continuación tenemos varias oraciones fragmentadas, complétalas en tu cuaderno utilizando los conceptos adquiridos durante la lección.

- Clasificar es importante en ciencias porque...
- Una propiedad cualitativa es...
- Un gas se condensa cuando...
- Al elevar la temperatura, un sólido...
- Las propiedades intensivas sirven para...
- Los instrumentos de medición son importantes para...

3. Escribe qué limitaciones tendríamos si no existieran los siguientes instrumentos: balanza, cronómetro, regla, probeta, microscopio, binoculares, telescopio y brújula.

Experimentación con mezclas

Lección 3 Homogéneas y heterogéneas. Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA LOS COMPONENTES DE LAS MEZCLAS Y LAS CLASIFICA EN HOMOGÉNEAS Y HETEROGÉNEAS.
- IDENTIFICA LA RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE UNA MEZCLA (PORCENTAJE EN MASA Y VOLUMEN) Y SUS PROPIEDADES.
- DEDUCE MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS CON BASE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUS COMPONENTES.

Inicio

Para pensar...

Al día siguiente de la gran fiesta de mis vecinos, me asomé por la ventana y vi la acera llena de desechos: había vasos de unicel, colillas de cigarro, botellas de plástico, cacahuates y trozos de tostadas y papas fritas. Si ya somos más de siete mil millones de habitantes en la Tierra y todos tiráramos basura en la calle, ¿qué sería de nuestro planeta?

Luego vi cómo se llevaron la basura toda revuelta (figura 1.37), formando una mezcla tan diversa que sería muy difícil rescatar de ella lo reciclable. Me pregunté: ¿Qué volumen de plástico se tira en México en un fin de semana?, ¿cuánto tarda en degradarse?, ¿qué daños causa al medio ambiente?, ¿cómo se podría aprovechar para producir algo más?, ¿cómo se puede separar el papel para reutilizarlo?, ¿qué otros materiales son rescatables?

Reducir, reutilizar y reciclar... seguro lo has leído o escuchado. ¿Cómo practicas tú estas acciones?



Figura 1.37 Cuando se mezcla la basura que generamos, se dificulta su reciclaje; por esta razón es recomendable separar los desechos en orgánicos e inorgánicos.

Desarrollo

La ciencia y la tecnología nos ofrecen varias opciones para disminuir los desechos que generamos. Con el estudio de esta lección te darás cuenta de que si conoces las propiedades de los materiales y en qué consisten los métodos de separación de mezclas, podrás poner tu granito de arena para resolver este tipo de problemas.

Las mezclas

Mira a tu alrededor. ¿Qué materiales hay? Usamos utensilios diversos en cada una de nuestras actividades diarias, vestimos ropa hecha con diferentes fibras y comemos alimentos variados que nos aportan la gama de nutrientes necesarios. Elige alguno de ellos, por ejemplo, la leche. ¿Qué contiene?, ¿está compuesta de un solo ingrediente? Sabemos que no, pues, además de agua, contiene grasas, proteínas, vitaminas y azúcares. A los materiales formados por más de un componente se les llama mezclas.

Las mezclas se caracterizan por tener composiciones diversas, por ejemplo, el aire que respiramos contiene diferentes cantidades de dióxido de carbono (CO_2), en función de los niveles de contaminación existentes durante el día.

Una ventana a la lectura



Amplia tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:

Mónica Lavín, *Planeta azul, planeta gris*, México, ADN Editores, 2007.

GLOSARIO

Estado de agregación: estado físico de las sustancias según la ordenación interna de sus partículas. Hay tres estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso.

Los constituyentes de una mezcla conservan sus propiedades físicas y químicas; gracias a ello es posible separarlas en sus componentes mediante diferentes métodos.

Existen mezclas en los diferentes **estados de agregación**; pueden ser líquidas, como el agua con alcohol; sólidas, como el bronce (cobre con estaño), o gaseosas, como el aire que respiramos (figura 1.38). También pueden formarse con materiales en distinto estado de agregación, como la arena en agua, el polvo en el aire o la neblina. Para simplificar su estudio, las mezclas se clasifican en heterogéneas y homogéneas.



Figura 1.39 Cuando "limpiamos" los frijoles antes de cocerlos, separamos las piedritas con la mano. Esto podemos hacerlo porque se trata de una mezcla heterogénea.



Figura 1.38 En la vida cotidiana es factible encontrar mezclas en los diferentes estados de agregación.



Figura 1.40 En la naturaleza existen distintos ejemplos de coloides, como la neblina que impide la visibilidad en esta carretera.

Las mezclas heterogéneas constan de dos o más fases o porciones de materia físicamente distintas (figura 1.39). Por ejemplo, en una ensalada se distinguen la lechuga, la zanahoria, el brócoli, el jitomate, el ajonjolí, los trozos de pollo y el aguacate que la conforman.


Hay mezclas heterogéneas cuyos componentes son difíciles de separar, por ejemplo, cuando se quiere obtener un metal a partir de su mineral, ya que eso implica un conjunto de procedimientos que van desde la extracción del mineral hasta la refinación del metal.

Las mezclas homogéneas, también llamadas disoluciones, presentan una sola fase, es decir, tienen una apariencia uniforme, por lo que a simple vista no se pueden distinguir sus componentes. Por ejemplo, el agua con sal se ve igual que el agua pura, aun vista con un microscopio. Otros ejemplos de disoluciones son el acero, las amalgamas, el latón, el bronce y el suero fisiológico.

Existen mezclas que son difíciles de clasificar en homogéneas o heterogéneas porque están en la frontera entre las disoluciones y las mezclas heterogéneas; tal es el caso de los coloides.

En un coloide, el tamaño de las partículas dispersas en el disolvente oscila entre los 10 y los 1 000 nanómetros (nm). Algunos ejemplos de este tipo de mezcla son la mayonesa, el humo, la gelatina, la leche, la clara de huevo, la piedra pómez y los productos en aerosol (figura 1.40).

Además, los coloides tienen la propiedad de dispersar la luz, esto es, la reflejan en diferentes ángulos, lo que hace que, al iluminarlos con una lámpara, se vea la trayectoria del haz luminoso; a esto se le conoce como **efecto Tyndall** (figura 1.41, página siguiente). Este fenómeno no se presenta en las disoluciones porque las partículas de soluto son demasiado pequeñas para interactuar con la luz visible; por ello, esta prueba nos ayuda a diferenciar una disolución de un coloide.

 Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental

Actividades de aprendizaje

Clasifica en tu cuaderno las siguientes mezclas en homogéneas o heterogéneas. Explica a tu profesor sus características.

Sangre	Mármol	Gasolina	Lápiz
Sal de mesa	Olla de barro	Madera	Acuario

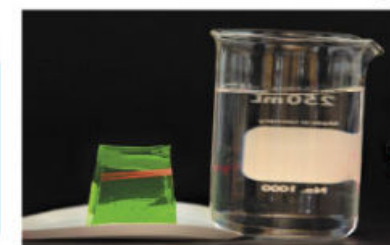


Figura 1.41 El agua salada (derecha) no dispersa la luz, como sí lo hace una gelatina (¿izquierda).



Experimento
Una mezcla humectante

Propósito. Preparar una mezcla con usos prácticos.

Muchos de los productos usados para el aseo personal son mezclas elaboradas con diversas sustancias. Entre éstos destacan los cosméticos que se emplean en la vida cotidiana; por tal razón, te proponemos elaborar una crema humectante.

Materiales y reactivos

Dos cucharadas de crema de cacao, dos cucharadas de lanolina, cuatro cucharadas de aceite de ricino, tres cápsulas de vitamina E (opcional), unas gotas de tu perfume favorito, cuchara de madera, cacerola, fuente de calentamiento (lámpara de alcohol, mechero o estufa), recipiente con tapa para guardar la crema, etiqueta y lápiz. Los cinco primeros materiales los puedes encontrar en alguna farmacia grande.

Procedimiento

1. Vierte en la cacerola la lanolina, la crema de cacao y el aceite de ricino. Revuelve los componentes con la cuchara de madera hasta obtener una mezcla.
2. Acomoda la cacerola en la fuente de calentamiento y continúa revolviendo la mezcla hasta que los componentes se fundan. Procura que la mezcla no se quemé.
3. Retira la cacerola del fuego, añade las cápsulas de vitamina E y espera a que se enfríe. Después, agrega las gotas de perfume y guarda la mezcla en el recipiente.
4. Etiqueta el recipiente e indica que se trata de una crema para la piel. Escribe la fecha de elaboración.

Precaución

Maneja los materiales calientes con cuidado para evitar quemaduras. Algunas personas son sensibles a los ingredientes que empleaste en la crema, por lo que no debes usarla sin antes hacer una prueba de alergia. Para ello, coloca una gota de la crema en la parte interior del codo y cúbreala con una gasa. Si al cabo de unos minutos sientes comezón o se enrojece la piel, lávala con abundante agua y no uses la crema.

Análisis de resultados y conclusiones

Responde en tu cuaderno.

- a. ¿Qué tipo de mezcla preparaste?
- b. ¿Consideras que se pueden separar fácilmente los constituyentes de la crema? ¿Por qué?

 Actividad experimental

Concentración de las mezclas

Una manera de conocer la composición de una mezcla es mediante su **concentración porcentual**. Este término se refiere a la cantidad que hay de cada componente por cada 100 partes de la mezcla. Por ejemplo, el cuerpo humano está formado principalmente por doce **elementos químicos** (figura 1.42). En el cuadro 1.3 se muestra el porcentaje de cada uno de ellos.

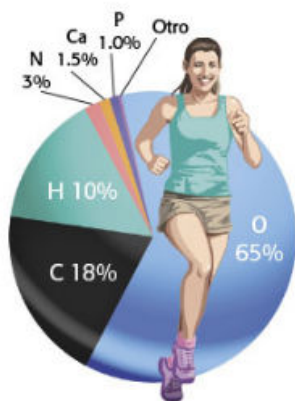


Figura 1.42 Composición porcentual de los elementos químicos en nuestro cuerpo.

GLOSARIO

Elemento químico: materia constituida por átomos del mismo tipo.

Cuadro 1.3 Concentración porcentual de algunos elementos químicos en el cuerpo humano

Elemento	Porcentaje en masa (% m/m)	Elemento	Porcentaje en masa (% m/m)
oxígeno (O)	65.000	potasio (K)	0.350
carbono (C)	18.000	azufre (S)	0.250
hidrógeno (H)	10.000	sodio (Na)	0.150
nitrógeno (N)	3.000	cloro (Cl)	0.150
calcio (Ca)	1.500	magnesio (Mg)	0.050
fósforo (P)	1.000	hierro (Fe)	0.004

Probablemente notaste que en la tabla anterior aparece el dato de **porcentaje en masa** (% m/m). A continuación veremos qué significa esto. El elemento más abundante en nuestro organismo es el oxígeno, presente en 65%, lo cual quiere decir que, por cada 100 g de masa corporal, 65 g son de ese elemento.

En cambio, en la corteza terrestre hay 46.4% de oxígeno, lo que significa que, si analizamos 100 g de corteza, encontraremos 46.4 g de ese elemento en los óxidos y las sales que conforman a los minerales (figura 1.43).

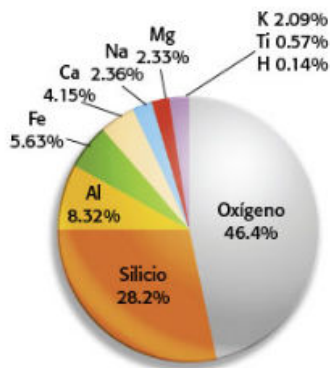
De igual manera, podemos encontrar esta forma de expresar la concentración en la etiqueta de diversos alimentos procesados (figura 1.44), por ejemplo, es factible que hallemos la concentración de benzoato de sodio, una sustancia ampliamente utilizada para conservar los alimentos ácidos.

Figura 1.43 Composición porcentual de los elementos en la corteza terrestre.

La concentración de benzoato de sodio que debe emplearse en un producto va de 0.05% a 0.1%, es decir, a un kilogramo de mermelada se le pueden agregar de 0.5 g a 1 g de ese conservador. Si se encuentra en una concentración mayor, altera el sabor del alimento y en menor concentración no tiene una acción eficaz contra hongos y levaduras.



Figura 1.44 Con la información de las etiquetas de los productos, podemos calcular la composición porcentual de sus ingredientes.



Para calcular el **porcentaje en masa** (% m/m) de una disolución, hay que relacionar la masa del soluto con la de la disolución. Este porcentaje se calcula del mismo modo como lo estudiaste en matemáticas:

$$\text{Porcentaje en masa} = \frac{\text{masa del soluto}}{\text{masa de la disolución}} \times 100 \quad \text{Fórmula 1}$$

Recuerda que la masa de la disolución es la suma de la masa del soluto y la del disolvente. Veamos algunos ejemplos:

» Para preparar un kilogramo de suero fisiológico se usaron 9 g de sal, ¿cuál es la concentración porcentual en masa de la sal en el suero?

Para resolver este problema se sustituyen en la fórmula anterior las masas del soluto y de la disolución por los valores correspondientes:

$$\text{Porcentaje en masa de la sal} = \frac{9 \text{ g de sal} \times 100}{1\,000 \text{ g de suero}} = 0.9\%$$

Si lo que se requiere es calcular la **masa de cada componente en una mezcla** y se conocen los porcentajes, entonces se despeja la masa del soluto de la fórmula 1 y se obtiene lo siguiente:

$$\text{Masa del soluto} = \frac{\text{porcentaje en masa (masa de la disolución)}}{100}$$

Ahora resolvamos el siguiente problema con lo que ya sabemos.

Una de las aleaciones usadas en la fabricación de llaves para el agua tiene la siguiente composición porcentual (% m/m): 81% de cobre, 13% de cinc, 3% de estaño y 3% de plomo. ¿Qué masa se necesita de cada uno de los metales para elaborar 5 kg de dicha aleación?

Para determinar la cantidad necesaria de cada metal, se calculan sus masas asociándolas con los porcentajes mencionados:

$$\text{Masa de cobre (kg)} = \frac{81 \text{ kg de cobre (5 kg de aleación)}}{100 \text{ kg de aleación}} = 4.05 \text{ kg de cobre}$$

De esta manera, obtenemos que, además, se necesitan 0.65 kg de cinc, 0.15 kg de estaño y 0.15 kg de plomo.

La suma de estas masas debe ser igual a 5 kg, verifiquemos:

$$4.05 \text{ kg de cobre} + 0.65 \text{ kg de cinc} + 0.15 \text{ kg de estaño} + 0.15 \text{ kg de plomo} = 5 \text{ kg de mezcla.}$$

Otra manera de expresar la composición de una mezcla es mediante el **porcentaje en volumen** (% v/v). Por lo general, esta expresión de la concentración se usa en mezclas líquidas homogéneas. Se refiere a los mililitros que hay de soluto por cada 100 ml de disolución. Por ejemplo, un vino cuyo porcentaje de alcohol etílico es de 12% v/v contiene 12 ml de alcohol por cada 100 ml del vino (figura 1.45).



Figura 1.45 En la etiqueta de este vino se informa la concentración porcentual de alcohol.

La concentración porcentual en volumen se calcula como se explica a continuación:

$$\text{Porcentaje en volumen (\% v/v)} = \frac{\text{volumen del soluto}}{\text{volumen de la disolución}} \times 100 \quad \text{Fórmula 2}$$

Resolvamos un problema. ¿Qué concentración porcentual en volumen tiene una disolución que se preparó con 30 ml de alcohol etílico (C_2H_6O) y 570 ml de agua? Puedes suponer que los volúmenes son aditivos, es decir que, al mezclarse los líquidos, el volumen final será igual a la suma de ambos.

Si sustituimos los datos en la fórmula 2, tenemos:

$$\text{Porcentaje de alcohol etílico (\% v/v)} = \frac{30 \text{ ml alcohol}}{30 \text{ ml alcohol} + 570 \text{ ml de agua}} \times 100$$

Entonces, el porcentaje en volumen de alcohol etílico en la disolución es de 5%.

Actividades de aprendizaje

Resuelve en tu cuaderno lo siguiente.

- ¿En cuántos gramos de agua se deben disolver 5 g de cloruro de potasio (KCl) para que la disolución resultante tenga una concentración de 3.5% m/m?
- Calcula qué cantidad de soluto y de disolvente hay en 200 ml de una disolución al 20% v/v.
- En la Ciudad de México, la máxima cantidad de alcohol etílico permitida en la sangre de un conductor es 0.8 g/l (equivalente a 0.4 mg/l de aire espirado). Expresa esa concentración en porcentaje en masa (considera la densidad de la sangre como 1.055 g/ml).



Figura 1.46 Los tipos de latón que existen, además de un diferente color, tienen propiedades específicas que les confiere su diferente composición. Algunas herramientas hechas de acero, tienen un recubrimiento de latón para evitar su corrosión.

Concentración y propiedades de las mezclas

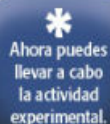
Las disoluciones presentan diferentes propiedades en función de su concentración. Estarás de acuerdo con que el sabor del agua de limón no es el mismo si se prepara con el jugo de tres limones que si se usan diez.

El color del latón, que es una disolución sólida (aleación) formada por cobre y zinc, depende de su composición: es rojo si contiene de 91% a 94% de cobre, y amarillo si se mezcla 60% de cobre con 40% de zinc. Con 70% a 90% de cobre, 8.33% de zinc y 0.97% de oro se obtiene el apreciado color dorado (figura 1.46).

Si preparamos una mezcla de agua con sal de mesa disolviendo una cucharada de ésta en 200 ml de agua, la disolución tendrá cierta densidad. Conforme disolvemos más sal en la misma cantidad de agua, aumenta la densidad de la mezcla.

Los ejemplos anteriores muestran claramente que las distintas concentraciones de los componentes de una mezcla le confieren a ésta propiedades diferentes. Reflexiona: si todos quemamos menos combustibles, tendríamos una concentración menor de contaminantes mezclados con el aire que respiramos. Busca en fuentes de información cuáles contaminantes del aire de tu comunidad afectan la salud y cómo lo hacen.

Para poner en práctica lo que hasta aquí has aprendido acerca de este tema, te sugerimos que lleves a cabo el siguiente experimento.



Experimento El sube y baja

Propósito. Determinar experimentalmente cómo afecta el cambio de la concentración de una disolución a las propiedades de la misma.

Materiales

½ litro de agua de la llave, sal de mesa, una cucharita, dos vasos largos, un huevo crudo (o un limón o una uva).

Procedimiento

- Llena con agua uno de los vasos hasta la mitad de su capacidad. Agrégale el huevo y observa qué sucede (figura 1.47).
- Saca el huevo del agua y vierte en el líquido la cucharadita de sal. Agita hasta disolverla.
- Coloca nuevamente el huevo en el vaso con agua. Observa lo que sucede y regístralo en tu cuaderno.
- Por último, vierte más agua en el vaso hasta casi llenarlo e introduce el huevo. Reflexiona: ¿Qué sucede con el huevo? Explicalo en tu cuaderno.

Análisis de resultados y conclusiones

Responde en tu cuaderno:

- ¿Qué propiedad del agua cambió al agregarle la sal?
- ¿Y al agregar más agua a la disolución?
- ¿Cómo se relaciona el cambio en la concentración de sal con la posición del huevo en el agua?



Figura 1.47 Asegúrate de que el diámetro del vaso te permita meter y sacar el huevo con facilidad.

Actividad experimental

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

Muchos de los materiales que nos rodean se fabrican mezclando diferentes componentes. Crear esas mezclas es importante, pues de este modo se obtienen materiales con propiedades específicas para usos determinados, como cosméticos, medicinas o combustibles.

De igual manera, es muy importante poder separar una mezcla. Para saber qué método debe emplearse en dicha separación, es necesario conocer cuáles son las propiedades físicas de los componentes.

La **filtración** es el método de separación empleado para mezclas cuyos componentes tienen diferentes tamaños de partícula (figura 1.48). Por ejemplo, cuando el Popocatepetl lanza fumarolas, filtramos el aire usando un cubre bocas para no respirar las cenizas; en este caso, se separa un sólido suspendido en un gas.



Figura 1.48 Los residuos del café de grano se separan mediante un filtro.

La **decantación** se utiliza para separar de una mezcla heterogénea los componentes con diferente densidad, por ejemplo, arena de agua. También sirve para separar líquidos no miscibles, como el agua y el aceite; basta con trasvasar el líquido de la parte superior de la mezcla a otro recipiente (figura 1.49).



Figura 1.49 El líquido menos denso estará en la parte superior.

GLOSARIO

Miscible: relativo a dos líquidos que se mezclan completamente, formando una disolución.

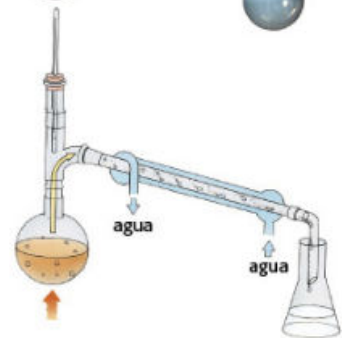


Figura 1.50 Mediante la destilación se obtiene alcohol etílico a partir de fermentos vegetales.

Mediante **destilación** se separan líquidos miscibles con diferentes temperaturas de ebullición. Cuando se calienta la mezcla, conforme se va elevando la temperatura, llega el momento en que cada líquido se evapora (al alcanzar su punto de ebullición) y pasa por el tubo refrigerante. Ahí se condensa y sale para ser recibido en un recipiente (figura 1.50).

La **cristalización** se basa en la diferente solubilidad de los sólidos en un determinado disolvente, así como en la variación de ésta al modificar la temperatura. Se utiliza principalmente para eliminar impurezas de las sales.

La **separación por magnetismo** se basa en las propiedades magnéticas que presentan algunos materiales como el hierro, el níquel y el cobalto, los cuales son atraídos por un imán. De esta forma, se puede separar la limadura de hierro de la arena o distinguir también si un objeto es de latón o de hierro.

Cuando se prepara una infusión, también se está utilizando un método de separación llamado **extracción con disolventes**, ya que el agua caliente extrae de la planta las sustancias que son solubles en ella y las separa del tejido vegetal.

La **centrifugación** es un método que permite separar sustancias con densidades diferentes. La crema, por ejemplo, se obtiene de esta manera: la leche se pone a girar a gran velocidad y, al final, aquella queda en la parte superior por ser menos densa que el agua.

La **cromatografía** es un procedimiento que se basa en la distinta afinidad que presentan los componentes de una mezcla tanto por el soporte sólido en el que se depositan como por el disolvente empleado en ella (figura 1.51).

En algunos laboratorios se emplea la **electroforesis** como un recurso para separar macromoléculas (ADN o proteínas) utilizando su carga eléctrica para hacerlas migrar a través de un gel. Las moléculas más pesadas migran con menor velocidad (figura 1.52). En el cuadro 1.4 se indican las propiedades de la materia en las que se basan algunos métodos de separación.



Figura 1.51 Con la cromatografía en papel se separan los componentes de los colorantes.

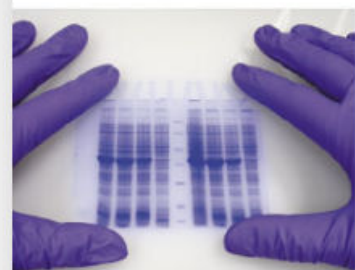


Figura 1.52 La electroforesis se emplea para separar proteínas de diferentes masas.

Amplio mis conocimientos



Los componentes de una mezcla que se separa mediante cromatografía se desplazan con distintas velocidades a través de una fase estacionaria (que puede ser un papel) y son transportados por una fase móvil líquida o gaseosa.

Cuadro 1.4 Algunos métodos de separación		
Método de separación	Propiedad de la materia en la que se basa	Se usa en
filtración	tamaño de partícula	purificación del agua
decantación	densidad	tratamiento de aguas negras
destilación	temperatura de ebullición	obtención de los derivados del petróleo
cromatografía	afinidad con la fase móvil y la fase estacionaria	separación de pigmentos
imantación	ferromagnetismo	separación de materiales de hierro
sublimación	presión de vapor	purificación de yodo

Actividades de aprendizaje

- México es un país rico en minerales. Investiga qué métodos de separación se emplean para extraer dos metales de producción nacional que tú elijas.
- Investiga en qué consisten la diálisis y la ósmosis inversa, y cuáles son sus aplicaciones.
- En grupo, comenten lo que encontraron para enriquecer su información. ¿Consideran que ahora saben más acerca de los métodos de separación? ¿Por qué?
- Investiga qué métodos se utilizan para obtener la sal (cloruro de sodio, NaCl) que adicionamos a los alimentos. Esto te servirá para la elaboración del proyecto de este bloque. Guárdalo para entonces.

Si conocemos las propiedades de los materiales que forman una mezcla, podemos decidir cuáles son los métodos de separación más adecuados para cada caso. Pensemos, por ejemplo, en una mezcla de azúcar con polvo de hierro. El azúcar de mesa (sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$) es un sólido cristalino muy soluble en agua que, a partir de los 160 °C, se carboniza. Por su parte, el hierro es un sólido de color gris que no se disuelve en agua y que es atraído magnéticamente por un imán. Ambos sólidos son más densos que el agua.

De acuerdo con esas propiedades, ¿qué método es el más adecuado para separarlos? Quizás se antojaría agregar agua a la mezcla y, una vez disuelta la sacarosa, filtrar para separar el hierro, pero esta metodología tiene el inconveniente de que, posteriormente, gastaríamos tiempo y energía en secar los sólidos, además de correr el riesgo de que el hierro se oxide. Entonces, lo mejor será aprovechar las propiedades magnéticas que posee el hierro y usar un imán para sacarlo de la mezcla (figura 1.53).

Y si la mezcla tuviera dos líquidos miscibles (figura 1.54), cuyas temperaturas de ebullición fueran 65° C y 81° C, ¿cómo podríamos separarlos? El método más adecuado sería, definitivamente, la destilación. Al elevar la temperatura de la mezcla en un destilador, ésta llegaría a 65 °C, con lo que el primer líquido se evaporaría; al pasar por el refrigerante, se condensaría y sería recibido en un matraz, quedando separado así de la mezcla.

Actividades de aprendizaje

- Se preparó una mezcla con los sólidos cuyas propiedades se muestran en el siguiente cuadro.

Sólido	Propiedades
dióxido de silicio (SiO_2)	Se funde a más de 1 000 °C, es blanco, duro e insoluble en agua.
naftaleno ($C_{10}H_8$)	Soluble en benceno, es de color blanco, se sublima a cerca de 80 °C y es quebradizo.
nitrato de potasio (KNO_3)	Es de color blanco, duro pero quebradizo, se funde a 300 °C y es muy soluble en agua.

» De acuerdo con la información anterior, indica mediante qué métodos de separación (cuáles y en qué orden) se puede separar a los componentes esta mezcla.



Figura 1.53 El esquema muestra los diferentes métodos que hay para separar los sólidos de una mezcla.



Figura 1.54 Métodos de separación de líquidos.

Cierre



Figura 1.55 Para separar una mezcla de arena, sal y polvo de hierro debemos tener en cuenta cuáles son sus propiedades.

En la RED

Puedes consultar el siguiente enlace:

<http://www.redir.mx/SQS-046>.

Amplío mis conocimientos

Muchos alimentos se comercializan deshidratados gracias a una técnica llamada **liofilización**. En este proceso se congela el alimento y, después, se extrae el agua por sublimación. Es costoso, pero más conveniente que el secado con calor, pues no disminuye la calidad alimenticia ni las cualidades organolépticas del producto. Los alimentos liofilizados absorben rápidamente la humedad del ambiente, por eso es tan importante el tipo de envase en el que se guardan y los aditivos que se les agregan para mantenerlos secos por mucho tiempo.

Hasta aquí hemos estudiado qué son las mezclas, cómo se clasifican para su estudio, cómo se calcula su composición, de qué manera influye la variación en la concentración de algún componente para que cambien sus propiedades y cómo a partir del conocimiento de algunas propiedades de sus componentes podemos decidir qué métodos de separación (y en qué orden) son los más adecuados para separarlos.

Con la siguiente actividad evaluarás si comprendes y dominas los temas vistos.

Integro mis aprendizajes

1. Reúnete con tu equipo y preparen 10 g de una mezcla que contenga 45% de arena, 25% de sal de mesa y 30% de limadura de hierro (figura 1.55). Registren en su cuaderno todos los cálculos que realicen.
2. Investiguen algunas de las propiedades físicas de esos sólidos y con esa información decidan qué métodos son los más adecuados para separar los componentes de la mezcla y obtener el total de las cantidades iniciales.
3. Lleven a cabo el procedimiento acordado, siguiendo las medidas de seguridad necesarias. Midan la masa de lo que separaron de cada componente de la mezcla y calculen el porcentaje de recuperación usando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de recuperación de cada componente} = \frac{\text{masa recuperada} \times 100}{\text{masa inicial}}$$

4. Después, respondan en su cuaderno.
 - a. ¿Qué tipo de mezcla prepararon?
 - b. ¿En qué propiedades de la materia se basa cada uno de los métodos de separación que emplearon?
 - c. ¿Consideran que el método de separación elegido fue el más adecuado? ¿Por qué?

¿Qué he aprendido?

Resuelve en tu cuaderno las actividades que aparecen a continuación.

1. Organiza jerárquicamente las siguientes palabras en un esquema, de modo que queden relacionadas de la manera correcta: mezcla, solubilidad, homogénea, separación, filtración, heterogénea, destilación, yodo con vidrio en polvo, decantación, arena con sal, municiones de hierro y balines de aluminio, alcohol y agua, agua y aceite, sublimación, extracción, imantación.
2. La arena que se utiliza para fabricar vidrio debe ser rica en cuarzo (dióxido de silicio, SiO_2), es decir, debe contener al menos 98.5% de este compuesto. Argumenta si vale la pena utilizar las siguientes muestras en la fabricación de vidrio:
 - » arena que contiene 792 g de SiO_2 por cada 800 gramos;
 - » arena que contiene 525 g de SiO_2 por cada 700 gramos.

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

Lección 4 Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla. Concentración y efectos

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA QUE LOS COMPONENTES DE UNA MEZCLA PUEDEN SER CONTAMINANTES, AUNQUE NO SEAN PERCEPTIBLES A SIMPLE VISTA.
- IDENTIFICA LA FUNCIONALIDAD DE EXPRESAR LA CONCENTRACIÓN DE UNA MEZCLA EN UNIDADES DE PORCENTAJE (%) O EN PARTES POR MILLÓN (PPM).
- IDENTIFICA QUE LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE UN CONTAMINANTE, EN UNA MEZCLA, TIENEN DISTINTOS EFECTOS EN LA SALUD Y EN EL AMBIENTE, CON EL FIN DE TOMAR DECISIONES INFORMADAS.

Inicio

Para pensar...

Ayer, saliendo del colegio, fui a tomar un jugo al puesto de la esquina. En lo que esperaba mi turno, vi cómo preparaban el jugo que pidió una señora. Sacaron las zanahorias de una cubeta con agua, sin pelar y aún chorreantes las pusieron sobre un trapo (que momentos antes habían usado para limpiar unas naranjas), las metieron al extractor y el jugo, así como el agua que escurría de la mano del operador, iba cayendo en una jarra grande... Luego, tomaron un vaso y le sirvieron a la señora su jugo (figura 1.56).

Poco a poco se me iba poniendo la piel de gallina... Se acercaba mi turno... Entonces, recordé que hace tiempo me intoxicqué por comer fruta contaminada y mejor me fui de ahí sin pedir el jugo.

1. Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.
 - a. A simple vista, ¿cómo podemos saber si un alimento está contaminado?
 - b. Si a la señora sólo le sirvieron una parte del jugo contaminado, ¿aún puede hacerle daño?
 - c. ¿Qué contaminantes puede haber en esa mezcla? De esos, ¿cuáles son tóxicos para nosotros?
2. Comenta con tus compañeros a cuántas clases de contaminación estamos expuestos en nuestras actividades diarias.

Desarrollo

Contaminación de una mezcla

Cuando te piden "¡no contamines, por favor!", ¿en qué piensas? Por lo general, lo asociamos con no ensuciar algo, ¿verdad? Al decir **contaminación** nos referimos a todos aquellos **agentes** (sustancias o microorganismos) que **alteran un sistema** de tal manera que lo vuelven peligroso para los seres vivos. Todos nuestros recursos naturales (agua, aire, suelo) pueden contaminarse y, en consecuencia, alterar el equilibrio natural de nuestro ecosistema (figura 1.57).



Figura 1.56 Las frutas y verduras pueden estar contaminadas con microorganismos patógenos. Lavar frutas y verduras elimina un gran número de contaminantes.



Figura 1.57 De las 12 500 toneladas de basura que se generan por día en el Distrito Federal durante el 2012, sólo 40% era material reciclable (metal, vidrio, plásticos, cartón y papel limpio).

GLOSARIO

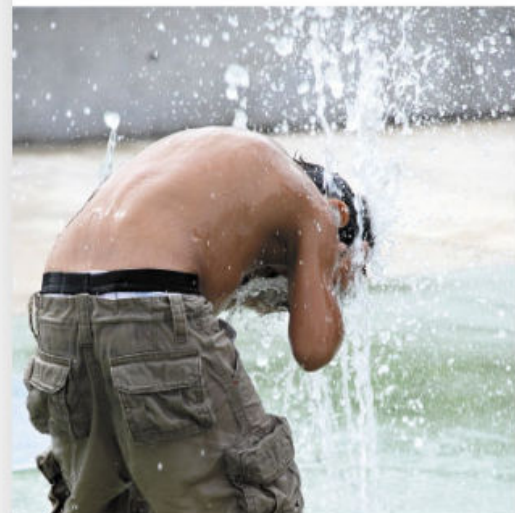
Turbidez: cualidad de turbio, de lo mezclado o alterado por algo que oscurece o quita la claridad natural o transparencia.

Coliforme fecal: nombre que reciben los microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común llamada *Escherichia coli* y que se transmiten por medio de los excrementos.

Aunque la Tierra restablece poco a poco su equilibrio, si los contaminantes no se dejan de producir, llega el momento en que afectan significativamente a los seres vivos y a sus ecosistemas, a nuestra salud y al clima.

Veamos el caso particular del agua, ese líquido vital que cubre las tres cuartas partes de nuestro planeta. Si contamos con una gran cantidad de agua, ¿por qué se habla de su escasez?, ¿por qué nos preocupa tanto su contaminación?

Sucede que, de toda esa agua, 97% es salada, y sólo un poco más de 2.5% es agua baja en sales (llamada **agua dulce** por ello). El resto está en la humedad del aire y de la tierra, así como en los organismos vivos. Del total de agua dulce, la mayor parte se encuentra en los glaciares o en lugares subterráneos de difícil acceso, así que, en realidad, sólo tenemos acceso a menos de 1% del agua dulce del "planeta azul".



El agua dulce es una **disolución de diferentes sustancias** que se van incorporando al agua en su ciclo natural. Puede contener sales, oxígeno, bacterias y otros organismos patógenos, por lo que **no siempre es potable, es decir, no es apta para consumo humano** (figura 1.58).

Para que el agua sea potable debe reunir ciertas características, reguladas por la legislación sanitaria de cada país. En México, la Norma Oficial Mexicana (NOM) NOM-127-SSA1-1994 considera aspectos físicos como el color, el olor, el sabor y la **turbidez**; aspectos químicos como la presencia de metales, sales, hidrocarburos y plaguicidas; y aspectos microbiológicos, como la presencia de microorganismos patógenos (**coliformes fecales** y otros).

Si alguno de los componentes de esa mezcla que llamamos **agua potable** supera la concentración límite que es segura para nuestra salud, es riesgoso consumirla o usarla en nuestras actividades diarias.

Los contaminantes del agua se clasifican en físicos, químicos y biológicos, dependiendo de su origen. En el **cuadro 1.5** se mencionan algunos ejemplos.

Cuadro 1.5 Contaminantes del agua		
Físicos	Químicos	Biológicos
objetos de plástico, metal y vidrio altas temperaturas lodos, arenas	petróleo y sus derivados fertilizantes detergentes compuestos de metales tóxicos gases	heces fecales microorganismos patógenos organismos en descomposición virus, bacterias y hongos parásitos y sus huevecillos

Tanto los sólidos biodegradables como los no degradables que contaminan el agua bloquean los sistemas de drenaje y perjudican la vida acuática en ríos, lagos y mares.

Incluso arrojar agua industrial limpia, pero caliente, a un lago puede dañar gravemente ese ecosistema, pues, como recordarás, la solubilidad del oxígeno en el agua disminuye al aumentar la temperatura, lo cual junto con una temperatura mayor, afecta a plantas y animales acuáticos. Las sustancias químicas que provienen de las aguas residuales domésticas, industriales y agrícolas también son un grave problema de contaminación, ya que algunas ocasionan un crecimiento desmedido de algas y plantas acuáticas que impiden o acaban con otras formas de vida.

¿Qué podemos hacer para evitar la contaminación del agua y los demás recursos naturales? Lleva a cabo la siguiente actividad para conocer un poco más acerca de esta problemática que nos afecta.

Actividades de aprendizaje

1. Los contaminantes ambientales provienen principalmente de los fenómenos naturales y de la actividad humana. Elabora una lista en tu cuaderno con cinco ejemplos de cada tipo de contaminante.
2. Investiga qué procesos físicos y químicos se siguen para potabilizar el agua. Después, responde las preguntas en tu cuaderno.
 - a. ¿Qué contaminantes se eliminan en cada etapa?
 - b. ¿Es un proceso caro o de bajo costo?
 - c. ¿Cómo podemos reproducirlo de manera "casera"?

3. Lee el siguiente texto y haz lo que se indica en la página siguiente.

Aunque la agricultura sigue siendo la mayor fuente de contaminación del agua, los desechos de las industrias y municipalidades han aumentado enormemente en los últimos decenios. Se estima que entre 200 y 400 productos químicos importantes contaminan los ríos del mundo. Los contaminantes industriales, como los desechos de las fábricas de productos químicos, suelen arrojarse directamente a las vías fluviales. El agua arrastra también sales y aceites de las calles de las ciudades.

[...] Además, contaminantes como el dióxido sulfuroso y los óxidos de nitrógeno, que se combinan en la atmósfera para formar lluvia ácida, han tenido amplios efectos en los ecosistemas de aguas dulces y terrestres. La lluvia ácida hace bajar el pH de los ríos y corrientes de agua. A menos que el calcio (contenido en la piedra caliza) las amortigüe, las aguas acidificadas matan a muchos peces sensibles a la acidez, inclusive el salmón y la trucha. En el suelo, los ácidos pueden liberar metales pesados, como plomo, mercurio y cadmio, que luego se cuelan en las vías de agua.

[...] Varias sustancias químicas sintéticas, especialmente el grupo conocido como contaminantes orgánicos persistentes (COP), en los que están incluidos los hidrocarburos halogenados, las **dioxinas** y los compuestos orgánicos clorados como el DDT (dicloro difenil tricloroetano) y los BPC (difenilos polidlorinados), tienen larga vida y son sumamente tóxicos en el ambiente. No se descomponen fácilmente en los procesos naturales y tienden, por tanto, a acumularse en la cadena alimentaria biológica, hasta que llegan a presentar riesgos a la salud humana.

Tomado de Imelda Luz Lembrino Pérez y José Sergio Peralta Alatríste, *Química II, México*, Thomson, 2006, pp. 69-70.

Amplio mis conocimientos

Concentración y cantidad de un soluto no son lo mismo

¿Cómo te gusta el agua de limón? ¿Muy dulce? ¿Agria?

Supongamos que el sabor del agua de limón que te gusta se consigue con 2 l de agua, el jugo de 8 limones y 160 g de azúcar.

Si solamente quieres prepararte un vaso de limonada (250 ml), entonces tienes que considerar un submúltiplo de esas cantidades, conservando la misma proporción.

En este caso, como para cada litro de limonada se necesitan 4 limones y 80 g de azúcar, entonces, para la cuarta parte de ese litro de limonada se necesitarán 250 ml de agua, 1 limón y 20 g de azúcar.

En cualquiera de los tres casos (2 l, 1 l o 250 ml de limonada) se tiene la misma concentración, pero diferente cantidad de cada ingrediente.

GLOSARIO

Dioxinas: compuestos químicos orgánicos considerados contaminantes ambientales persistentes. Se encuentran en el medio ambiente como subproducto no deseable de la combustión, y se producen tanto en fenómenos naturales como en procesos industriales por la incineración de residuos sólidos. Se van acumulando por medio de las cadenas alimentarias, principalmente en el tejido graso de los animales.

- » Selecciona alguno de los contaminantes que se mencionan en el texto e investiga sus características físicas (color, olor, sabor). Comparte con tus compañeros los resultados de tu investigación.
- » Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno.
 - a. ¿Es posible detectar con los sentidos la presencia de contaminantes en el agua?
 - b. ¿La química es responsable de la contaminación que se menciona en la lectura?
 - c. ¿Puede la química ayudar a combatir la contaminación que ya se generó?
- » Selecciona diez palabras clave de la lectura anterior y construye con ellas un mapa conceptual con todo lo que hasta ahora has revisado en tu curso de Ciencias III.
- » Comparte tus respuestas y el mapa conceptual con tus compañeros.

Figura 1.59 La quema de combustibles fósiles es una de las principales fuentes de contaminación en las grandes ciudades.



Concentración de una mezcla

Como sabes, el aire es una mezcla de varios gases que se compone de, aproximadamente, 78% de nitrógeno (N_2), 21% de oxígeno (O_2) y 1% de gases como el helio (He), el neón (Ne) y el argón (Ar), entre otros.

Además, contiene **contaminantes** (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre) cuya fuente principal es la **quema de combustibles fósiles** (petróleo y carbón), situación cada vez más preocupante, pues diversas investigaciones científicas los señalan como **principales responsables del cambio climático global** (figura 1.59).

Cuando el soluto se encuentra en cantidades muy pequeñas, caso de los contaminantes atmosféricos, la concentración se expresa en partes por millón (ppm), que indica el número de partículas de soluto que hay por cada millón de partículas en la disolución.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Experimento Partes por millón

Propósito. Comprender de qué orden de magnitud son las partes por millón.

Cuando agregamos más disolvente a una disolución de concentración conocida, la cantidad de soluto permanece constante y la de disolvente aumenta, por lo que su concentración inicial disminuye.

Este proceso, llamado **dilución**, se utiliza mucho en los laboratorios escolares e industrias. Nosotros también lo usamos cotidianamente cuando, por ejemplo, queremos una bebida que sepa menos dulce o un café menos "cargado".

Materiales y reactivos para un equipo de cuatro personas

Dos probetas de 100 ml o dos jeringas de 10 ml desechables y sin aguja, siete vasos o recipientes iguales (pequeños, incoloros y transparentes), plumón o etiquetas, agua de la llave (550 ml) y un refresco de color oscuro.

Procedimiento

A partir de una disolución acuosa (refresco) prepararán otras seis, cuya concentración se estimará comparativamente por la intensidad del color que presenten. Usen la probeta (o las jeringas) para medir los volúmenes que se indican en la figura 1.60.

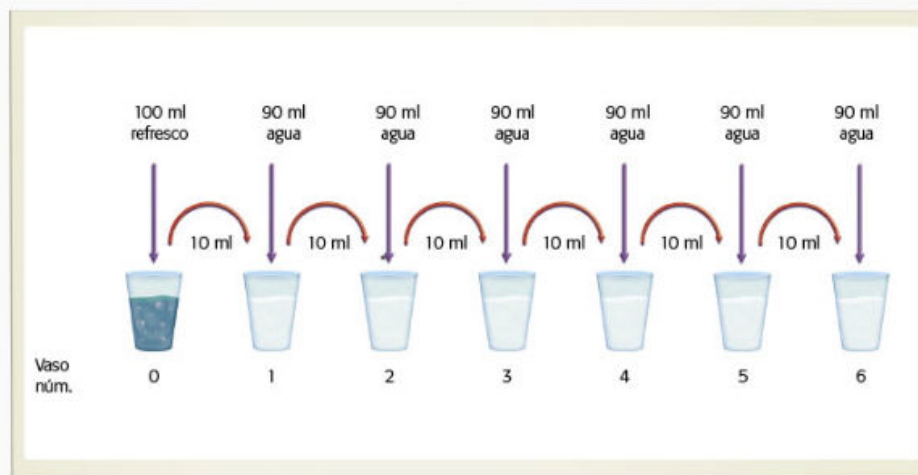


Figura 1.60 Esquema de dilución.

1. Redacten en su cuaderno una hipótesis respecto a lo que esperan observar, por ejemplo: ¿En qué vasos ya no se verá color alguno?, ¿por qué?
2. Numeren los vasos del 0 al 6. Para ello utilicen el plumón o las etiquetas.
3. Preparen las diluciones como se muestra en la figura 1.60. Agítenlas un poco después de elaborarlas.
4. Registren el color de cada una y comparen lo sucedido en ellas con lo que predijeron en su hipótesis.

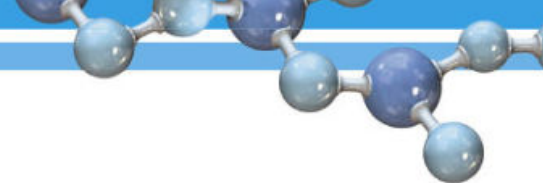
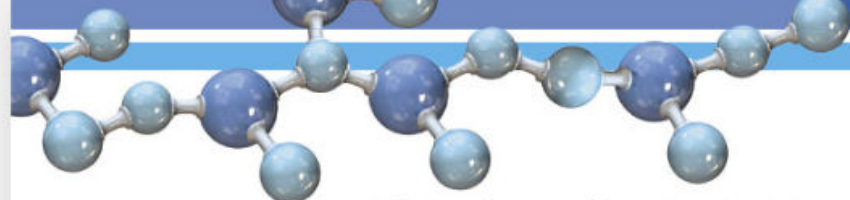
En sustitución del refresco pueden usar el jugo de alguna fruta de color intenso o un colorante para alimentos. **NOTA:** Los residuos no son tóxicos, pueden tirarse en algún jardín o maceta para aprovechar el agua.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Respondan las siguientes preguntas en su cuaderno.
 - a. ¿Cuál es la disolución más diluida y cuál es la más concentrada?
 - b. ¿Aún hay refresco en las disoluciones que no presentan color?
2. Lean el texto y hagan lo que se indica.

Como ven, en cada vaso se puso una décima parte del contenido del vaso anterior y todos se llevaron al mismo volumen final agregándoles más agua. Así que la concentración del refresco en el vaso 2 es $1/10$ de la concentración del refresco en el vaso 1, y la concentración del vaso 1 es, a su vez, $1/10$ de la concentración del refresco en el vaso 0 (sin diluir).

- » Siguiendo este razonamiento, expresen cuál es la fracción en la que se diluyeron con respecto al vaso 0 cada una de las demás disoluciones.
- » Si en vez de refresco hubieran usado agua sucia, ¿se beberían la última disolución sin problema? Expliquen por qué.



Amplio mis conocimientos



$$10\% = \frac{10 \text{ partes de soluto}}{100 \text{ partes de disolución}}$$

$$10\,000 \text{ ppm} = 1\%$$

$$\% = 1\,000\,000 \times \frac{\text{ppm}}{100}$$

$$\text{ppm} = 100 \times \frac{\%}{100\,000}$$

Reflexionando acerca del experimento anterior, en el vaso 0 la concentración del soluto es de 100%, pues sólo contiene refresco, mientras que en el vaso 1 hay una parte de refresco (10 ml), es decir soluto, en 10 partes de la disolución (100 ml), esto quiere decir que el refresco es 1/10 del volumen total, lo que da un cociente de 0.1. Lo anterior lo debemos interpretar de la siguiente manera: la disolución 1 está diez veces más diluida que la disolución 0. Al multiplicar ese cociente por 100 encontramos que, en el vaso 1, la concentración de la disolución es de 10 por ciento (10%).

Para expresar esa concentración porcentual en partes por millón, se debe multiplicar por 10 000, ya que la concentración en porcentaje se refiere a las partes de soluto que hay por cada 100 partes de la disolución, y las partes por millón indican cuántas partes de soluto existen por cada millón de disolución. Por ello, para una concentración de 10%:

$$1\,000\,000 \text{ partes de disolución} \times \frac{10 \text{ partes de soluto}}{100 \text{ partes de disolución}} = \frac{1\,000\,000}{100} \times 10 = 10\,000 \times 10 = 100\,000 \text{ ppm}$$

Siguiendo ese razonamiento encontrarás que en el vaso 6 hay una millonésima parte del refresco que contiene el vaso 1. Es decir, en el último vaso la disolución tiene una concentración de 1 ppm de refresco.

Actividades de aprendizaje

1. Utiliza los resultados del experimento anterior y completa en tu cuaderno el siguiente cuadro.

Vaso	Concentración porcentual del refresco	Concentración del refresco (ppm)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Compara con tus compañeros los resultados y los cálculos que efectuaste, para detectar posibles errores.

Si en lugar de un refresco se tratara de una muestra de agua con algún veneno o con bacterias (figura 1.61), ¿podríamos darnos cuenta del grado de contaminación a simple vista? Probablemente no. Por eso, es de vital importancia analizar las muestras que se sospechen contaminadas.

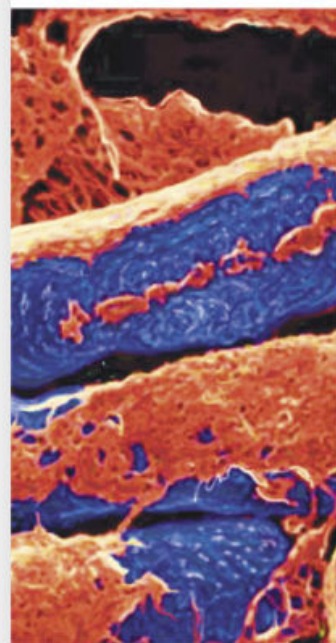


Figura 1.61 La toxina del *Clostridium botulinum* es mortal para el humano. Sin embargo, en bajas concentraciones se usa con propósitos estéticos y como tratamiento de la sudoración excesiva.

Al diluir una muestra contaminada, reducimos considerablemente la concentración de un contaminante.

No sucede así con el aire que respiramos, pues, ¿cómo agregaríamos más aire en la atmósfera para diluir sus contaminantes? La mejor opción sigue siendo disminuir al máximo las emisiones de contaminantes ambientales.

Los reportes acerca de la calidad del aire tienen en cuenta la concentración en partes por millón de sus contaminantes, aunque por lo general estamos más familiarizados con los porcentajes. Veamos otro ejemplo de cómo se relaciona un dato porcentual con su valor en partes por millón.

La expresión "5%" significa 5 partes por cada 100; ahora bien, si multiplicamos ambos números por 10, esa proporción también puede expresarse como "50 partes por cada 1 000", o bien, si la multiplicamos por 100, como "500 partes por cada 10 000". Podemos entonces construir la lista siguiente:

5 partes por cada 100
50 partes por cada 1 000
500 partes por cada 10 000
5 000 partes por cada 100 000
50 000 partes por cada 1 000 000

En la última cifra hemos llegado a la expresión "partes por cada millón", es decir, que 5% equivale a 50 000 ppm. Nuevamente vemos que para convertir un porcentaje en partes por millón basta con multiplicar el porcentaje por 10 000 y para hacer lo contrario se divide entre 10 000 el dato en partes por millón para expresarlo como porcentaje.

A continuación se muestran las concentraciones de algunos de los componentes del aire expresadas en porcentaje y en partes por millón (cuadro 1.6).

Cuadro 1.6 Concentración de algunos componentes del aire		
Sustancia	Porcentaje en volumen (ml del gas/100 ml de aire)	Partes por millón en volumen (ml del gas/1 000 l de aire)
nitrógeno	78.09	780 900
oxígeno	20.94	209 400
argón	0.93	9 300
dióxido de carbono	0.000318	3.18
metano	0.000015	0.15
hidrógeno	0.000050	0.50

Como no es práctico manejar cifras demasiado pequeñas o muy grandes, las muy pequeñas, como las del porcentaje de dióxido de carbono, del metano o del hidrógeno, se manejan en partes por millón, y las muy grandes, como la concentración del nitrógeno o del oxígeno, se reportan en porcentaje.

De México al mundo



En marzo del 2006 dio inicio el proyecto MILAGRO (Megacities Initiative: Local and Global Research Observation) en México. Dirigido por el Dr. Mario Molina (premio Nobel de Química 1995) y con la colaboración de 450 investigadores de Europa, Estados Unidos y México, este proyecto mundial se dedicó a estudiar los efectos de los gases contaminantes y de cómo se desplazaban en las megaciudades como la Ciudad de México. Los resultados de esta investigación permitieron tomar decisiones respecto al crecimiento de los centros urbanos y acerca de las medidas más efectivas para terminar con la contaminación del aire, con el propósito de lograr una atmósfera limpia para los futuros habitantes del planeta.

GLOSARIO

Estratosfera: zona superior de la atmósfera, desde los 12 a los 100 km de altura.

Troposfera: zona inferior de la atmósfera hasta la altura de 12 km, donde se desarrollan los fenómenos meteorológicos aéreos, acuosos y eléctricos.

Puntos Imeca	Calidad del aire
de 0 a 50	buena
de 51 a 100	regular
de 101 a 150	mala
de 151 a 200	muy mala
más de 201	pésima

Figura 1.62 Como puedes constatar, mientras más puntos Imeca haya para un contaminante ambiental, la calidad del aire es peor y, en consecuencia, los daños causados a nuestra salud son mayores.



Figura 1.63 Vasija romana para vino. Los antiguos romanos cocinaban el mosto para preparar vino en vasijas de plomo o forradas con este metal, ya que no agregaba mal sabor como las de cobre. Los aristócratas romanos bebían mucho vino; se estima que ingerían la cantidad suficiente para alcanzar en promedio un nivel en la sangre de 250 mg/L de plomo al día, cuando la Organización Mundial de la Salud considera peligroso sobrepasar los 40 mg/L diarios (0.04%).

A diferente concentración, diferentes efectos

Uno de los propósitos centrales de la educación en ciencias es que seas capaz de tomar decisiones debidamente informadas, sobre todo cuando se trata de asuntos relacionados con tu salud y el cuidado del ambiente. Esta habilidad es muy importante al decidir, por ejemplo, cómo debemos lavar y cocinar los alimentos para eliminar los componentes que pueden enfermarnos. Como mencionábamos anteriormente, la peligrosidad de las sustancias depende de su toxicidad y ésta de su concentración.

Por ejemplo, el ozono (O₃) es un gas muy reactivo que forma una capa protectora en la **estratosfera**, gracias a la cual nuestro planeta está protegido de las radiaciones ultravioleta. Pero cuando se forma en la **troposfera**, este gas es peligroso para la salud, sobre todo la de los grupos más sensibles (niños pequeños, personas de la tercera edad y gente enferma).

En algunos lugares de nuestro país, como la Zona Metropolitana del Valle de México, se usa el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca) como indicador de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos. En esta escala, la concentración máxima permisible para cada contaminante equivale a 100 puntos Imeca (figura 1.62).

Cuando las personas respiramos altas concentraciones de ozono, nuestro sistema respiratorio se irrita y nos volvemos más vulnerables a contraer infecciones en las vías respiratorias.

Actividades de aprendizaje

- Investiga lo que se indica y responde en tu cuaderno.
 - ¿Cuáles son las ciudades más contaminadas de nuestro país y cuáles los principales contaminantes que afectan la calidad del aire?
 - ¿Cuáles son los programas nacionales para cuidar la calidad del aire y en qué ciudades se aplican?
 - ¿Qué medidas deben adoptar las personas durante una contingencia ambiental?

2. Lee la situación.

En algunos lugares donde el invierno es más frío, las personas arriesgan su vida quemando carbón dentro de sus casas para calentarse, manteniendo al mismo tiempo las ventanas cerradas, lo cual provoca que se intoxiquen con monóxido de carbono (CO) y puedan morir por asfixia.

- » A veces, cuando los socorristas encuentran personas con vida abren de inmediato las ventanas. Explica en tu cuaderno qué sucede con la concentración de monóxido de carbono en la habitación.

Los alimentos que ingerimos pueden estar contaminados con toxinas o, sin estarlo, pueden resultar tóxicos si los consumimos en grandes cantidades, por ejemplo, la sal, el azúcar o las vitaminas.

Otro contaminante presente en muchas de las mezclas que ocupamos es el plomo. Se sabe que los antiguos romanos ocupaban recipientes de plomo para cocinar el mosto con el que producían sus vinos (figura 1.63).

El plomo es un metal que se utiliza para forrar cables telefónicos, así como en la fabricación de pinturas, cerámicas, tuberías para el agua y objetos de arte; también hay plomo en algunos insecticidas, en las baterías y frenos para automóviles y, antes de 1997, en las gasolinas que ocupábamos en nuestro país.

En consecuencia, el plomo es un contaminante del aire, el agua y el suelo, y las personas, las plantas y los animales estamos expuestos a él de varias maneras.

Por ejemplo, en las personas, el plomo ingresa al organismo por medio de los pulmones, la piel o el estómago. Si se acumula en grandes cantidades en nuestro cuerpo, puede causar **anemia**, alteraciones del sistema nervioso, disminución de la capacidad de aprendizaje, daño renal y hasta retraso mental. Revisa el cuadro 1.7.

Concentración de plomo en la sangre (ppm)	Efectos en la salud
de 0.10 a 0.15	efectos dañinos al feto, presión arterial alta
0.30	los reflejos se vuelven lentos
0.40	problemas en el sistema reproductivo de los hombres; daños al riñón
0.50	problemas en el sistema nervioso; reducción de glóbulos rojos
de 0.50 a 0.70	dolor de estómago, estreñimiento, diarrea, falta o pérdida de apetito, anemia
de 0.60 a 0.70	dolor de cabeza, problemas de concentración y de memoria, dificultades con el sueño, cambios de carácter
1.0	daños severos al cerebro

En la actualidad se han logrado eliminar algunas de las fuentes de contaminación por plomo. Por ejemplo, se ha disminuido el uso de tetraetil de plomo en las gasolinas como **antidetonante** y cada vez se utilizan menos los pigmentos con plomo en la fabricación de esmaltes, lacas, pinturas y barnices que se usan para el recubrimiento de juguetes, lápices, plumas, muebles y cosméticos.

Actualmente, en nuestro país, ya no se utiliza soldadura de plomo en la fabricación de latas para alimentos, además de que se emplea una película plástica para evitar el contacto de éstos con el metal de la lata.

A la intoxicación por plomo se le conoce como **plumbosis** o **plombemia**, cuando no presenta síntomas severos, y **saturnismo**, cuando se vuelve crónica. Es quizás una de las enfermedades más antiguas de las que se tiene conocimiento. Los médicos del siglo XVIII ya la citaban como el "cólico de los pintores". Actualmente ya existen tratamientos para esta enfermedad. Incluso, si la concentración de plomo en la sangre es baja, basta con alejar al paciente de la fuente de contaminación para que lentamente su organismo vaya eliminando el exceso de esta sustancia.

GLOSARIO

Anemia: empobrecimiento de la sangre por disminución de su cantidad total debido a hemorragias o a enfermedades, ya hereditarias, ya adquiridas, que amenguan la cantidad de hemoglobina o el número de glóbulos rojos.

Antidetonante: sustancia química que se agrega a la gasolina para evitar que explote por compresión dentro de la cámara del pistón de un motor de combustión interna.

Una ventana a la lectura



Para reflexionar acerca de la contaminación provocada por mezclas químicas, consulta el libro:

Roberto Rugi, *La química, México*, SEP-Alejandro, 2003.

En la RED

Encuentra información acerca de cómo afecta la contaminación a nuestra salud y qué acciones preventivas existen en:

www.redir.mx/SQS-056.

Amplio mis conocimientos

"La contaminación por ruido tiene un alto impacto en los ecosistemas urbanos, donde genera reacciones fisiológicas y psicológicas muy importantes, como enfermedades cardíacas, trastornos del sueño, discapacidad cognitiva en niños, entre otras patologías sociales; para establecer mecanismos de solución la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Azcapotzalco y el Gobierno del Distrito Federal han puesto en función un instrumento de medición de niveles [de ruido], instalado en los diez puntos de la Red de Monitoreo Atmosférico para determinar medidas de mitigación.

Con estos datos se pueden realizar acciones, diseñar planes y establecer normativas, como la construcción de edificios altos a lo largo de avenidas transitadas para bloquear el ruido; normativas para construcciones con mejores condiciones acústicas y aislantes de ruido para el caso de escuelas y hacer una conciencia y cultura sonora donde por civilidad no se eleven los decibeles".

Publicado en

<http://politicaspUBLICAS.com.mx/index.php/noticia/index/458>.

(Consulta: 20 de enero de 2017).

Por el contrario, si la concentración de plomo en la sangre es alta, es necesario un tratamiento con sustancias llamadas **quelantes**, las cuales tienen la propiedad de **formar compuestos de plomo solubles en agua**, con lo que este se elimina del organismo, poco a poco, por medio de la orina.

Cierre

Hasta este momento hemos aprendido a expresar la concentración de una disolución de dos maneras diferentes, así como cuál es la utilidad de cada una. También aprendimos que los componentes de una mezcla, como el dióxido de carbono en el aire que respiramos o las sales presentes en el agua que bebemos, pueden ser contaminantes peligrosos para nuestra salud, aunque no los veamos, por lo que es importante tener presente que sus efectos tóxicos no dependen de que los percibamos o no, sino de su concentración.

Integro mis aprendizajes

El propósito de esta actividad es reconocer que a diferentes concentraciones de un contaminante corresponden diferentes efectos en la salud y en el ambiente.

Reúnete con tu equipo y participen en las siguientes actividades.

- » Investiguen qué contaminantes afectan a la salud y al ambiente, elijan dos de ellos y hagan una investigación acerca de los efectos que producen en el organismo y en el ambiente a diferentes concentraciones.
- » Tengan en cuenta las situaciones que originan cada uno de ellos y señalen las precauciones que hay que tomar para evitar la intoxicación con dichos contaminantes.
- » Investiguen cuál es la concentración máxima permitida en México para esos contaminantes en los diferentes medios (agua, aire, suelo).
- » Presenten sus resultados al profesor. Escuchen sus sugerencias y recomendaciones.
- » Organicen en tablas los efectos dañinos de cada contaminante según su concentración.
- » Diseñen una manera adecuada para compartir con la comunidad escolar esta investigación (periódico mural, tríptico, video u otra). Insistan en que, en caso de intoxicación, hay que acudir al médico y mencionen cómo debe atenderse a las personas intoxicadas con esas sustancias.

¿Qué he aprendido?

1. Escribe en tu cuaderno cómo le explicarías a un familiar o vecino por qué no se debe tomar agua tratada para riego.
2. Piensa en un ejemplo de agua residual doméstica.
 - a. ¿Qué contaminantes tiene?
 - b. ¿Puede dársele un uso sin poner en riesgo la salud o contaminar el ambiente?
3. Responde en tu cuaderno. Después comenta con tu profesor las respuestas.
 - a. ¿De qué manera nos afecta el desecho de aguas industriales con mercurio?
 - b. ¿Qué puedes hacer personalmente para evitar la contaminación de nuestros recursos naturales?

Primera revolución de la química

Lección 5 Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa

APRENDIZAJES ESPERADOS

- ARGUMENTA LA IMPORTANCIA DEL TRABAJO DE LAVOISIER AL MEJORAR LOS MECANISMOS DE INVESTIGACIÓN (MEDICIÓN DE MASA EN UN SISTEMA CERRADO) PARA LA COMPRENSIÓN DE LOS FENÓMENOS NATURALES.
- IDENTIFICA EL CARÁCTER TENTATIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y LAS LIMITACIONES PRODUCIDAS POR EL CONTEXTO CULTURAL EN EL CUAL SE DESARROLLA.

Inicio

Para pensar...

Dos alumnos armaron un dispositivo como el que se muestra en la figura 1.64, el cual es ejemplo de un **sistema cerrado**. Usaron una lupa para proyectar la luz solar en él hasta que el papel se quemó completamente.

Si todo el sistema (el recipiente y su contenido) tenía originalmente una masa de 200 g, ¿cuál será su masa después de quemado el papel?

A continuación encontrarás las opiniones de varios alumnos. ¿Con quién estás de acuerdo y por qué? Escríbelo en tu cuaderno.

- » Pedro opina que pesará menos porque sólo han quedado cenizas y éstas son más ligeras que el papel.
- » Lupita cree que pesará más porque en la combustión se ha producido humo.
- » Rosa piensa que la masa no ha cambiado porque nada ha salido del recipiente.



Figura 1.64 Dispositivo para estudiar un sistema cerrado.

GLOSARIO

Sistema cerrado: aquel en el que no puede haber intercambio de materia con los alrededores.

Desarrollo

La alquimia es la disciplina con elementos filosóficos y místicos que precedió a la química. Ésta fue desarrollada por los alquimistas, quienes trabajaron principalmente en la Edad Media (siglos XI al XVI); entre otras cosas, buscaban transformar el plomo en oro, un metal considerado perfecto, y con esto alcanzar su propia perfección espiritual. También pensaban que los astros influían en su trabajo (figura 1.65).

En esta búsqueda, los alquimistas desarrollaron procesos que guardaban celosamente. Algunos de ellos estaban relacionados con la elaboración de vidrio, otros con la fabricación de aleaciones, de jabones, de vinagre y de alcohol. Diseñaron, entre otras cosas, aparatos de destilación, matraces, refrigerantes, retortas y el baño María, los cuales todavía se utilizan en la cocina, en los laboratorios y en algunas industrias.

A lo largo de la historia de la química ha habido diversos personajes involucrados en la comprensión de sus fenómenos; uno de ellos es el científico francés Antoine Laurent Lavoisier.



Figura 1.65 Los alquimistas pensaban que los metales se generaban en la Tierra bajo la influencia de diversos cuerpos celestes: el oro por la del Sol, la plata por la de la Luna.

Tres descubrimientos fundamentales te permitirán entender su trabajo: el del oxígeno, el del hidrógeno y el de la composición del aire. A continuación veremos cómo Lavoisier llegó a estos resultados.

Johann Joachim Becher (1635-1682) fue un físico y alquimista de nacionalidad alemana, conocido por sus trabajos acerca de la combustión. Propuso que todo combustible contenía una sustancia que se perdía al arder.

Georg Ernst Stahl (1660-1734), médico y químico alemán, alumno de Becher, adoptó la teoría de su maestro y aseveró que cuando un metal se quemaba al aire perdía algo que no podía arder, a lo que llamó **flogisto**. La teoría de Stahl proponía que los metales estaban formados de flogisto y cal (las sustancias a las que llamaban cales en ese entonces se conocen ahora como **óxidos**); de esta forma, al calentarlos, el flogisto se desprendía y sólo quedaba la cal como residuo. Esta situación se puede representar de la siguiente manera:



Stahl explicaba que para transformar la cal de nuevo en metal era necesario agregarle un cuerpo rico en flogisto, como el carbón. Cabe mencionar que en la actualidad este material todavía se utiliza para la obtención de algunos metales a partir de sus minerales.

También afirmaba que, mientras más flogisto tenía una sustancia, más combustible era y que después de la combustión ya no ardía porque el flogisto se había perdido en el aire. Para explicar por qué la cal obtenida pesaba más que el metal de partida, propuso que el flogisto tenía masa negativa.



Figura 1.66 Los químicos del siglo **xviii**, fieles seguidores de la teoría de Stahl, explicaban, por ejemplo, que los vidrios fabricados en Sèvres, Francia, eran de color café porque el flogisto que contenía la sosa empleada no había salido completamente de ella.

La teoría del flogisto de Stahl perduró casi un siglo, pues explicaba satisfactoriamente el fenómeno de la combustión, la obtención de los metales a partir de sus cales y otros hechos como el color café de los vidrios fabricados en Sèvres (figura 1.66).

En 1772, **Karl Wilhem Scheele** (1742-1786), boticario de origen sueco, obtuvo por primera vez oxígeno, mediante la descomposición por calentamiento del óxido de mercurio (II), y lo llamó **aire de fuego**, pues notó que este gas mantenía la combustión.

Sin embargo, algunos autores adjudican el descubrimiento al ministro inglés **Joseph Priestley** (1733-1804), quien lo obtuvo poco tiempo después que Scheele (1774), pero que, a diferencia de éste, publicó de inmediato su hallazgo (1775) y

enteró del hecho a toda la comunidad científica. Joseph Priestley notó que este "aire" tenía la característica de ser "más respirable" y le llamó **aire desflogisticado**.

Por su parte, **Henry Cavendish** (1731-1810), experimentador británico, descubrió el hidrógeno, al que llamó **aire inflamable**. Advirtió también que la combustión de éste producía agua, pero no entendió el porqué.

Actividades de aprendizaje

Forma equipo con dos compañeros. Elaboren en su cuaderno una línea del tiempo. Tengan en cuenta a los personajes que hasta ahora se han mencionado.

- » Incluyan otras figuras (pintores, músicos, etcétera) o hechos de esa época que les llamen la atención, sean extranjeros o mexicanos. Elijan imágenes para ilustrar su línea del tiempo.
- » Presenten el trabajo al resto del grupo y tomen nota de los comentarios que sus compañeros hagan para mejorarlo.

El trabajo de Lavoisier

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) fue un químico francés que incursionó en campos tan diversos como las leyes, la biología y las finanzas (figura 1.67). Se le considera el padre de la química por sus aportaciones a esta ciencia. Siempre contó con la ayuda de su esposa, Marie-Anne Pierrette Paulze, quien ilustró sus experimentos y tradujo los resultados al inglés para presentarlos a la comunidad científica de la época. Antoine Lavoisier murió a la edad de 51 años, ejecutado en la guillotina, víctima del reinado del Terror durante la Revolución francesa.

Uno de los experimentos efectuados por Lavoisier consistió en colocar mercurio en un recipiente cerrado y calentarlo por varias horas (figura 1.68). Al terminar, este elemento se había convertido en un polvo rojo. Lavoisier pesó con cuidado el sistema antes y después de la reacción, y encontró que no había habido variación alguna en la masa.

Pensó que si el flogisto se desprendía del metal y se incorporaba al aire, la presión en el interior del recipiente aumentaría; de ser cierto esto, al abrir el recipiente se notaría la salida de aire. Lo que descubrió fue que ocurría exactamente lo contrario, es decir, que, en lugar de salir, entraba aire al recipiente. Una vez que éste había entrado, volvió a pesar el sistema y encontró que pesaba más. Quizá se preguntó: "¿Por qué entró el aire?"

Repitió el experimento utilizando otros metales y el resultado fue el mismo. Notó que la presión después de la combustión era menor. Concluyó que, en realidad, el flogisto no salía del metal, sino que era el metal el que se combinaba con alguno de los componentes del aire. Entonces, este último debía ser una mezcla en la que había una sustancia capaz de reaccionar con el metal. Lavoisier dedujo que se trataba del aire desflogisticado de Scheele, y le llamó **oxígeno**. Al otro componente del aire, que no reaccionaba e impedía la combustión, le llamó **azoe** (ahora, nitrógeno). Sin embargo, lo más importante fue que pudo constatar que la masa ganada por los metales era la misma que la perdida por el aire cuando éstos se quemaban en su presencia.

Las conclusiones de Lavoisier respecto a la combustión fueron las siguientes.

- a. Toda combustión en el aire resulta de la combinación con el oxígeno de éste.
- b. Si la combustión se efectúa en un recipiente cerrado, la masa antes y después es la misma.
- c. La masa del aire contenido en el recipiente es menor que el que tenía inicialmente.
- d. El aumento en la masa del metal es igual a la disminución de la masa del aire.

Con esta explicación, Lavoisier comprobó la falsedad de la teoría del flogisto, vigente durante casi un siglo.



Figura 1.67 A los 22 años de edad, Lavoisier presentó ante la Academia de Ciencias de París su primer trabajo de química, el cual trataba del análisis del yeso.

Amplió mis conocimientos

Joseph Black (1728-1799) fue uno de los primeros científicos que hicieron mediciones precisas de la masa al desarrollar la balanza analítica. Descubrió el dióxido de carbono, al que llamó **aire fijo**, y demostró que, además de encontrarse en la atmósfera, éste podía ser obtenido en el laboratorio.

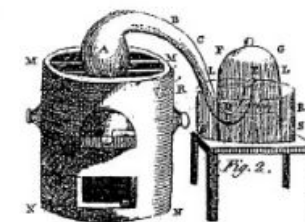


Figura 1.68 Muchos de los aparatos utilizados por Lavoisier eran sumamente complicados, por lo que otros investigadores debieron crear diseños más simples.



Figura 1.69 Esta balanza fue construida en 1789 especialmente para Lavoisier por el talentoso mecánico francés Jean-Nicolas Fortin (1750-1831), y se encuentra en el Museo de Artes y Oficios en París, Francia. Podía pesar hasta 10 kg con una precisión de 25 mg.

Ley de la conservación de la masa

Lavoisier fue un experimentador **riguroso, metódico y cuidadoso** que hizo de la **balanza** (figura 1.69) un instrumento de uso sistemático. Esta manera de proceder le condujo a conclusiones correctas. Al interpretar los resultados de sus experimentos, se propuso "seguir con todo rigor el principio de no deducir más consecuencias que las que presenten los experimentos, ni añadir nada de lo que callen los hechos". ¿Cómo interpretas esta frase? Los experimentos de Lavoisier sirvieron para explicar mucho del conocimiento químico de la época.

Aunque la **ley de la conservación de la masa** ya había sido aplicada por muchos químicos, no se basaba en pruebas rigurosas ni se había establecido formalmente. Lavoisier sugirió, a propósito de la fermentación alcohólica, que "nada se crea en las operaciones del arte ni en la naturaleza y puede establecerse como principio que en toda operación hay una cantidad igual de materia antes y después de la operación [...] Sobre este principio se funda todo el arte de hacer experimentos en química".

En la actualidad, esta ley se enuncia de la siguiente manera: **en un proceso químico, la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma**. Cabe mencionar que, para verificarla, es necesario trabajar en un sistema cerrado, ya que, por ejemplo, si se desprende un gas y el sistema es abierto, la masa final será menor, lo cual podría interpretarse como una pérdida de ésta. Si bien Lavoisier demostró experimentalmente dicha ley, ésta no fue aceptada de inmediato por la comunidad científica. Cavendish, por ejemplo, siguió creyendo en el flogisto y jamás se convenció de que la masa permanece constante en una reacción química.

Como te darás cuenta, el conocimiento científico **no es definitivo, es tentativo**, ya que sirve para explicar el mundo en la época en la que se produce y, en cualquier momento, es susceptible de comprobación. Así, cuando surgen nuevas evidencias que no pueden ser explicadas por el conocimiento vigente, y aunque éste sea aceptado por la comunidad científica, es necesario desarrollar nuevas explicaciones, es decir, generar nuevo conocimiento; de esta forma, las ciencias van evolucionando.

Una ventana a la lectura

Amplía tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:

Richard Platt, *La enciclopedia de los inventos*, Madrid, Ediciones SM, 2004.



Experimento ¿Cómo varía la masa?

Propósito. Analizar la variación de la masa en un proceso efectuado en un sistema cerrado.

Material para un equipo de cuatro estudiantes

100 ml de agua oxigenada comercial, 50 ml de jugo de papa recién extraído, una botella de plástico transparente de aproximadamente 250 ml, globo, probeta graduada de 100 ml (se puede sustituir por una taza medidora), balanza.

Procedimiento

1. Vierte el agua oxigenada en la botella de plástico. Después, vacía el jugo de papa dentro del globo y, con mucho cuidado, colócalo en la boca de la botella sin que el jugo caiga dentro de ella.

Lavoisier también rebatió otras ideas vigentes en aquella época. Por ejemplo, se creía que el agua se convertía en tierra, pues cuando se hervía agua por cierto tiempo quedaban residuos en el fondo de los recipientes. ¿Cómo lo refutó? ¡Hirvió agua durante 101 días en un "pelicano"! [Un recipiente diseñado de tal manera que el agua evaporada siempre regresaba a él (figura 1.70)]. Al cabo de este tiempo vio que, en efecto, había residuos sólidos en el agua, por lo que el líquido pesaba un poco más; sin embargo, la masa del recipiente había disminuido en la misma proporción en que había aumentado la del agua. Dedujo que eso se debía a que las partículas provenían del vidrio del recipiente y no a que el agua se hubiera transformado en tierra.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Figura 1.70 Lavoisier se distinguió por encargar sus aparatos a los mejores artesanos de la época, como el recipiente llamado *pelicano*, por su parecido con esa ave.

La nomenclatura química

Las sustancias con las que trabajaban los alquimistas eran conocidas por diferentes nombres en distintas partes del mundo. La terminología se elegía al gusto, por lo que la comunicación entre las personas que se dedicaban a esta actividad era muy difícil. En el cuadro 1.8 se muestran algunos ejemplos de los nombres dados a las sustancias de acuerdo con sus características principales.

Cuadro 1.8 Nombres que los alquimistas daban a algunas sustancias de acuerdo con sus propiedades

Característica	Nombre	Sustancia
color	azul de París	ferrocianuro férrico
consistencia	aceite de vitriolo	ácido sulfúrico
gusto u olfato	azúcar de plomo	acetato de plomo (II)
descripción	ceniza negra	carbonato de potasio
nombres de personas	sal de Glauber	sulfato de sodio
nombres de lugares	vitriolo de Chipre	sulfato de cobre (II)

GLOSARIO

Sistema abierto: aquel en el que puede haber intercambio de materia con los alrededores.

- Espera tres minutos y después pesa todo el sistema, es decir, la botella con el agua oxigenada y el globo con el jugo de papa. Anota en tu cuaderno los resultados.
- Levanta el globo y deja caer el jugo sobre el agua oxigenada. Anota en tu cuaderno qué sucede.
- Pesa nuevamente todo el sistema. Registra en tu cuaderno los resultados.

Análisis de resultados y conclusiones

- Responde en tu cuaderno.
 - ¿Qué diferencias obtuviste entre la primera y la segunda vez que mediste la masa del sistema?
 - ¿A qué atribuyes tus resultados?
 - ¿Qué conclusión con respecto a la masa se obtiene a partir de este experimento?
 - Si el experimento se hubiera llevado a cabo en un **sistema abierto** (la botella sin el globo), ¿qué crees que hubiera ocurrido con la masa final?

GLOSARIO

Nomenclatura: conjunto de principios y reglas que se aplican para la denominación inequívoca y única de los elementos de una disciplina.



Figura 1.71 El *Tratado Elemental de Química* de Antoine Lavoisier fue publicado en 1789.

Como ves, hasta el siglo XVIII la **nomenclatura** de la química no estaba sistematizada, lo cual representaba un problema para el avance de esta ciencia.

Lavoisier y un grupo de científicos, entre los que se encontraban Louis-Bernard Guyton de Morveau, Jean-Henri Hassenfratz, Antoine-François Fourcroy, Pierre-Auguste Adet y Claude-Louis Bertholet, se dieron cuenta de la importancia de establecer una nomenclatura que tuviera en cuenta las propiedades de las sustancias, pues estaban convencidos de que el progreso de una ciencia dependía en gran medida del progreso de su lenguaje.

Otro de los aciertos de Lavoisier fue sistematizar la información química que se tenía hasta el siglo XVIII; para este fin escribió un libro en el que detalló sus nuevos conceptos, relativos a las leyes de esta disciplina. Esta obra fue la publicación más importante de la ciencia química hasta ese momento (figura 1.71).

Cierre

El trabajo de Lavoisier constituye la **primera revolución de la química**, ya que explicó el papel del oxígeno en la combustión, estableció la ley de la conservación de la masa en sistemas cerrados y contribuyó a la sistematización de la nomenclatura y del conocimiento químico de la época.

Integro mis aprendizajes

- Imagina que tienes cinc en un recipiente abierto y que haces lo que se indica a continuación.
 - » Determinas la masa del sistema (recipiente + cinc), a la que llamaremos *masa inicial* (m_i).
 - » Posteriormente calientas el sistema, como lo hizo Lavoisier cuando trabajó con el mercurio.
 - » Al cabo de varias horas, el cinc, que es un metal gris, se ha transformado en un polvo blanco.
 - » Vuelves a pesar el sistema y obtienes la masa final (m_f), que, por cierto, es mayor que la masa inicial (m_i).
- Interpreta este experimento mental en función de:
 - » la teoría del flogisto;
 - » la explicación de Lavoisier, teniendo en cuenta el papel del oxígeno en la combustión;
 - » la ley de la conservación de la masa.
- Forma equipo con dos de tus compañeros y revisen las respuestas que dieron al contestar la actividad de aprendizaje al comienzo de esta lección (página 57). Después, comparen sus explicaciones y lleguen a un acuerdo para presentarlo al resto del grupo.

¿Qué he aprendido?

Responde en tu cuaderno.

- ¿Cuál fue la importancia de la experimentación y la sistematización de la información llevadas a cabo por Lavoisier?
- Describe los modelos atómicos que estudiaste en tu curso de Ciencias II y explica por qué su evolución ejemplifica el carácter tentativo de la ciencia.
- Escribe cómo influye el contexto cultural en el desarrollo del conocimiento científico. Ejemplifica con el trabajo de Lavoisier o con el de los antiguos griegos.

Una ventana a la lectura



Horacio García,
Antoine L. Lavoisier. El investigador del fuego, México, Pax, 2007 (Pangea viajeros del conocimiento).

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

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

APRENDIZAJES ESPERADOS

- A PARTIR DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS PLANTEA PREMISAS, SUPUESTOS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN, CONSIDERANDO LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES O LA CONSERVACIÓN DE LA MASA.
- IDENTIFICA, MEDIANTE LA EXPERIMENTACIÓN, ALGUNOS DE LOS FUNDAMENTOS BÁSICOS QUE SE UTILIZAN EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA ESCOLAR.
- ARGUMENTA Y COMUNICA LAS IMPLICACIONES SOCIALES QUE TIENEN LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.
- EVALÚA LOS ACIERTOS Y DEBILIDADES DE LOS PROCESOS INVESTIGATIVOS AL UTILIZAR EL CONOCIMIENTO Y LA EVIDENCIA CIENTÍFICOS.

Como lo has hecho en tus cursos anteriores de ciencias, al final de este bloque participarás en un proyecto estudiantil con el que tendrás la oportunidad de poner en práctica tus conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos hasta el momento, en la resolución de una situación problemática concreta y relacionada con tu comunidad.

Para que recuerdes cómo trabajar los proyectos estudiantiles, consulta el anexo 1 que se encuentra en la página 264 de este libro. Además, con la finalidad de conseguir los aprendizajes propios del trabajo colaborativo, te recomendamos formar un equipo de trabajo (figura 1.72).



Figura 1.72 Con el trabajo en equipo se logran varios aprendizajes. No olvides que el éxito del grupo es también el éxito propio.

ACTIVIDAD

Reúnete con tu equipo y compartan sus respuestas, inquietudes y dudas respecto a las siguientes cuestiones.

- » En los proyectos escolares llevados a cabo en sus cursos de ciencias anteriores, ¿cuáles fueron los problemas más frecuentes a los que se enfrentaron? ¿Cómo los superaron?
- » En dichos proyectos, ¿cuál fue su mayor éxito y cuál su mayor fracaso? ¿A qué lo atribuyen?
- » ¿Los proyectos que desarrollaron resultaron útiles para ustedes, el colegio o la comunidad? ¿Por qué?
- » ¿De qué manera han contribuido tales proyectos a su formación escolar y ciudadana?

A continuación encontrarán algunas sugerencias para llevar a cabo cada etapa del proyecto.

INICIO

Recuerden que en las diferentes lecciones de este primer bloque revisaron algunas de las aportaciones que la ciencia, en particular la química, y la tecnología, hacen a nuestras vidas, así como cuál es la imagen social de esas actividades. Estudiamos también algunas de las propiedades físicas de la materia y cómo se clasifican los materiales.



Figura 1.73 Nuestro país cuenta con grandes cuerpos de agua, como ríos, lagos y lagunas, muchos de los cuales están contaminados.

También desarrollaron algunas habilidades, como el uso de diferentes métodos para separar los componentes de una mezcla, trabajar en equipo y cuidar el ambiente. Para empezar con el proyecto, tomaremos el caso que se describe en la siguiente nota periodística (figura 1.73); ésta servirá como detonador de ideas.

Muerte lenta del río Santiago por contaminación

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en el análisis "Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago", que realizó entre 2009 y 2011, reveló la presencia de 1090 sustancias químicas en el cauce y sus afluentes (entre ellos el canal El ahogado). Entre esas sustancias había compuestos orgánicos **semivolátiles** y volátiles, tales como **ftalatos** (que alteran la función hormonal), **fenoles** (compuestos que afectan el desarrollo neuronal), el **tolueno** (compuesto que altera el sistema nervioso) y retardantes o sustancias que retrasan la formación de fuego (que provocan cáncer).

Actualmente, la "macroplanta" trata el líquido que proviene de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y elimina los compuestos orgánicos, pero los químicos permanecen allí, y además envía las aguas que limpia al río contaminado, explica Un Salto de Vida.

En el camino de Ocotlán a El Salto el cauce recibe las descargas de alrededor de 400 industrias —las autoridades no han dado un número preciso de éstas—, desechos de granjas porcícolas, residuos municipales y aguas residuales de la ZMG en los canales El Ahogado y Arroyo Seco. Los afluentes no reciben tratamiento "óptimo", por lo que es uno de los ríos más contaminados de México, indica el estudio "Impacto de la contaminación del río Santiago en el bienestar de los habitantes de El Salto", elaborado por Paulina Martínez.

Tomado de Angélica Enciso, "Muerte lenta del río Santiago por contaminación", en *La Jornada*, 25 de marzo de 2013, disponible en <http://www.jornada.unam.mx/2013/03/25/politica/002n1pol> (Consultada: 19 de junio de 2013).

ACTIVIDAD

Participa con tu equipo haciendo estas actividades:

- » Las siguientes preguntas son sugerencias para los temas del proyecto de este bloque. Léanlas y elijan la que más les interese.
 - a. ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?
 - b. ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?
- » Para decidirse por uno u otro de los proyectos, reflexionen en torno a la importancia y las repercusiones de esa investigación en su comunidad. Recuerden que pueden elegir otro tema, siempre y cuando se relacione con los contenidos estudiados en este bloque.
- » Documenten el tema de la pregunta que eligieron. Consulten libros, revistas y periódicos en la biblioteca. Consulten también sitios de Internet de confianza.
- » A continuación, comenten acerca de lo que conocen o desean conocer de ese tema y escríbanlo en el cuaderno.
- » De acuerdo con sus intereses, redacten la pregunta que les servirá de guía en el desarrollo del proyecto. Es importante que todos los integrantes del equipo estén de acuerdo en el objetivo que se logrará al final del proyecto. Muéstrenle a su profesor la pregunta que eligieron para que les dé su opinión sobre si es la adecuada o no.

Glosario

Ftalatos: grupo de compuestos químicos empleados en combinación con algunos plásticos para incrementar su elasticidad.

Fenoles: compuestos orgánicos aromáticos que se usan como materia prima en la fabricación de productos para limpieza hasta incluso medicinales.

Tolueno: compuesto orgánico aromático. Es un líquido incoloro a temperatura ambiente, de menor densidad que el agua e inmiscible en ella. Como vapor es más denso que el aire. Sus productos de descomposición son monóxido y dióxido de carbono. Es inflamable y explosivo. Es tóxico. Se absorbe a través de la piel y daña al hígado y los pulmones. Causa disfunción cerebral.

Por ejemplo, si el tema que eligieron es "¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?", podrían preguntarse algo como lo siguiente:

- » ¿Cuál es la calidad del agua en mi comunidad?
- » ¿Qué puede hacerse para mejorarla?
- » ¿Qué acciones puedo instaurar y promover para ahorrar agua?
- » ¿Cómo se pueden reutilizar las aguas grises domésticas?
- » ¿Cómo podría obtener agua potable a partir del agua de lluvia para aprovechar la precipitación anual en mi comunidad? ¿Para qué usos sería adecuada? ¿Sería rentable?

Si el tema elegido es "¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?", podrían hacerse preguntas como las siguientes:

- » ¿Cómo se podría mejorar el funcionamiento de una salinera para que sea "amigable" con el ambiente?
- » ¿Cómo obtener agua potable y sal del agua de mar?, ¿para qué usos sería adecuada? ¿Es rentable?
- » ¿Qué implicaciones tendría para los países que desalinizan agua de mar el hecho de que los científicos no encontraran una manera rentable de evitar la contaminación que estas plantas provocan?
- » ¿Cuál método utilizarías para desalinizar el agua de mar en nuestro país?

PLANEACIÓN

Antes de continuar, lean el anexo 1 de este libro (página 262), recuerden la importancia de esta etapa del proyecto. Acuerden las actividades necesarias para responder a la pregunta central. Por ejemplo, en el caso de la alarmante contaminación del río Santiago, en Jalisco, se podría tomar nota de los contaminantes mencionados e investigar cómo eliminar del agua aquel que cause más daño a las personas o a la vida acuática local.

Algún integrante del equipo podría indagar en libros e Internet cuáles son las propiedades físicas y químicas del contaminante, para proponer los métodos de separación con los que se podría extraer del agua.

Por ejemplo, una técnica muy difundida para limpiar aguas grises es su tratamiento con una lechada de cal (comprada en una tlapalería y suspendida en agua de la llave). Una vez mezclados ambos líquidos, hay que esperar a que sedimenten los sólidos y, entonces, filtrarlos con un trozo de manta, así se consigue agua para volver a lavar ropa o trastes. No es agua potable (pues faltaría eliminar microorganismos patógenos con hipoclorito de sodio o algún otro bactericida), pero sí más limpia que la muestra inicial. ¿Serviría este método para el caso de un río contaminado?

Alguien más del equipo, si vive cerca del lugar afectado, podría llevar a cabo entrevistas en alguna de las comunidades afectadas; otro integrante podría darse a la tarea de investigar cuál es la legislación vigente respecto al tratamiento de residuos industriales y si ésta se cumple o no.

Por último, alguien más podría localizar información en otras fuentes y analizar si se relaciona con la de otras localidades. Si no viven en Guadalajara, podrían averiguar algo similar, retomando algún caso de la localidad en que habitan.

En la RED

Para informarse acerca de la sal, sus usos y la industria salinera, consulten:

<http://www.redir.mx/SQS-065a>.

Para saber cómo se hace una entrevista, visiten:

<http://www.redir.mx/SQS-065b>.

<http://www.redir.mx/SQS-065c>.

Una ventana a la lectura

Amplia tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:

José Tola y Eva Infiesta, *Atlas básico del agua*, Barcelona, Parramón, 2008.



Figura 1.74 Al agua doméstica que se obtiene como resultado de lavar la ropa, los trastes o bañarnos se le conoce como aguas grises. Con tratamientos sencillos, se puede reutilizar en otras actividades, como la limpieza de sanitarios, patios, autos y, dependiendo de lo que contenga, para el riego de áreas verdes.

DESARROLLO

Recuerden que en esta fase llevarán a cabo todas las actividades que planearon en la etapa anterior. Por ejemplo, para el caso de la contaminación del río Santiago, una hipótesis sería: "Si en la planta de tratamiento de agua se utilizaran filtros con carbón activado, los niveles de fenol en el río bajarían considerablemente". Si la evidencia muestra que la filtración con carbón activado no reduce la concentración de fenol, se podría pensar que sustituyéndolo por otro material con un poro más pequeño, o bien, formando un compuesto que no sea soluble en agua, sería posible limpiar el río. Todo esto implicaría hacer pruebas a pequeña escala con el agua contaminada, para saber si funcionaría a gran escala el método elegido.

Si lo que pretenden contestar es "¿Cómo aprovechar el agua de lluvia en mi comunidad?", una hipótesis sería esta: "Si se cuenta con mecanismos de captación y distribución, el agua pluvial podría utilizarse para riego, sanitarios y lavado de ropa".

Si la pregunta es "¿Cómo reutilizar las aguas grises domésticas?", una hipótesis sería ésta: "Si se conoce su composición, puede elegirse como usarla nuevamente" (figura 1.74). Los datos para esta hipótesis incluirán el uso que hacen del agua los integrantes de una familia (qué contienen los productos de limpieza que usan, cuánto tardan en bañarse, con qué frecuencia se lavan las manos, dientes, ropa, trastes, etcétera).

Una ventana a la lectura



Si quieres encontrar más información respecto a soluciones para la escasez de agua, consulta este interesante artículo:

Miguel Ángel Hernández y María Luisa Santillán, "Cosecha de lluvia", en *¿Cómo ves?*, núm. 142, septiembre de 2010, pp. 30-32.

COMUNICACIÓN

Hay muchas maneras de difundir los resultados del proyecto estudiantil (consulta el anexo 1). Por ejemplo, para informar a la comunidad respecto a los resultados de la investigación de la contaminación del río Santiago, un equipo elaboró trípticos y los repartió a los vecinos; otro hizo un video informativo acerca de los peligros de los contaminantes y consiguió que en la radiodifusora local le permitieran hablar en torno a cómo se trabajó el proyecto y qué resultados se obtuvieron. Decide junto con tu equipo cuál es la mejor manera de comunicar sus resultados.

EVALUACIÓN

Recuerden que la importancia de esta etapa es la reflexión acerca de los aprendizajes adquiridos, así como las dificultades y aciertos durante el desarrollo y la comunicación del proyecto. Pueden emplear una rúbrica como la que sugerimos en la página siguiente.

¿Qué he aprendido?

1. Representen en un diagrama los principales usos del agua, sus fuentes de contaminación, los riesgos que implica para la salud y las alternativas de reutilización que encontraron en las investigaciones.
2. Comenten con su profesor qué procesos de separación se utilizan en la desalinización del agua de mar y en qué propiedades de la materia se basan.
3. Expliquen de qué manera contribuyó la elaboración del proyecto de este bloque a su formación académica y ciudadana.

En la RED



Consulta la siguiente liga y conoce un formato interesante para comunicar los resultados de tu proyecto. En cuanto a la obtención de sal marina, puedes hacer algo similar a lo que se presenta aquí para el azúcar:

<http://www.redir.mx/SQS-066>.

		Trabajo individual y en equipo	Siempre	Algunas veces	Pocas veces	Nunca
Desempeño en mi proyecto	Habilidades y conocimientos	¿Investigué con mi equipo acerca de los distintos métodos de separación para purificar y reutilizar el agua?				
		¿Indagué con mis compañeros cómo funciona una salinera y sus impactos en el ambiente?				
		¿Junto con mi equipo desarrollamos distintos métodos de separación para purificar y reutilizar el agua?				
		¿Comparé información derivada de fuentes diversas, la interpreté y apliqué para la solución del problema del proyecto?				
		¿Seleccioné la información relevante para aclarar mis dudas?				
	Actitudes y valores	En equipo, ¿hicimos suposiciones al participar en experimentos e investigaciones?				
		¿Identifiqué las causas de un problema y sugerí a mi equipo acciones para resolverlo?				
		Junto con mi equipo, ¿reflexionamos las causas de algunas situaciones e hicimos suposiciones?				
		¿Expresé curiosidad en los temas del proyecto?				
		¿Mostré interés al plantear situaciones problemáticas para integrar los contenidos del bloque considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa?				
Actitudes y valores	¿Describí con honestidad mis observaciones e investigaciones?					
	¿Participé en reuniones y actividades?					
	¿Aporté ideas para enriquecer el trabajo?					
	¿Cumplí con mis tareas y responsabilidades dentro del equipo?					
	¿Participé en la resolución de desacuerdos o conflictos dentro de mi equipo?					
Actitudes y valores	Junto con mi equipo, ¿reflexioné en las consecuencias ambientales de algunas de mis actitudes?					
	En equipo, ¿valoré cómo promover el cuidado del ambiente y la salud?					
	¿Reflexioné sobre la importancia del conocimiento y la evidencia científica en los procesos de investigación para resolver problemas?					

Evaluación tipo PISA

Unidad de problema



Agua pura y celestial

“Da la vuelta a nuestras botellas y ayuda a cuidar el medio ambiente”

Con cada botella que consumes de agua Pura y Celestial ayudas a mejorar el medio ambiente, pues nuestras botellas son 100% reciclables. Además, el dinero de tu compra se destina a un programa de reforestación de áreas verdes en México.

Figura 1.75

Reactivo 1

- De acuerdo con el anuncio (figura 1.75), ¿qué características deberá tener el material de la botella para poder determinar si esa información es veraz o falsa? Explica la respuesta en tu cuaderno.
- Completa el siguiente cuadro en tu cuaderno.
 - » Escribe tres métodos de separación de residuos, uno para los desperdicios de tu casa, otro para los de la escuela y uno más para los de tu localidad.

Escenario	Método de separación de residuos
casa	
escuela	
localidad	

Reactivo 3

- Lee nuevamente la frase publicitaria del anuncio: “Da la vuelta a nuestras botellas y ayuda a cuidar el medio ambiente”. ¿Cuál es el razonamiento implicado en ella? Explicalo en tu cuaderno.
- Contaminamos más, pero reducimos el espacio contaminado.
 - Contaminamos menos, ya que muchos desechos bien compactados reducen la contaminación.
 - Contaminamos más, ya que nos caben más botellas compactadas en el mismo espacio.
 - Contaminamos menos, porque contribuimos al proceso de reciclaje.

Reactivo 2

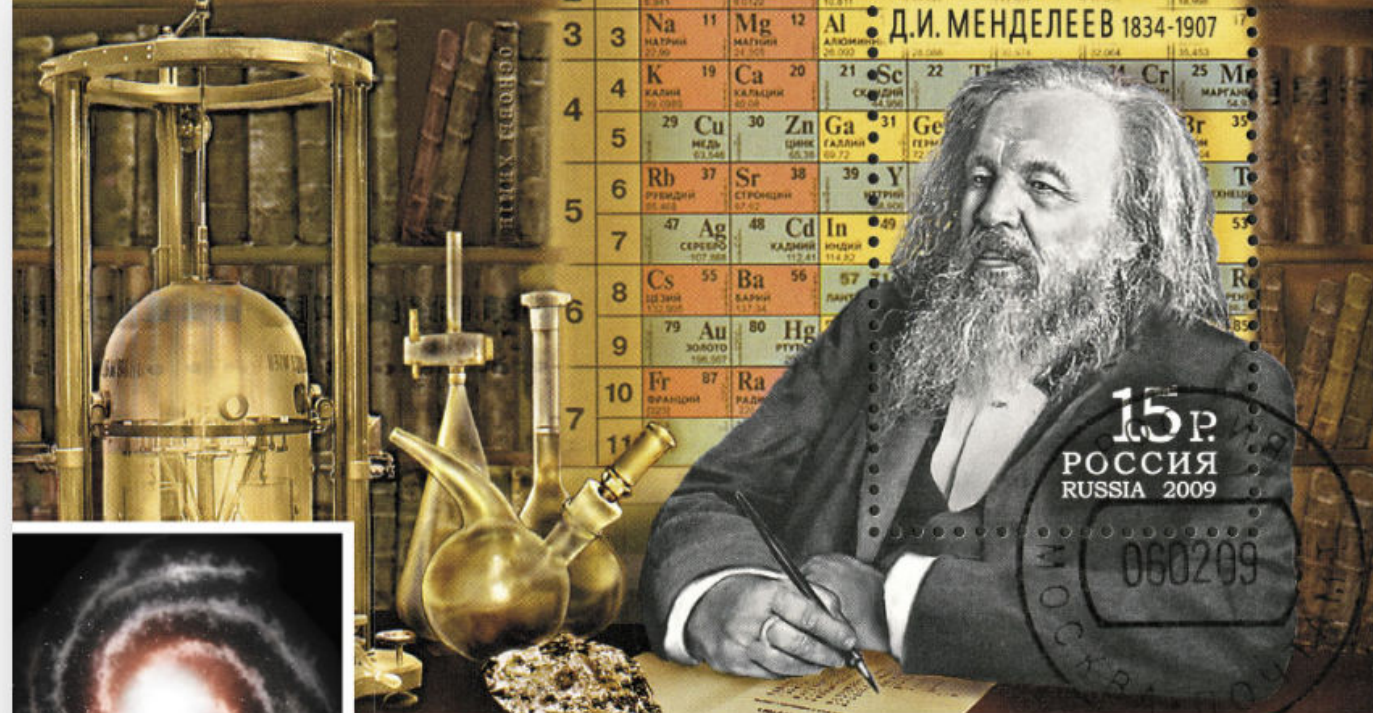
- A partir del anuncio y con base en la afirmación “vivimos en un mundo de plástico”, haz lo que se indica.
- » Escribe en tu cuaderno un texto breve en el que señales las desventajas del uso excesivo de los plásticos, que de manera intencional no se hace evidente en diversos anuncios, como el que leíste.

Reactivo 4

Ante anuncios como el mostrado, ¿qué medida de prevención propondrías para contrarrestar la contaminación de tu entorno inmediato? Explicala en tu cuaderno.

Reactivo 5

- ¿Cuál de las siguientes frases explica por qué el descubrimiento de la baquelita, hecho por Leo Baekeland, se relaciona con la industria del agua embotellada en todo el mundo? Explicalo en tu cuaderno.
- Porque el investigador de origen belga patentó todos los plásticos utilizados en la industria.
 - Porque a partir del descubrimiento de Baekeland se ha obtenido un gran número de polímeros, como el utilizado en los envases de plástico.
 - Porque las botellas utilizadas para el agua están hechas de un plástico, que es un polímero de baquelita.



BLOQUE 2

Las propiedades de los materiales y su clasificación química

Clasificación de los materiales

Lección 1 Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

Aprendizajes esperados

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

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

Lección 3 Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales

Aprendizajes esperados

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

Estructura de los materiales

Lección 2 Modelo atómico de Bohr. Enlace químico

Aprendizajes esperados

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



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

Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos

Lección 5 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

Aprendizajes esperados

- Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.
- Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.
- Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.

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

(Preguntas opcionales)

- ¿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?
- Aprendizajes esperados**
- A partir de situaciones problemáticas, plantea preguntas, actividades a desarrollar y recursos necesarios, considerando los contenidos estudiados en el bloque.
 - Plantea estrategias con el fin de dar seguimiento a su proyecto, reorientando su plan en caso de ser necesario.
 - Argumenta y comunica, por diversos medios, algunas alternativas para evitar los impactos en la salud o el ambiente de algunos contaminantes.
 - Explica y evalúa la importancia de los elementos en la salud y el ambiente.

Segunda revolución de la química

Lección 4 El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev

Aprendizajes esperados

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

Enlace químico

Lección 6 Modelos de enlace: covalente e iónico. Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico

Aprendizajes esperados

- Identifica las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.
- Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).
- Identifica que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular).

Nuestro cuerpo, el de los demás seres vivos y todos los objetos que nos rodean están hechos de materiales formados por los elementos químicos que se conocen en la actualidad (poco más de 100). Los químicos han obtenido 1.15 093 651 sustancias diferentes a partir de ellos (al 1 de julio de 2016, a las 12:39 horas) y la lista sigue aumentando. Dependiendo de cómo se enlacen los átomos y de cuál sea su estructura tridimensional, es posible obtener compuestos con muy diversas propiedades. Si consideramos, además, que la mayoría de los materiales son mezclas de sustancias, la variedad de características posibles aumenta exponencialmente.

Reflexiona:

- ¿Cómo se llegó a la organización actual de los elementos químicos?
- ¿Cómo se forma un enlace químico entre dos átomos?
- ¿Cuál es la relación que existe entre la estructura de un material y sus propiedades?

CONTENIDO

Clasificación de los materiales

Lección 1 Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

APRENDIZAJES ESPERADOS

- ESTABLECE CRITERIOS PARA CLASIFICAR MATERIALES COTIDIANOS EN MEZCLAS, COMPUESTOS Y ELEMENTOS CONSIDERANDO SU COMPOSICIÓN Y PUREZA.
- REPRESENTA Y DIFERENCIA MEZCLAS, COMPUESTOS Y ELEMENTOS CON BASE EN EL MODELO CORPUSCULAR.

Inicio

Para pensar...

¡Cómo lucen las hojas secas en el suelo! ¿Sabes por qué caen? La maduración es parte de la vida y lleva al envejecimiento, lo cual en una hoja se manifiesta como un cambio de coloración y su desprendimiento del árbol, hasta que se seca. Si miramos un fruto, encontraremos que también pasa por procesos de transformación.

Para que ocurran todos estos cambios deben actuar en sincronía varias sustancias que se encuentran de manera natural formando mezclas.

Los investigadores han estudiado los procesos que ocurren durante el **envejecimiento celular** en diversos organismos y encontraron que una sustancia gaseosa lo induce en las frutas y verduras; se trata del etileno (C_2H_4). Las piñas, las manzanas y los jitomates, entre otros, se colocan en cámaras donde se libera intencionalmente etileno que, al mezclarse con el aire, llega a todos los vegetales y provoca su maduración. Así, en este proceso una sustancia se difunde en una mezcla e induce muchos cambios.

La vida implica infinidad de procesos; en cada uno de ellos participa toda clase de mezclas, desde las más simples, como el aire que respiramos o el agua que bebemos, hasta las más complejas, como la sangre, la linfa, la savia en las plantas o el **citoplasma**.

Comenta con tus compañeros las siguientes preguntas. Escribe en tu cuaderno qué opinan.

- ¿Cómo se sabe si una sustancia es un compuesto o un elemento?
- ¿Cómo sabemos si una sustancia es pura?
- ¿Cómo se diferencia una mezcla de una sustancia?

Desarrollo

En el bloque anterior aprendiste que se pueden separar los componentes de una mezcla. En esta lección aprenderás a distinguir, clasificar y representar materiales mediante un modelo, de acuerdo con su composición. Comencemos revisando los conceptos de **mezcla**, **compuesto** y **elemento**.

Una **mezcla** es una porción de materia formada por dos o más sustancias. Recuerda que podemos distinguir a las mezclas heterogéneas a simple vista porque tienen más de

una fase, por ejemplo, distinguimos entre las distintas piedras de un río por su color, brillo, textura y opacidad. En cambio, en una **mezcla homogénea** no se pueden distinguir sus componentes, es decir, tiene una sola fase.

Un **elemento** está formado por una sola clase de átomos y no puede descomponerse en otras sustancias por ningún método químico. Su estructura puede ser **atómica** (átomos independientes), **molecular** (átomos unidos formando moléculas) o **reticular** (estructuras tridimensionales gigantes).

Pocas sustancias elementales en la naturaleza se encuentran en **forma nativa**, es decir, relativamente pura, como el oro, la plata, el cobre, el azufre y el carbón (figura 2.1).

Aunque el arsénico y el bismuto también se pueden hallar en forma nativa, se encuentran con mayor frecuencia combinados con otros elementos formando compuestos. En cambio, el nitrógeno, el argón y el kriptón del aire, entre otros, forman mezclas.

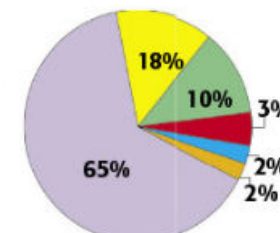
En la actualidad se conocen 118 elementos, 98 de los cuales están presentes en la naturaleza; el resto son resultado de síntesis experimentales en el laboratorio.

Nuestro cuerpo está formado principalmente por diez de ellos, aunque contiene otros 18 en concentraciones muy bajas (figura 2.2).

Un **compuesto** es una sustancia constituida por dos o más elementos unidos químicamente entre sí en proporciones fijas. Por ejemplo, el bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) contiene cuatro elementos, siempre en proporciones de un átomo de sodio, uno de hidrógeno, uno de carbono y tres de oxígeno; el dióxido de nitrógeno (NO_2), uno de los compuestos presentes en el smog, está formado por un átomo de nitrógeno y dos de oxígeno; y el óxido de calcio (CaO), conocido como cal, tiene un átomo de calcio y uno de oxígeno (figura 2.3).



Figura 2.1 Ejemplos de sustancias elementales que se encuentran en la naturaleza en forma nativa.



Elementos en el cuerpo humano
 Oxígeno (O) Nitrógeno (N)
 Carbono (C) Calcio (Ca)
 Hidrógeno (H) Otros

Figura 2.2 Gráfica de los elementos presentes en el cuerpo humano.

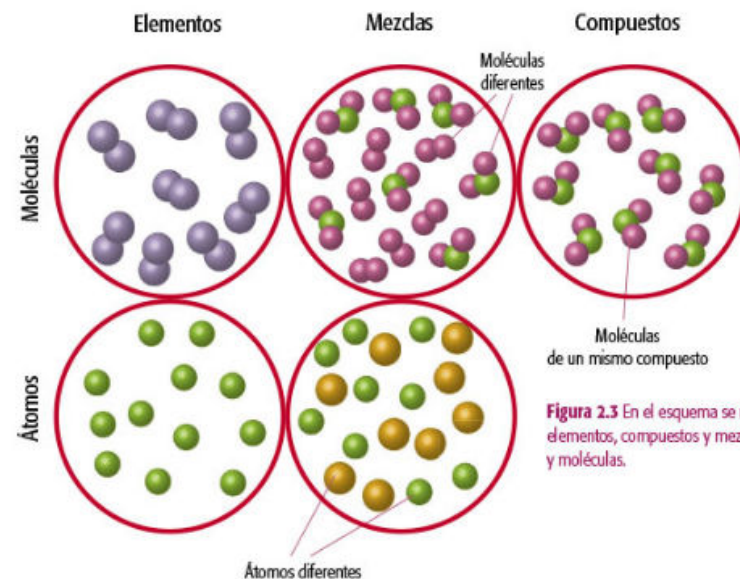


Figura 2.3 En el esquema se representan los elementos, compuestos y mezclas de átomos y moléculas.

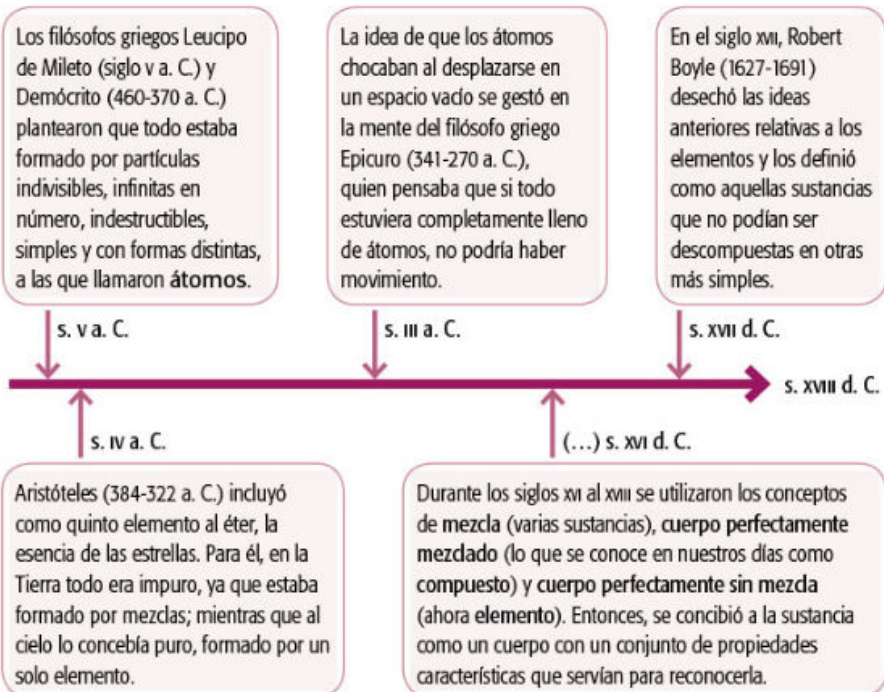
Actividades de aprendizaje

- Supón que tu profesor te entrega un líquido de color azul, que para ti es desconocido. ¿Cómo podrías saber si se trata de un elemento, de un compuesto o de una mezcla?
- Clasifica a los siguientes materiales como elemento, compuesto o mezcla.

agua	cal	aire
bromo	arena de mar	neón
etanol	vitamina C	dióxido de carbono
leche	saliva	doro
oro	vino tinto	bicarbonato de sodio
aluminio	glucosa	latón
azúcar	acero	blanqueador
jabón	agua oxigenada	butano

- Reflexiona en los criterios que usaste para clasificarlos. Comparte esta experiencia con tus compañeros y tu profesor para detectar aciertos y errores.

Para entender cómo se construyeron históricamente los conceptos de **compuesto** y **elemento**, lee la siguiente línea del tiempo y analiza cómo cambiaron las ideas acerca de la estructura de la materia.



Amplio mis conocimientos



La sosa cáustica y la potasa fueron consideradas elementos hasta 1807, cuando el químico británico Humphry Davy (1778-1829) consiguió separarlas mediante **electrólisis**, con lo que descubrió los elementos sodio y potasio. Estos dos metales son sumamente reactivos, por lo que no se encuentran libres en la naturaleza, sino formando parte de algunos compuestos.

GLOSARIO

Electrólisis: método para separar los elementos que forman un compuesto químico (fundido o en disolución), mediante el paso de corriente eléctrica a través de éste.



¿Cómo se estructuran los materiales en su escala más pequeña?

Cabe recordar que el modelo corpuscular establece que toda la materia está formada por partículas en constante movimiento, entre las cuales existe espacio vacío, es decir, no hay nada.

Probablemente hayas visto que el polvo dispersa la luz que entra por una ventana y habrás notado que tiene movimiento, el cual es provocado por su choque con las partículas que forman el aire. También habrás percibido el perfume de una persona cuando pasa frente a ti. Si las partículas estuvieran quietas y no hubiera espacios vacíos en el aire, los aromas no llegarían a nuestra nariz. El **movimiento browniano** puede interpretarse también como resultado del movimiento de las partículas que constituyen la materia (figura 2.4).

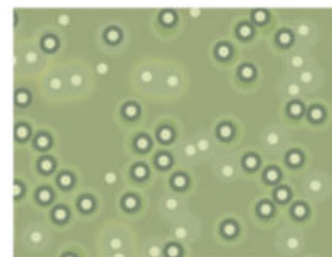
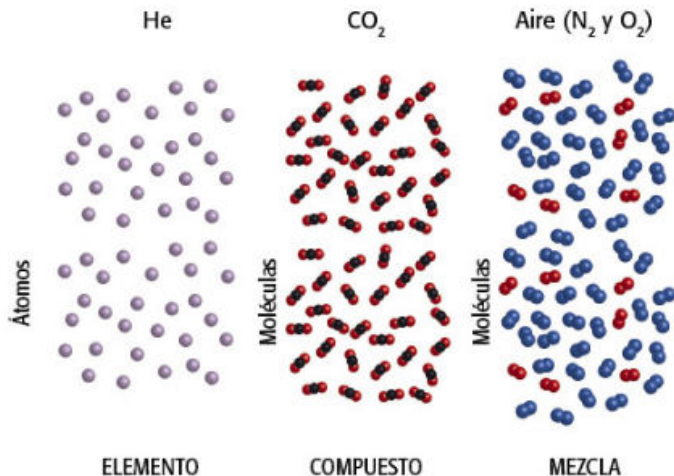


Figura 2.4 Cuando hay partículas de polen en la superficie del agua, se puede ver cómo éstas se mueven en distintas direcciones. Esto es el resultado de las colisiones entre las moléculas del agua y las partículas suspendidas en su superficie. A este movimiento se le llama **movimiento browniano**.

La figura 2.5 representa un elemento, un compuesto y una mezcla, los tres en estado gaseoso. Las dimensiones de los átomos y las moléculas son del orden de los nanómetros (1×10^{-9} m).



Los **átomos** están representados por esferas. Las esferas del mismo tamaño y color simbolizan átomos del mismo elemento.
 Las **moléculas** están representadas por medio de dos o más esferas unidas entre sí.
 Las **moléculas de los elementos** están representadas por dos o más esferas del mismo tamaño y color unidas entre sí.
 Las **moléculas de los compuestos** están representadas por dos o más esferas de diferentes tamaños y colores unidas entre sí.

Figura 2.5 Representación de un elemento (helio), un compuesto (dióxido de carbono) y una mezcla (aire) en estado gaseoso.

En los siguientes esquemas (figura 2.6) se representan un elemento, un compuesto y una mezcla, pero esta vez los tres en estado líquido.

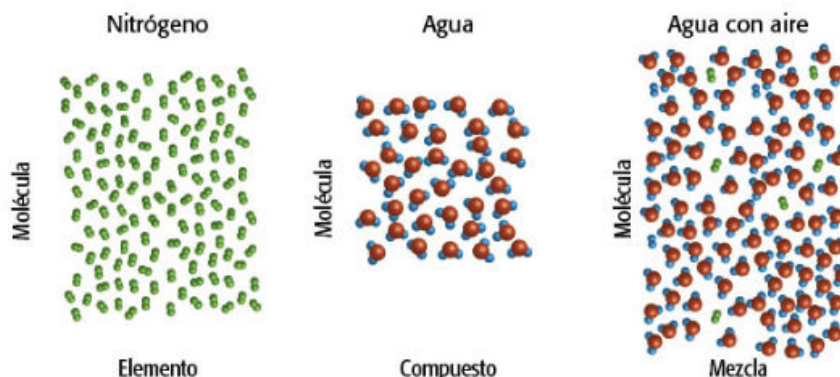


Figura 2.6 Esquemas que representan a un elemento (N₂), a un compuesto (H₂O) y disolución de aire en agua (mezcla).

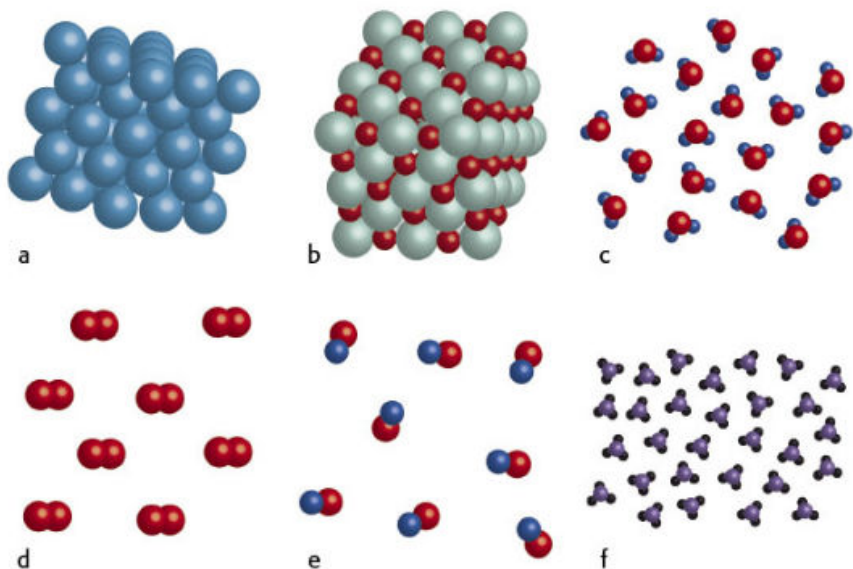


El aire en las ciudades contiene partículas suspendidas que miden entre 2.5 y 10 micrómetros de diámetro, junto a las industrias y cerca de las calles aumenta esta contaminación. También hay partículas de humo que miden menos de 2.5 micrómetros y contaminantes moleculares, como el dióxido de azufre (SO₂) y los óxidos de nitrógeno (NO, NO₂), cerca de un millón de veces más pequeñas que las partículas suspendidas.

Actividades de aprendizaje

1. Distingue y representa compuestos y elementos. Relaciona cada sustancia de la lista con la estructura que mejor la represente (a, b, c, d, e o f).

- » Agua (H₂O) ()
- » Nitrógeno (N₂) ()
- » Oxígeno (O₂) ()
- » Oro (Au) ()
- » Monóxido de carbono (CO) ()
- » Amoníaco (NH₃) ()
- » Sal de mesa (NaCl) ()



2. En tu cuaderno, representa con un esquema una muestra de aire contaminado. Emplea el modelo cinético molecular.
3. Investiga la manera como trata los desechos gaseosos una industria de tu comunidad.

Amplio mis conocimientos



La mayor parte de las sustancias que contienen los seres vivos son compuestos. Sin embargo, existen procesos biológicos en los que intervienen elementos, como es el caso de la respiración, en la cual el oxígeno del aire es transportado a todas las células por un compuesto presente en la sangre, la hemoglobina.



En la RED

En este laboratorio virtual podrás ver cómo se lleva a cabo la electrólisis del agua: <http://www.redir.mx/SQS-077>.



Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.

Ahora estudiaremos algunos métodos para descomponer un compuesto en los elementos que lo constituyen. La descomposición puede ser por exposición a temperaturas muy altas, o bien, por electrólisis.

Para saber si una sustancia se ha descompuesto debemos fijarnos en que las sustancias que se obtienen tengan propiedades muy distintas a las de la sustancia de la que se separaron. Por ejemplo, el cloruro de sodio (NaCl) es un sólido que se funde a más de 800 °C, es soluble en agua y conduce la electricidad cuando se encuentra en disolución. Si se pasa una corriente eléctrica a través de este compuesto fundido, se pueden obtener el cloro, que es un gas tóxico de color verde amarillento, y el sodio, que es un metal extremadamente reactivo.

El agua también se puede descomponer por electrólisis para obtener los dos elementos que la constituyen: el hidrógeno y el oxígeno. Las propiedades de ambos elementos son muy diferentes a las del agua, por ejemplo, sus temperaturas de fusión son -259 °C y -218 °C, respectivamente, las cuales son muy distintas a la temperatura de fusión del agua, que es 0 °C. Te invitamos a llevar a cabo el siguiente experimento.



Experimento
Descomposición del agua. ¿Elemento o compuesto?

Propósito. Separar un compuesto en sus elementos.

Material para un equipo de tres personas

Pila de 9 V, sal de mesa, vaso de precipitados (se puede sustituir por un frasco de vidrio de boca ancha), dos tubos de ensayo, dos cables con caimán en ambos extremos, dos puntillas de lápiz, cerillos, cuchara y agua de la llave.

Procedimiento

1. Conecta los cables a las terminales de la pila y por el otro extremo a una puntilla de lápiz; utiliza para esto los caimanes.
2. Agrega agua con una pizca de sal en el vaso de precipitados. Mezcla.
3. Sumerge las puntillas en el agua con sal sin que se toquen entre sí.
4. Recolecta las burbujas que se desprenden de cada puntilla en dos tubos de ensayo invertidos (que previamente se llenaron con agua) (figura 2.7).
5. Cuando ambos tubos estén llenos de gas, desconecta los cables de la pila. Saca los tubos del agua, voltéalos con cuidado y, al mismo tiempo, acerca un cerillo encendido a la boca de cada uno, de modo que el gas capturado entre en contacto con la llama. Registra tus observaciones en el cuaderno.

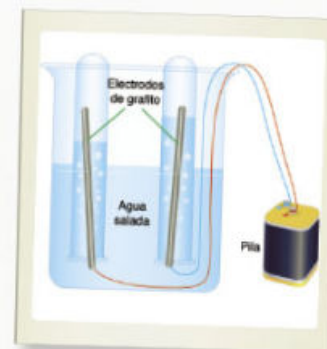


Figura 2.7 Dispositivo para efectuar la electrólisis del agua.

Análisis de resultados y conclusiones

Explica en tu cuaderno cómo distinguirías cuál es el oxígeno y cuál es el hidrógeno. Analiza tus resultados y redacta una conclusión.

Actividad experimental

Pureza

En un laboratorio de química, o bien, en el mundo que nos rodea, es difícil encontrar **sustancias puras**; todas tienen un porcentaje, aunque sea pequeño, de otras sustancias mezcladas a las que se les da el nombre de **impurezas**. Cabe mencionar que aun los **reactivos químicos** utilizados para análisis tienen algún grado de impureza (figura 2.8).

Nombre del producto: ÁCIDO CLORHÍDRICO 37%

Calidad y norma que cumple: Para análisis A. C. S.

Fórmula, número de C. A. S. y peso molecular: HCl [7647 - 01 - 0] P. M. 36,46

Simbolos de peligrosidad: Evitar contacto con la piel e inhalación de vapores. Lavar con abundante agua.

Referencias de seguridad: R: 34 - 37, S: 2 - 26

Contenido: Cont. neto: 1000 ml

Máximo de impurezas	
Tít. mín. como HCl	36.5-38.0%
Color (APHA)	10
Residuo por calcinación	5 ppm
Bromuro (Br)	0.005%
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	1 ppm
Sulfito (SO ₃)	3 ppm
Materia orgánica extraíble	5 ppm
Cloro libre (Cl)	1 ppm
Amonio (NH ₄ ⁺)	3 ppm
Arsénico (As)	0.01 ppm
Metales pesados (como Pb)	1 ppm
Hierro (Fe)	0.2 ppm
1 L = 1.19 kg	

Figura 2.8 Información de la etiqueta del ácido clorhídrico (HCl). Se reporta qué impurezas tiene y en qué cantidad.



Entre las piedras preciosas se encuentran los rubíes (rojos) y los zafiros (azules); en ambos casos se trata de un mineral llamado corindón, compuesto principalmente por óxido de aluminio (Al₂O₃). Dependiendo de las impurezas, se presentan diferentes coloraciones: para el rubí, por ejemplo, el tono depende del contenido de cromo y hierro.

Los **minerales** son mezclas de sustancias. Por ejemplo, la barita o baritina es un mineral formado casi en su totalidad por un compuesto llamado **sulfato de bario**; la cantidad restante son impurezas. Si el porcentaje de sulfato de bario en el mineral fuera 91%, se diría entonces que el mineral tiene una pureza de 91%. Las impurezas pueden proporcionarle un color particular, aunque se encuentren en proporciones muy pequeñas.

El alcohol etílico que se vende en las farmacias y que se utiliza como desinfectante tiene una pureza de 96%, ya que es una mezcla de dicho alcohol con 4% de agua.

Las impurezas, en ocasiones, sólo cambian el color de un material, como en los diamantes. En otros casos, afectan la salud humana, por ejemplo, se ha encontrado que la roca fosfórica, que es la materia principal empleada en la fabricación de fertilizantes, contiene una cantidad de cadmio mayor al promedio de la que se encuentra en el suelo. El cadmio es absorbido por las verduras y posteriormente, al ser éstas ingeridas, se acumula en los riñones e interfiere con la filtración de la sangre. También provoca daños al sistema nervioso central y al sistema inmunológico.

La **pureza** de una muestra puede determinarse mediante diversas pruebas en un laboratorio de química. Por ejemplo, las **temperaturas de fusión** y **ebullición** constituyen un criterio de pureza, ya que en una sustancia pura permanecen constantes durante el cambio de estado, mientras que una mezcla se funde en un intervalo de temperaturas. Entre mayor sea el intervalo, mayor será el porcentaje de impurezas que contiene.

Calculemos la pureza de 1 kg de sal de mesa. La etiqueta dice que contiene 2% de aluminosilicato de sodio como desecante, 760 mg de fluoruro de potasio y 50 mg de yodato de potasio. ¿Cuál es entonces el porcentaje correspondiente al cloruro de sodio?

Para empezar, en 100 g, 2% son 2 g; entonces, 2% de 1 kg son 20 g. Ahora sumamos las cantidades de todas las sustancias consideradas impurezas:

$$\text{impurezas} = 20 \text{ g} + 0.76 \text{ g} + 0.05 \text{ g} = 20.81 \text{ g}$$

Por lo tanto, la pureza de la sal se calcula así:

$$\text{pureza} = \left(\frac{\text{masa de cloruro de sodio}}{\text{masa total}} \right) \times 100 = \frac{979.19 \text{ g} \times 100}{1000 \text{ g}} = 97.92\%$$

Cierre

La materia se presenta de diversas maneras en nuestro mundo; la mayor parte de los materiales están formados por mezclas de muchas sustancias que podemos separar, cuantificar y distinguir. Estas sustancias pueden ser compuestos o elementos (figura 2.9), que presentan una determinada pureza.



Figura 2.9 Clasificación de la materia.



Experimento
El color que viaja

Propósito. Utilizar el modelo corpuscular para explicar el fenómeno de la difusión.

Un colorante puede estar conformado por una sola sustancia o ser una mezcla. En este experimento utilizaremos un colorante para alimentos (mezcla).

Materiales y reactivos

Colorante para alimentos, agua helada, agua tibia, dos tazas o vasos transparentes, reloj con segundero o cronómetro.

Procedimiento

1. Llena el primer vaso con agua helada.
2. Llena el segundo vaso con agua tibia al mismo nivel del primer vaso.
3. Agrega una gota de colorante en los vasos (figura 2.10) y comienza a medir el tiempo que tarda en difundirse por completo en cada uno; esto será cuando toda la disolución adquiera la misma tonalidad. No debes mover los vasos. Registra en tu cuaderno los tiempos.
4. Compara el tiempo que tarda el colorante en difundirse en cada vaso. Representa, desde el punto de vista nanoscópico, lo que ocurrió.



Figura 2.10 Se agrega una gota de colorante para observar su difusión.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Con base en el modelo corpuscular, representa lo que sucedió en el experimento con agua fría y con agua caliente.
2. Utiliza tus esquemas para explicarle a un compañero o a tu profesor los resultados de tus experimentos.

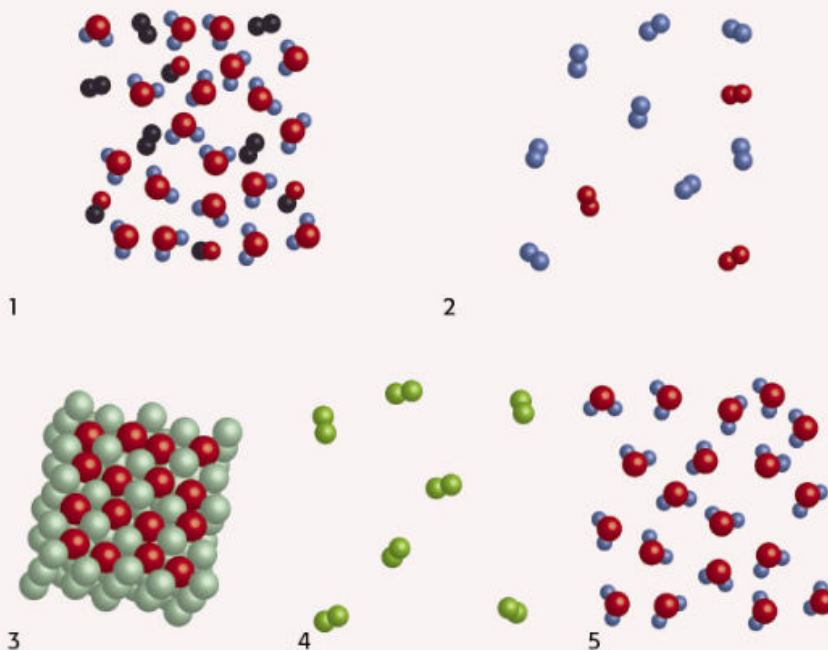
Actividad experimental

Integro mis aprendizajes

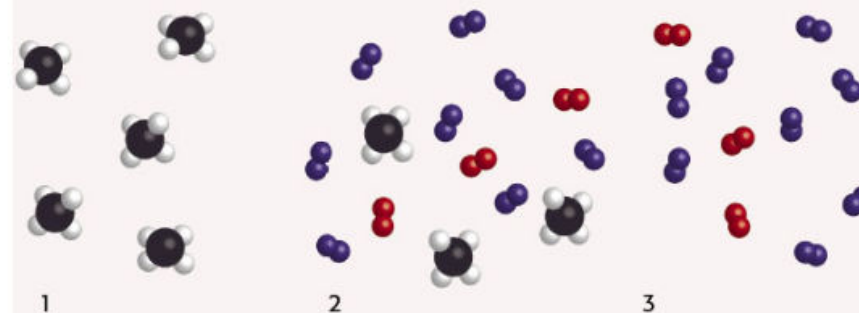
1. Escribe en tu cuaderno qué entiendes por elemento, compuesto y mezcla, y cita dos ejemplos de cada uno.
2. Investiga la composición de los siguientes materiales y clasifícalos en mezclas, compuestos o elementos: etanol, tierra, carbonato de calcio, pasta de dientes, glicerina, radón, mercurio, jugo gástrico, melaza, hierro, grafito, pulque.
3. Investiga las propiedades físicas del sulfuro de hierro II (FeS).
 - » Investiga también las propiedades de los elementos que lo constituyen.
 - » Compara las propiedades de los elementos y del compuesto.
 - a. ¿Cuáles son las diferencias?

¿Qué he aprendido?

1. Representa con el modelo corpuscular las partículas de los siguientes materiales: agua con alcohol, aluminio, aire, vapor y azúcar refinada.
2. ¿Qué harías para distinguir si un polvo amarillo es una sustancia o una mezcla?
3. Indica si las siguientes figuras representan una mezcla, un compuesto o un elemento.



a. ¿Cuál de las siguientes figuras representa al metano (CH₄), cuál al aire puro y cuál al aire con metano? ¿Cuál es una mezcla, cuál un compuesto? Explica por qué.



Estructura de los materiales

Lección 2 Modelo atómico de Bohr. Enlace químico

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA LOS COMPONENTES DEL MODELO ATÓMICO DE BOHR (PROTONES, NEUTRONES Y ELECTRONES), ASÍ COMO LA FUNCIÓN DE LOS ELECTRONES DE VALENCIA PARA COMPRENDER LA ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES.
- REPRESENTA EL ENLACE QUÍMICO MEDIANTE LOS ELECTRONES DE VALENCIA A PARTIR DE LA ESTRUCTURA DE LEWIS.
- REPRESENTA MEDIANTE LA SIMBOLOGÍA QUÍMICA ELEMENTOS, MOLÉCULAS, ÁTOMOS, IONES (ANIONES Y CATIONES).

Inicio

Para pensar...

El domingo, mientras jugaba con sus primos, Ana María encontró en el patio un alambre de cobre muy delgado, lo empezó a cortar con unas tijeras y se dio cuenta de lo fácil que esto resultaba. Se preguntó entonces: "Si tuviera las tijeras adecuadas, ¿hasta dónde podría seguir cortando el alambre? Y si pudiera hacerme muy, pero muy pequeñita, ¿vería las partículas que constituyen este metal? ¿Cómo serían?".

Ayuda a Ana María y responde las preguntas en tu cuaderno.

- ¿Existirá un límite para la división de la materia? ¿Por qué?
- Si lo hay, ¿cuál es?
- Si los materiales presentan características tan diversas, ¿estarán formados por las mismas partículas?

Desarrollo

El modelo atómico

En tu curso de Ciencias del año anterior aprendiste que los antiguos griegos propusieron que la materia estaba formada por partículas indivisibles. Podemos considerar éste como el primer modelo atómico.

Como recordarás, a lo largo de la historia ha habido distintos modelos para explicar la constitución de la materia. Con ello te das cuenta de que el conocimiento científico no es definitivo. Cada vez que se encuentran nuevos hechos que no pueden ser explicados con el modelo vigente, es necesario desarrollar uno nuevo. Varios han sido los modelos atómicos que se han propuesto a lo largo de la historia. A continuación encontrarás una breve descripción de algunos de ellos.

John Dalton (1766-1844), químico y meteorólogo inglés, basándose en el estudio de las proporciones en las que se encontraban los elementos en diversos compuestos, publicó en 1808 los siguientes postulados:

- toda la materia está formada de partículas indivisibles llamadas átomos (figura 2.11);
- los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí, es decir, poseen las mismas propiedades;
- los átomos de diferentes elementos tienen distintas propiedades;
- cuando los átomos se unen para formar un determinado compuesto, lo hacen siempre en la misma proporción.

ELEMENTOS	
Hidrógeno	Estroncio
Nitrógeno	Bario
Carbono	Hierro
Oxígeno	Cinc
Fósforo	Cobre
Azufre	Plomo
Magnesio	Plata
Calcio	Oro
Sodio	Platino
Potasio	Mercurio

Figura 2.11 Representación de diferentes átomos propuesta por John Dalton.



GLOSARIO

Tubo de rayos catódicos: tubo de vidrio al vacío que tiene, en un lado, un electrodo negativo denominado cátodo y un dispositivo que proyecta un haz de electrones sobre una pantalla fluorescente que se encuentra en el otro extremo.

Electrodo: extremo de un conductor en contacto con un medio al que lleva o del que recibe una corriente eléctrica.

Este último postulado lo podemos comprender si analizamos los resultados obtenidos en un experimento que se hizo de la siguiente forma.

- Se calentaron 0.6 g de cinta de magnesio en un crisol, hasta que se obtuvo un polvo blanco: el óxido de magnesio.
- El peso del óxido obtenido fue de 1 g.
- Eso significa que los 0.6 g de magnesio se combinaron con 0.4 g de oxígeno.
- Se puede calcular entonces el porcentaje de magnesio en el óxido de magnesio. Este porcentaje es de 60%, mientras que el porcentaje del oxígeno es 40%.
- Se repitió el experimento, pero ahora con 2 g de cinta de magnesio. El peso del óxido obtenido fue de 3.33 g. El porcentaje de magnesio en este segundo experimento también es de 60% y el del oxígeno es de 40% nuevamente.

Esto quiere decir que siempre que se forma óxido de magnesio los elementos se combinan en la misma proporción. Este resultado se puede generalizar a todos los compuestos.

Los tres últimos postulados de Dalton siguen siendo válidos. Sin embargo, ahora se sabe que el átomo sí es divisible y que existen muchas partículas subatómicas, por lo que el primero ha perdido validez.

Actividades de aprendizaje

El propósito de esta actividad es verificar que los elementos se combinan siempre en la misma proporción.

1. Lee el texto y responde en tu cuaderno.

El óxido de mercurio II (HgO) es una sustancia que Lavoisier descompuso en sus elementos. En un experimento calentó 50 g de este óxido hasta su descomposición. Se obtuvieron 46.3 g de mercurio y 3.7 g de oxígeno.

- Si descompusieras 75 g del óxido de mercurio II, ¿qué masa de cada uno de los elementos que lo constituyen se obtendría?

A finales del siglo XIX, empleando el tubo de rayos catódicos, el físico inglés Joseph John Thomson (1856-1940) descubrió partículas con carga eléctrica negativa (q) en los rayos catódicos y determinó la relación entre ésta y su masa (q/m) (figura 2.12). Aun cuando utilizó diferentes gases, siempre obtuvo la misma relación q/m , por lo que propuso que éstas formaban parte de todos los átomos. A dichas partículas se les llamó electrones. Como los átomos son eléctricamente neutros, se puede entonces suponer que en ellos hay también cargas positivas.

Así, Thomson propuso un modelo en el cual se representaba al átomo semejante a un panqué con pasas, donde el panqué mismo simbolizaba la masa del átomo (con carga eléctrica positiva y densidad uniforme) y las pasas eran los electrones con carga eléctrica negativa (figura 2.13 de la página siguiente).

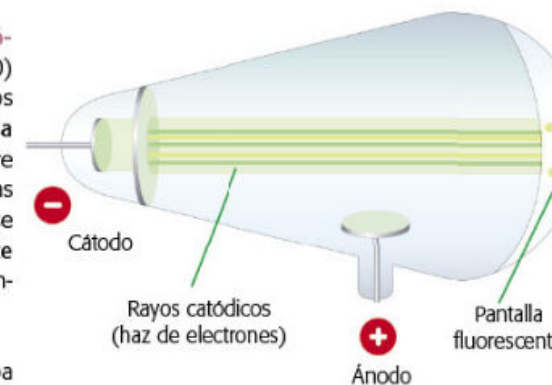


Figura 2.12 Joseph John Thomson (1856-1940) interpretó que el haz de rayos que salía del cátodo, por ser desviado hacia el polo positivo del aparato (hecho notado por muchos investigadores), debía tener carga eléctrica negativa.

GLOSARIO

Fluorescente: que absorbe energía y después la emite en forma de luz.

Partícula alfa (α): núcleo del átomo de helio. Está formada por dos protones y dos neutrones.

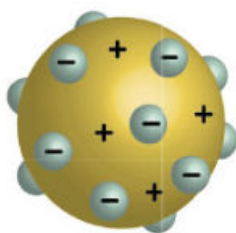


Figura 2.13 Modelo atómico de J. J. Thomson (1904). Este quedó obsoleto cuando H. Geiger y E. Marsden, bajo la dirección de Ernest Rutherford, efectuaron el famoso experimento de "la hoja de oro" (1909), con el que se descubrió el núcleo atómico.

Figura 2.14 En este experimento, publicado en 1911, se utilizó una pantalla cubierta con sulfuro de cinc, la cual emite un destello luminoso cada vez que es golpeada por una partícula alfa. Bombardearon con partículas alfa una lámina de oro con 0.00004 cm de espesor. La mayor parte de las partículas pasaban con una desviación mínima y una fracción pequeña de ellas rebotaba en ángulos mayores a 90°.

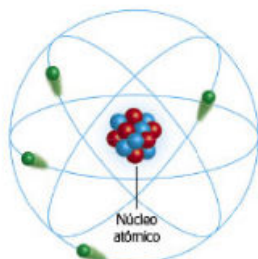


Figura 2.15 En el modelo atómico de Rutherford la mayor parte del átomo es espacio vacío y la masa se concentra en el núcleo.

Hacia 1899, **Johannes "Hans" Wilhelm Geiger** (1882-1945), físico alemán, y **Ernest Marsden** (1889-1970), físico inglés, ambos alumnos del también físico inglés **Ernest Rutherford** (1871-1937), estaban llevando a cabo experimentos con **partículas alfa (α)** en un dispositivo como el que se ilustra en la **figura 2.14**.

Este dispositivo consistía en una fuente de partículas alfa y una lámina de oro muy delgada, rodeada por una pantalla **fluorescente**, que se iluminaba en los puntos donde chocaban las partículas, de manera que los investigadores podían conocer la trayectoria seguida por éstas.

Geiger y Marsden observaron que la mayoría de las partículas alfa atravesaban la lámina sin desviarse; no obstante, una mínima parte sufría una desviación de más de 90°, y un número todavía menor de partículas no atravesaba la lámina y parecía chocar con algo que las hacía rebotar.

Rutherford interpretó los experimentos de sus alumnos y propuso un modelo en el cual consideraba que:

- » los átomos estaban compuestos de un núcleo central muy pequeño con **carga eléctrica positiva**;
- » en el núcleo se encontraba concentrada prácticamente toda la masa atómica, ya que casi la totalidad del volumen atómico es espacio vacío;
- » los electrones se mueven alrededor del núcleo como los planetas alrededor del Sol (**figura 2.15**).



No sería hasta 1920, después de una serie de experimentos diferentes a éste, que Rutherford denominara **protón** a esta partícula que constituía por sí misma el núcleo del hidrógeno.

Aunque Rutherford sospechaba la existencia de partículas sin carga eléctrica, no fue hasta 1932 cuando el físico inglés **James Chadwick** (1891-

1974) demostró su existencia con una serie de experimentos. A estas partículas se les denominó **neutrones**.

En 1909, los descubrimientos de Rutherford revolucionaron la concepción de la estructura atómica. Sin embargo, de acuerdo con las **leyes del electromagnetismo**, si un electrón girara alrededor del núcleo atómico, poco a poco iría perdiendo energía hasta "caer" en algún momento en él, lo cual contradice el hecho de que los átomos son estables. Esta condición representa en sí misma una limitación del modelo.

Modelo atómico de Bohr

En 1913, la limitación del modelo de Rutherford quedó superada con el modelo propuesto por el físico danés **Niels Henrik David Bohr** (1885-1962), quien postuló que los **electrones sólo se pueden mover en órbitas circulares estables**, que se identifican por un número entero (**n**) al cual está asociada una distancia específica del núcleo y una energía también definida.

Según este modelo, mientras los **electrones giran** en una de estas órbitas (llamadas **órbitas permitidas**) **no absorben ni emiten energía**. Pueden pasar de una de menor a otra de mayor energía absorbiendo la necesaria. Cuando regresan a su órbita de partida, emiten la energía que absorbieron anteriormente en la forma de un **fotón** (**figura 2.16**).

La energía emitida como fotones puede registrarse en una placa fotográfica y observarse como una serie de líneas de colores, correspondientes a la longitud de onda dentro de la región visible del espectro electromagnético. Este conjunto de líneas de colores es característico de cada elemento y constituye su **espectro de emisión**. Dichos espectros son únicos para cada elemento existente (**figura 2.17**). El **modelo atómico de Bohr** pudo explicar completamente el espectro de emisión del átomo de hidrógeno, pero falló con los espectros de emisión de otros elementos, por lo que fue necesario modificarlo.

En el nuevo modelo, los electrones se distribuyen en las órbitas de una forma determinada: dos en la primera, ocho en la segunda, ocho en la tercera, y así sucesivamente (**figura 2.18**).

Al **número de protones** de un átomo se le denomina **número atómico**, se simboliza con la letra **Z** y es el que da identidad a los átomos de un mismo elemento; se escribe del lado inferior izquierdo del símbolo del elemento al que nos referimos. Por otro lado, el **número de masa** se simboliza con la letra **A**, se define como la **suma de protones y neutrones** de un átomo y se escribe del lado superior izquierdo del símbolo del elemento (**X**), como se indica a continuación:

$$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$$

Por ejemplo, un átomo de nitrógeno tiene 7 protones y 7 neutrones, por lo cual su número de masa es 14 y se representa como $^{14}_7\text{N}$. Para determinar el número de neutrones, se resta el número de protones al número de masa:

$$\text{número de neutrones} = A - Z = 14 - 7 = 7$$

En el **cuadro 2.1** se presentan algunos átomos, señalando el número de protones, electrones y neutrones que tienen.

Elemento	Número atómico	Número de masa	Número de protones	Número de neutrones	Número de electrones
P	15	31	15	16	15
Si	14	28	14	14	14
Sr	38	88	38	50	38
Ar	18	40	18	22	18
Pb	82	207	82	125	82
Ga	31	70	31	39	31
Ba	56	137	56	81	56

Órbita circular estable

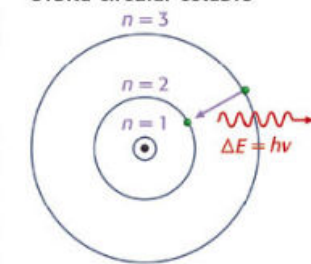


Figura 2.16 El modelo de Niels Bohr permite calcular tanto las velocidades como la energía de los electrones que se mueven en cada órbita permitida.

GLOSARIO

Fotón: partícula energética sin carga y sin masa.

HELIO

Espectros de absorción y de emisión

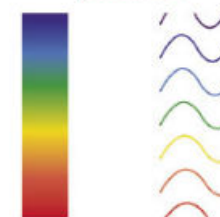


Figura 2.17 Espectros de absorción y de emisión del helio.

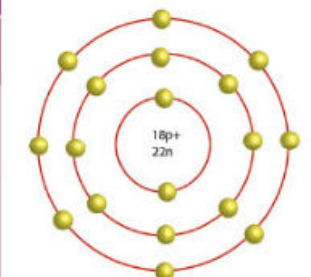


Figura 2.18 El argón tiene sus órbitas completamente ocupadas por electrones, como todos los gases nobles.



GLOSARIO

Radiactivo: que sufre transformaciones espontáneas en su núcleo atómico por las cuales emite radiación.

En la RED



Te recomendamos esta página interactiva, donde tendrás la oportunidad de "construir" átomos: <http://www.redir.mx/SQS-086>.

En la naturaleza existen átomos de un mismo elemento con diferente número de masa, esto es, tienen un número diferente de neutrones. A estos elementos se les conoce con el nombre de **isótopos**.

La palabra **isótopo** quiere decir "mismo lugar" y alude a que los isótopos ocupan el mismo sitio en la tabla periódica, porque tienen el mismo número de protones. Por ejemplo, el $^{60}_{29}\text{Co}$ cuenta con 29 protones y 31 neutrones y es un elemento **radiactivo**, mientras que el $^{59}_{29}\text{Co}$ tiene 29 protones y 30 neutrones y no es radiactivo. En este caso, ambos son isótopos del cobalto.

Dos de los isótopos del uranio se representan de la siguiente forma:



El uranio-238 es el que se utiliza en los reactores nucleares.

El hidrógeno tiene tres isótopos: el protio o hidrógeno atómico ^1_1H , el deuterio ^2_1H y el tritio ^3_1H . El deuterio posee un protón y un neutrón mientras que el tritio, que es radiactivo, tiene un protón y dos neutrones.

Otra forma de representar a los isótopos es escribiendo el nombre del elemento seguido por su número de masa. A los que son radiactivos se les da el nombre de **radioisótopos**, muchos de los cuales tienen aplicaciones en medicina, como se muestra en el **cuadro 2.2**.

Cuadro 2.2 Aplicaciones médicas de algunos radioisótopos	
Isótopo	Uso en medicina
estroncio-90	terapia contra el cáncer
cobalto-58	determinación de vitamina B ₁₂
fósforo-32	detección de cáncer de piel
talio-201	detección de obstrucción de arterias coronarias
tecnecio-99	estudio de cerebro, hígado, pulmón y bazo
samario-153	tratamiento de cáncer óseo
cromo-51	determinación del volumen total de sangre

Hasta ahora hemos hablado de átomos neutros, esto es, que tienen el mismo número de protones que de electrones, pero los átomos pueden perder o ganar electrones y, entonces, formar **iones**, que son partículas con carga eléctrica.

Si los átomos **pierden electrones**, adquieren carga eléctrica positiva y forman iones llamados **cationes**. Pongamos un ejemplo, el sodio neutro $^{23}_{11}\text{Na}$ tiene once protones y doce neutrones en el núcleo, y alrededor de éste se encuentran girando once electrones.



En cambio, el ion sodio (Na^+), que es un catión, tiene una carga eléctrica positiva, lo que significa que ha perdido un electrón y, por lo tanto, cuenta con diez electrones en lugar de once (**figura 2.19**), pero el número de protones y neutrones sigue siendo el mismo.

Cuando un átomo **gana electrones**, adquiere carga eléctrica negativa y se llama **anión**. El cloro $^{35}_{17}\text{Cl}$ tiene 17 protones, 18 neutrones y 17 electrones (**figura 2.20**).

El ion cloruro (Cl^-), que es un anión, tiene una carga negativa, lo cual quiere decir que ha ganado un electrón, por lo que posee dieciocho electrones.

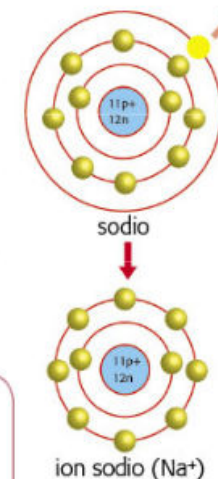


Figura 2.19 Un catión es de menor tamaño que el átomo neutro correspondiente.

Actividades de aprendizaje

El propósito de esta actividad es ejercitarse en la determinación del número de partículas tanto de los átomos neutros como de los iones.

1. En un cuadro anota el número de protones, neutrones y electrones que tiene cada uno de los siguientes átomos o iones.



2. Elige tres radioisótopos del **cuadro 2.2** y anota su número de protones, electrones y neutrones en el cuadro que elaboraste.

Amplíe mis conocimientos

En la actualidad se sabe que en el átomo existen otras partículas subatómicas, además del protón, electrón y neutrón, por ejemplo, los quarks.

Electrones de valencia

Es importante diferenciar a los electrones que se encuentran en la órbita o **capa externa**, y que reciben el nombre de **electrones de valencia**, de los **electrones internos**, que se encuentran, como su nombre lo dice, en las **órbitas interiores de los átomos**. A la órbita externa también se le conoce como **capa de valencia**, pues está relacionada con la **capacidad de combinación de los átomos**: la **valencia**. Los electrones que no están en dicha capa no participan en el enlace químico.

Los electrones de valencia desempeñan un papel fundamental para que los átomos se unan y formen moléculas. Por ejemplo, la valencia del hidrógeno es de 1, es decir, su capacidad de combinación es de 1, mientras que la valencia del oxígeno es de 2, por lo que se requerirán dos átomos de hidrógeno para combinarse con un átomo de oxígeno. La valencia del carbono es 4, por lo que un átomo de carbono se combina con cuatro átomos de hidrógeno para formar una molécula de metano (CH_4).

En la **figura 2.21** de la página siguiente se presentan algunos elementos con sus electrones en las órbitas correspondientes. Puede observarse que el litio tiene un electrón de valencia y dos internos, mientras que el calcio tiene dos en la capa de valencia y 18 internos.

Representaremos a las órbitas con un semicírculo y al núcleo con una esfera. Se señala con color a los electrones de valencia. Cabe mencionar que los electrones de valencia desempeñan también un papel muy importante en las **propiedades de los elementos**. Por ejemplo, el sodio, el litio y el potasio poseen un electrón de valencia, por lo que reaccionan de forma semejante con el cloro para formar los cloruros correspondientes.

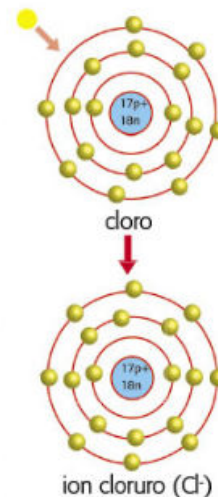


Figura 2.20 Un anión es de mayor tamaño que el átomo neutro correspondiente.

Los tres son sumamente reactivos, al grado de que se deben guardar en aceite para evitar que reaccionen con el oxígeno y la humedad del aire. El calcio, el estroncio y el bario tienen dos electrones de valencia, ¿tendrán propiedades semejantes?

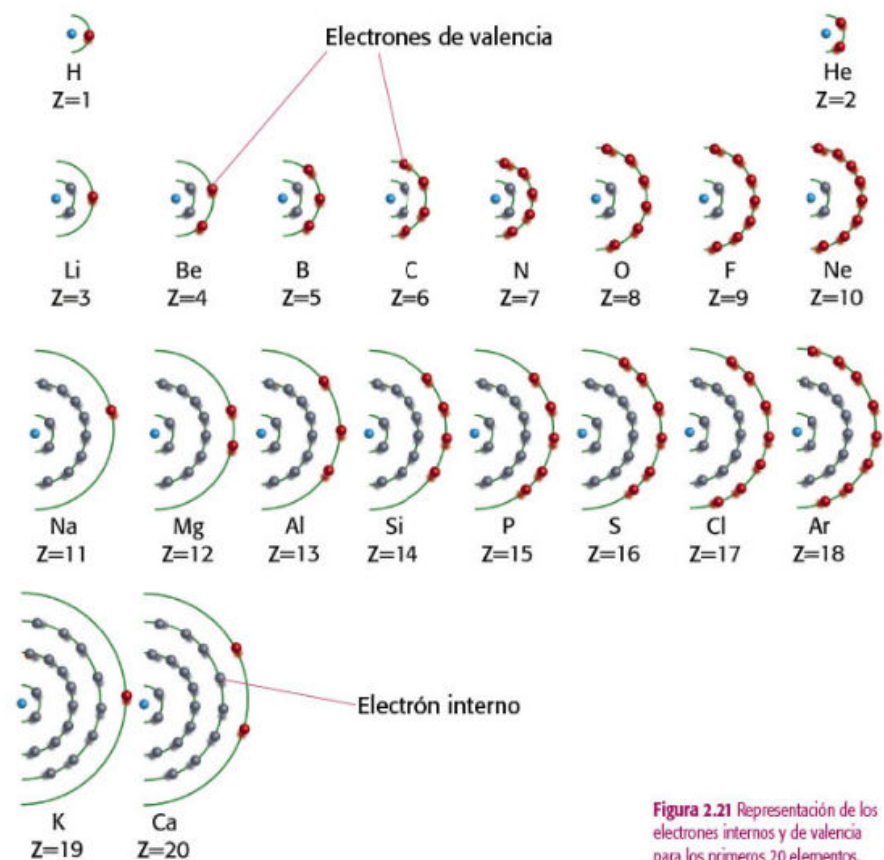


Figura 2.21 Representación de los electrones internos y de valencia para los primeros 20 elementos.

Por otro lado, los gases nobles como el argón, el kriptón y el xenón tienen ocho electrones de valencia y se caracterizan por reaccionar con muy pocos elementos y sólo en ciertas condiciones.

Modelo de Lewis

Como se ha mencionado, los electrones de valencia son muy importantes para que los átomos se enlacen y formen moléculas, de ahí la necesidad de representarlos. Gilbert Newton Lewis (1875-1946), químico estadounidense, propuso una forma de hacerlo que consiste en escribir tantos puntos como electrones de valencia tenga un átomo.

Por ejemplo, el carbono tiene cuatro electrones de valencia, lo cual se representa anotando el símbolo del carbono y, alrededor de él, cuatro puntos:



También puedes ver en la figura 2.21 que el neón tiene ocho electrones de valencia, por lo que su representación será:



Actividades de aprendizaje

1. Ten en cuenta la figura 2.21 para agrupar los elementos de acuerdo con su número de electrones de valencia. Construye un cuadro como el siguiente, escribiendo la estructura de Lewis para cada uno.

Electrones de valencia	1	2	3	4	5	6	7	8
Símbolo del elemento								

2. Completa tu tabla con la siguiente información: el rubidio (Rb) tiene 1 electrón de valencia; el estroncio (Sr) y el bario (Ba), 2; el galio (Ga) y el indio (In), 3; el germanio (Ge) y el estaño (Sn), 4; el arsénico (As) y el antimonio (Sb), 5; el selenio (Se) y el telurio (Te), 6; el bromo (Br) y el yodo (I), 7; y el kriptón (Kr) y el Xenón (Xe), 8.

3. Investiga las propiedades de los elementos de la quinta columna de la tabla anterior.
a. ¿Qué relación existe entre las propiedades químicas de este grupo de elementos y su número de electrones de valencia?

Electrones de valencia y enlace químico

El enlace químico puede definirse como la interacción que mantiene unidos a dos átomos en una molécula.

Una de las primeras observaciones que se hicieron fue que para los gases nobles (excepto para el helio que cuenta sólo con dos) existen ocho electrones de valencia. Esta configuración se llegó a considerar como causa de que estos gases no reaccionaran con otros elementos, pues no se conocía en ese entonces ningún compuesto derivado de ellos. En otras palabras, estos elementos eran estables porque no eran reactivos.

Lewis propuso que los átomos se unen para formar moléculas estables, ya que al enlazarse igualan la configuración de los gases nobles, es decir, adquieren ocho electrones de valencia. Esta condición se conoce como regla del octeto.

Ejemplifiquemos con un átomo de cloro que tiene siete electrones de valencia y cuya estructura de Lewis se representa como se muestra a continuación:



Amplio mis conocimientos



Hasta mediados del siglo pasado se creía que los gases nobles no reaccionaban con ningún elemento, por lo que se les dio el calificativo de inertes. En la actualidad se les sigue calificando así, aunque el químico británico Neil Bartlett (1932-2008) sintetizó por primera vez un compuesto de xenón, el hexafluoroplatinato de xenón, en 1962.

Una ventana a la lectura



Horacio Garda Fernández, *Las huellas del átomo*, México, ADN Editores-Conaculta, 2000.

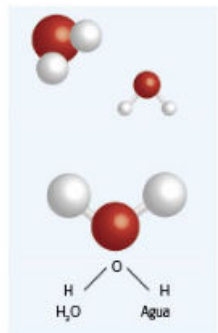
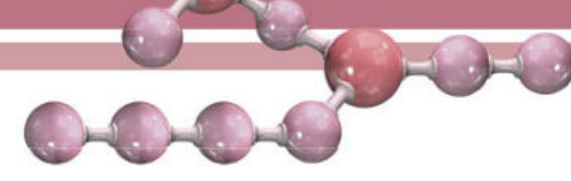
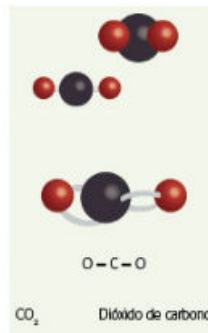


Figura 2.22 Además de utilizar las estructuras de Lewis, las moléculas se pueden representar por medio de esferas (átomos) y barras (enlaces).

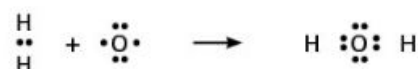


CO₂ Dióxido de carbono

Este átomo, al encontrarse cerca de otro igual, se une para formar una molécula de cloro diatómico (Cl₂). Estos dos átomos de cloro comparten dos electrones y, de esta forma, cada uno cuenta con ocho electrones en su capa de valencia:



El oxígeno tiene seis electrones de valencia, por lo que le faltan dos para completar ocho. Así, en la formación de la molécula del agua, el átomo de oxígeno comparte un electrón con cada uno de los átomos de hidrógeno y cumple la regla del octeto:



El átomo de carbono tiene cuatro electrones de valencia, por lo que se combina con dos átomos de oxígeno para formar dióxido de carbono, de la siguiente manera:



Así, tanto el átomo de carbono como los átomos de oxígeno cumplen la regla del octeto. En la figura 2.22 se muestran otras representaciones para estas moléculas.

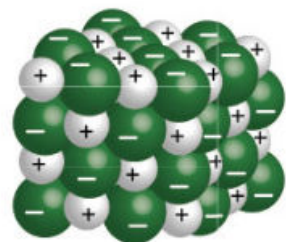


Figura 2.23 Las sustancias cristalizan en estructuras definidas. El cloruro de sodio lo hace en un sistema cúbico.

Como se explica en la figura 2.19 de la página 87, el átomo de sodio tiene un electrón de valencia y ocho electrones en la capa anterior, de manera que, si pierde un electrón, la capa anterior se vuelve ahora la capa externa, con ocho electrones, y el átomo se transforma en un catión, ya que queda con carga eléctrica positiva, pues el número de protones no cambia.

En cambio, el átomo de cloro, que tiene siete electrones de valencia en su capa externa, si gana un electrón se transforma en un anión, ya que queda con carga eléctrica negativa, y adquiere también una capa externa con ocho electrones. Así, en ambos casos se cumple la regla del octeto.

El cloruro de sodio se forma por la atracción electrostática del catión sodio (Na⁺) y el anión cloruro (Cl⁻):



De las interacciones de millones y millones de iones sodio y iones cloruro resulta el sólido cristalino cloruro de sodio (figura 2.23). Lo mismo ocurre con otras sales como el fluoruro de sodio (figura 2.24).

Los elementos que tienen uno o dos electrones de valencia (por ejemplo, el potasio y el calcio) tienden a transformarse en cationes, porque cuando pierden electrones quedan con ocho electrones en su capa externa.

Los elementos con seis o siete electrones en su capa de valencia tienden a transformarse en aniones porque fácilmente adquieren los electrones que les faltan y quedan con ocho en su capa externa.



Figura 2.24 El fluoruro de sodio se forma por la interacción del ion sodio y del ion fluoruro.

Cierre

Hasta ahora has aprendido cómo han evolucionado los modelos atómicos y cuáles son las principales partículas que constituyen a los átomos, además de reconocer la importancia tanto de los electrones de valencia como de la regla del octeto en la formación de los enlaces entre átomos. Aprendiste además cómo representar átomos, iones y moléculas de acuerdo con el modelo de Lewis.

Integro mis aprendizajes

1. Consulta la figura 2.21 de la página 88 y haz lo que se te pide.
 - » Escribe cuántos protones, electrones y neutrones tiene cada átomo.
 - » Considerando la regla del octeto, elige cuatro elementos de dicha figura y transfórmalos en cationes o aniones, señalando cuántos protones, neutrones y electrones posee cada uno.
2. Representa, de acuerdo con el modelo de Lewis, las moléculas, átomos o iones que se indican en el siguiente cuadro.

Átomos	Moléculas	Iones
azufre (S)	yodo (I ₂)	ion calcio (Ca ²⁺)
fósforo (P)	bromuro de hidrógeno (HBr)	ion sulfuro (S ²⁻)
bario (Ba)	agua (H ₂ O)	ion arseniuro (As ³⁻)
aluminio (Al)	monóxido de nitrógeno (NO)	ion cesio (Cs ⁺)
argón (Ar)	monóxido de carbono (CO)	ion estaño IV (Sn ⁴⁺)

¿Qué he aprendido?

1. Representa con el modelo atómico de Bohr los siguientes elementos: argón, calcio, potasio, magnesio, oxígeno y cloro. Ten en cuenta cómo se distribuyen los electrones en las diferentes capas u orbitales.
2. Utilizando el modelo de puntos de Lewis, indica cómo se une un átomo de nitrógeno con tres de hidrógeno.
3. Dibuja un diagrama de esferas con barras para el último compuesto.
4. Utilizando el mismo modelo, dibuja la molécula de cloroformo (CHCl₃) en la que el carbono es el átomo central.

Una ventana a la lectura

Amplia tus conocimientos acerca del modelo atómico de Bohr en este libro: Luis de la Peña, *¿Cómo es un átomo?*, México, UNAM, 2005.

En la RED

Conoce más acerca de la historia de los modelos atómicos. Consulta esta dirección electrónica: <http://www.redir.mx/SQS-091>.

CONTENIDO

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

Lección 3 Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de materiales

Amplio mis conocimientos

En los comienzos de la humanidad sólo se conocían ocho metales (oro, plata, cobre, plomo, hierro, estaño, cinc y bismuto); actualmente, 67% de los elementos conocidos se han clasificado como metales.

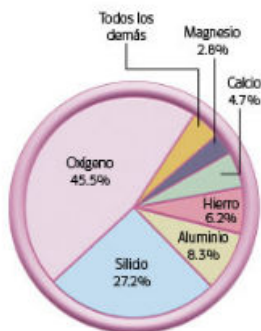


Figura 2.25 Doce elementos constituyen 99.7% de la masa de la corteza terrestre. Ocho de ellos son metales: aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, titanio y manganeso.

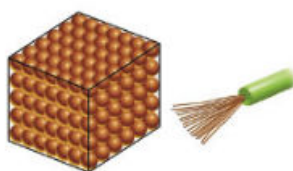


Figura 2.26 Estructura de un alambre de cobre, de acuerdo con el modelo corpuscular.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA ALGUNAS PROPIEDADES DE LOS METALES (MALEABILIDAD, DUCTILIDAD, BRILLO, CONDUCTIVIDAD TÉRMICA Y ELÉCTRICA) Y LAS RELACIONA CON DIFERENTES APLICACIONES TECNOLÓGICAS.
- IDENTIFICA EN SU COMUNIDAD AQUELLOS PRODUCTOS ELABORADOS CON DIFERENTES METALES (COBRE, ALUMINIO, PLOMO, HIERRO), CON EL FIN DE TOMAR DECISIONES PARA PROMOVER SU RECHAZO, REDUCCIÓN, REÚSO Y RECICLADO.

Inicio

Para pensar...

1. Reflexiona con qué metales se fabrican los objetos del recuadro y comenta con tus compañeros las propiedades que los hacen adecuados para el uso que les damos.

cacerolas, aviones, campanas, tijeras, joyas, martillos

Desarrollo

Los metales

Seguramente todos los días utilizas algún objeto hecho de metal o fabricado con herramientas o moldes metálicos. ¿Sabías que la obtención y el uso de los metales data de los comienzos de la humanidad?

Existen alrededor de ochenta metales diferentes con aplicaciones muy diversas; la mayoría proviene de los minerales, los cuales son sustancias (elementales o compuestas) presentes en la naturaleza en depósitos conocidos como menas. La metalurgia se encarga de extraer los metales de las menas mediante procesos químicos y físicos, y también de producir aleaciones.

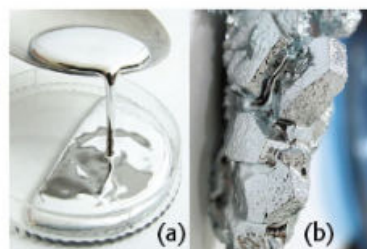


Figura 2.27 El mercurio (a) se funde a $-38.83\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que a temperatura ambiente es líquido. El galio (b) se funde a $29.76\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo que en nuestras manos sería un líquido también.

Los metales más abundantes en la corteza terrestre presentes como minerales son el aluminio, el hierro, el calcio y el magnesio (figura 2.25).

Casi todos los metales son sólidos a temperatura ambiente, brillantes, densos, duros, buenos conductores del calor y la electricidad, se deforman con facilidad y la mayoría se funde a altas temperaturas (figuras 2.26 y 2.27). De estas propiedades, la conductividad es la que más nos sirve para distinguir si un objeto está hecho de metal o no.

Todas las propiedades que hemos mencionado anteriormente hacen que los metales sean especialmente valiosos y útiles para la vida moderna, así como lo fueron en el desarrollo de las culturas antiguas.



Experimento Localizando metales

Propósito. Reconocer que la conductividad eléctrica de los sólidos nos permite distinguir a los materiales metálicos.

Materiales y reactivos por equipo

Diferentes objetos como utensilios de cocina, herramientas, joyas, artículos de papelería, prendas de vestir, semillas y juguetes, una pila cuadrada de 9 V, un foco pequeño de 2.5 V, tres trozos de cable eléctrico de cobre aislado.

Procedimiento

1. Observa los objetos y, de acuerdo con lo que conoces de cada uno, predice cuáles conducirán la corriente eléctrica y cuáles no lo harán. Argumenta por qué.
2. Arma un circuito como el que se muestra en el esquema (figura 2.28) y toca cada uno de los objetos con los extremos a y b del cable. Si al hacerlo se enciende el foco, sabrás que estás manipulando un material conductor.
3. Registra en tu cuaderno qué sucede.



Figura 2.28

Precaución

Evita tocar los extremos de los cables con tus manos porque recibirías un choque eléctrico.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Con base en tus resultados, haz lo siguiente.
 - » Agrupa los objetos en metálicos y no metálicos. Después, compara tus resultados y respuestas con los que obtuvieron tus compañeros.
 - » Explica en tu cuaderno cuáles de tus predicciones se cumplieron. Coméntalas con tu profesor.

Actividades de aprendizaje

El efecto social de la obtención de los metales ha sido tal que a ciertas etapas de la historia humana se les refiere como Edad del Cobre, Edad del Hierro y Edad del Bronce.

Investiga las principales características de cada una de estas etapas y los usos que en ellas se daba a los metales.

Propiedades de los metales

Basta con ver a nuestro alrededor para percatarnos de todo lo que se construye con metales: medios de transporte, herramientas, edificios, maquinaria, cables, utensilios de cocina, monedas, joyas, prótesis, artículos escolares, armas, envases, objetos de arte, juguetes, aparatos para comunicaciones, tanques para almacenar gases y muchas cosas más. El uso que se da a cada material metálico está relacionado con alguna de sus características. Veamos cuáles son sus propiedades.

Amplio mis conocimientos

En la Grecia clásica se pensaba que los metales estaban ocupados por genios a los que nombraron Crisón (para el oro), Argirón (para la plata) y Calcón (para el bronce).

Actividad experimental

De México al mundo



Novedosas aleaciones de aluminio

En el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM se trabaja, en colaboración con laboratorios de Francia, en la modificación de la ductilidad de ciertas aleaciones de aluminio (aluminio-estaño, aluminio-titanio y aluminio-magnesio), pues, al aumentarse ésta pueden obtenerse materiales tres veces más ligeros que el acero pero tan resistentes como él. Esto abre una gama de aplicaciones muy importante, por ejemplo, en el campo de la construcción, ya que se contaría con estructuras muy ligeras, muy resistentes y más baratas de fabricar, sin sacrificar la seguridad de las personas.

Maleabilidad

La propiedad llamada maleabilidad se refiere a la posibilidad de **deformar un material hasta formar capas muy delgadas sin que se rompa**. La palabra maleable proviene del latín *malleus*, que significa "martillo". El oro es el metal más maleable, con él se pueden formar láminas con un espesor de una diezmilésima de milímetro.

Gracias a esta propiedad, los metales se ocupan en la producción de láminas que se emplean para fabricar maquinaria, muebles, herramientas, automóviles, aviones, barcos, trenes, utensilios de cocina y quirúrgicos, moldes, tanques, monedas, armas de fuego, esculturas y joyas, entre muchos otros usos.

Esta característica se explica con el **modelo del mar de electrones**, el cual supone que un metal está formado por una red tridimensional de iones positivos (cationes) conformados por los núcleos atómicos del metal más los electrones de las capas internas (figura 2.29).

Estos iones metálicos se encuentran ordenados en posiciones fijas e inmersos en un "mar" formado por todos los electrones de valencia, los cuales se mantienen unidos a los cationes por interacciones de tipo electrostático (atracción positivo-negativo) y están distribuidos de manera uniforme alrededor de la red de éstos de tal manera que ningún electrón se enlaza a un catión específico.

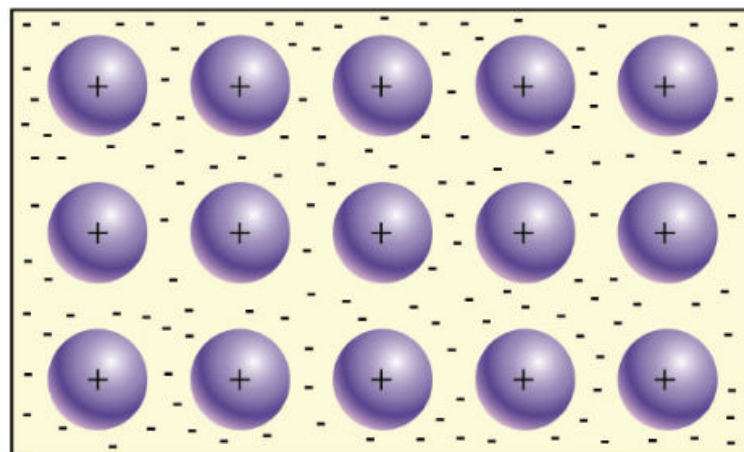


Figura 2.29 Modelo del mar de electrones para el enlace metálico.

Basándonos en este modelo, la maleabilidad de los metales se explica con el siguiente esquema (figura 2.30).

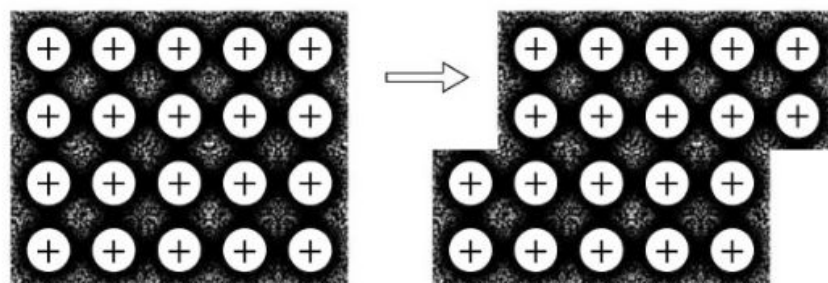


Figura 2.30 Cuando se golpea un metal, los átomos pueden desplazarse sin que se rompan enlaces específicos y sin que haya repulsiones entre los que sean vecinos, pues el átomo desplazado ocupa algún otro sitio disponible en la red.



Para comprender mejor esto, imagina que tienes una tabla con varios onficios; en algunos hay canicas y otros están vacíos. ¿Qué pasaría si golpeas con fuerza algunas de las canicas? Verías cómo se desplazan algunas de ellas hacia los agujeros cercanos y cómo permanecen en su sitio aquellas que no fueron golpeadas.

Ductilidad

Los alambres y cables metálicos también son ampliamente utilizados en diferentes aplicaciones tecnológicas. Decimos que un metal es dúctil cuando **puede alargarse o estirarse notablemente sin fracturarse, para fabricar hilos de diferentes grosores**. El oro también ocupa el primer lugar en esta categoría.

Los alambres, cuerdas y cables metálicos se utilizan en numerosas aplicaciones, por ejemplo, en las maquinarias para el trabajo en el campo, en las plataformas petroleras y en las minas, en la industria de la construcción (casas, hospitales, hoteles, puentes), en la eléctrica (cables conductores, mallas, conductores de pararrayos), en la naval, en la militar, en la automotriz, en la fabricación de diversos resortes, de instrumentos musicales y de aparatos de ortodoncia, por mencionar sólo algunos usos importantes.

Los alambres pueden fabricarse con un solo metal (cobre, plata o platino, por ejemplo) o con combinaciones de ellos, como los alambres de cobre y **acero**, o de aluminio y acero, en los que se aprovechan las propiedades eléctricas del cobre o el aluminio y la resistencia a la corrosión y a la tensión del acero (figura 2.31).

La ductilidad metálica también se explica mediante el **modelo del mar de electrones**, ya que, al estirar un metal, sus átomos pueden deslizarse unos sobre otros sin que haya fracturas en la red, como se ilustra en el siguiente esquema (figura 2.32).

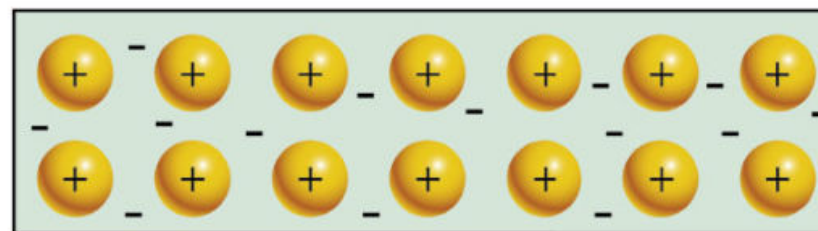


Figura 2.32 Comportamiento de los átomos cuando se estira un metal dúctil.



Figura 2.31 Los modernos cables (a) y alambres (b) se fabrican con características tan específicas como lo requiera su uso, como por ejemplo, una geometría determinada o propiedades mecánicas y conductividad eléctrica especiales.

Glosario

Acero: aleación formada principalmente por hierro y carbono, conteniendo entre 0.03% y 1.4% de este último. Puede contener además otros elementos. La diversidad en sus propiedades mecánicas depende de su composición y de la temperatura a la que se fabrique.



Brillo

El brillo es la propiedad física que se refiere a la interacción de la luz con la superficie de los materiales opacos (no transparentes) como los metales. El aspecto de la superficie al reflejar la luz es lo que llamamos **brillo** o lustre.

Probablemente conoces objetos hechos de metal que reflejan la luz: latas, campanas, carrocerías, cubiertos, ollas, cadenas, joyas, herramientas, monedas, entre muchos otros.

A veces un metal no se ve brillante, pero cuando se lija o corta, de inmediato surge esa característica; lo que sucede es que, al estar en contacto con el oxígeno del aire, se forma sobre ellos una capa de óxido metálico que no refleja la luz (figura 2.33).

Conductividad térmica

¿Has tocado un tubo metálico o una cuchara? Recordarás entonces que dan la sensación de estar fríos. Lo que sucede es que los metales son muy buenos conductores de la energía calorífica, por eso, al tocarlos, el calor fluye de nosotros hacia ellos.

La alta **conductividad térmica** de los metales se explica por la gran movilidad que presentan los electrones de valencia en la estructura de red que describimos anteriormente.

Al tener electrones con libertad de movimiento, esa energía calorífica (que podemos interpretar como la energía cinética de las partículas) es transferida a lo largo de todo el material. De los metales, la plata es el mejor conductor térmico, seguida por el cobre y el oro.

Cuando cocinamos, aprovechamos la conductividad térmica de nuestras ollas y sartenes fabricados de acero, aluminio o cobre. La conductividad térmica del acero inoxidable ha permitido fabricar calentadores solares con este material, con lo cual disminuye la quema de combustibles fósiles.

Una familia que puede invertir en un calentador solar contribuye al cuidado del ambiente y recupera su inversión al ahorrar lo que hubiera gastado en gas. Reflexiona: ¿Cuáles son los beneficios de utilizar la conductividad térmica de los materiales? De las aplicaciones que conoces, ¿cuáles aprovechan la conductividad térmica?

Conductividad eléctrica

Como viste en la actividad experimental de la página 93, la **conductividad eléctrica** es la propiedad que nos ayuda a **determinar si un material es metálico**.

Al aplicar corriente eléctrica (que son electrones en movimiento) a un metal, los electrones entrantes se repelen con los de valencia, pero como éstos se pueden desplazar con facilidad por toda la red de átomos se generan "corrientes" sin problema, es decir, los electrones transitan por el material de un extremo a otro, con lo que cierran el circuito eléctrico. Ésa es la causa de que encienda el foco.

En esta categoría también se llevan los primeros lugares la plata, el cobre y el oro.

Figura 2.33 Los objetos de plata se ennegrecen con el tiempo porque se forma una capa de sulfuro del metal en su superficie. Basta con frotarlos con un abrasivo ligero, como la pasta de dientes o el bicarbonato de sodio, o con un alimento ácido, como la salsa de tomate (*ketchup*), para devolverles su brillo.

Amplio mis conocimientos



Generalmente pensamos en los plásticos como materiales de propiedades opuestas a las de los metales. De hecho, los cables eléctricos están forrados con una capa plástica aislante. Sin embargo, los científicos Alan J. Heeger (estadounidense), Alan G. MacDiarmid (neozelandés) y Hideki Shirakawa (japonés) sintetizaron un material polimérico, el **poliacetileno**, que conduce la electricidad casi tan bien como un metal. Estos investigadores recibieron el Premio Nobel de Química en el año 2000 por la síntesis de tan novedoso material.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Experimento
Conducción térmica

Propósito. Observar el fenómeno de la conducción térmica de un metal mediante dos experimentos sencillos.

Experimento 1

Materiales

Vaso de plástico, agua muy caliente, cuchara de metal, cuchara de plástico, cuchara de madera, papel absorbente.

Predice

Después de leer el procedimiento, redacta en tu cuaderno qué piensas que ocurrirá en el experimento. Recuerda argumentar tus afirmaciones.

Procedimiento

1. Vierte el agua caliente en el vaso y después introduce las tres cucharas al mismo tiempo.
2. Deja las cucharas en el agua durante 5 a 10 minutos; luego, sácalas, colócalas sobre el papel absorbente y tócalas. Anota en tu cuaderno los cambios que detectas.
3. En vez de tocarlas, también puedes colocarlas sobre la cera de una vela.

Experimento 2

Materiales

Anillo metálico, dos cabellos largos y limpios, palillo de madera o vara de incienso, dos cerillos.

Predice

Lee el procedimiento que se describe a continuación y redacta en tu cuaderno qué piensas que ocurrirá en el siguiente experimento. Agrega los argumentos necesarios para respaldar tus afirmaciones.

Procedimiento

1. Sujeta uno de tus cabellos con tus manos. Después, enciende con el cerillo el incienso y toca el cabello con la parte encendida. Observa lo que sucede con el cabello y descríbelo en tu cuaderno.
2. Enreda el otro cabello en el anillo, de manera que quede todo en la misma zona (figura 2.34). Tócalo por un par de segundos con el punto de ignición del incienso. Observa qué sucede y descríbelo en tu cuaderno.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Con base en lo que observaste en el primer experimento, ¿tuviste la sensación de que las cucharas estaban a la misma temperatura? ¿Por qué?
2. Retoma lo que has aprendido acerca de la estructura atómica de los metales para explicar los resultados de estos dos experimentos.



Figura 2.34

Actividad experimental

Actividades de aprendizaje

1. Analiza los datos que se proporcionan en el siguiente cuadro y responde las preguntas en tu cuaderno.

Metal	Precio aproximado (pesos/kg)	Producción anual en 2005 (miles de toneladas)	Densidad (g/cm ³)	Temperatura de fusión (°C)	Conductividad térmica (1 es el peor, 9 el mejor)	Conductividad eléctrica (1 es el peor, 9 el mejor)
aluminio	20.00	7 900	2.7	660.32	6	6
cinc	13.00	3 970	7.1	419.53	5	5
cobre	32.00	4 750	8.9	1 084.62	8	8
estaño	49.00	200	7.3	231.93	2	2
hierro	3.40	301 430	7.9	1 538.00	3	3
níquel	115.88	370	8.9	1 455.00	4	4
oro	190 995.00	2	19.3	1 064.18	7	7
plata	3 547.00	8	10.5	961.78	9	9
plomo	10.40	2 670	11.3	327.46	1	1

- Si la plata es el mejor conductor del calor, ¿por qué piensas que no se ocupa para fabricar ollas de cocina?
- ¿Por qué se usa cobre en los cables si no es el mejor conductor eléctrico?
- ¿Qué metal es el más adecuado para hacer aviones? Justifica tu respuesta.
- ¿Por qué los buzos no usan pesas de aluminio en lugar de pesas de plomo para sumergirse en el mar?

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

¿Qué productos elaborados con metales se usan en tu comunidad? ¿En qué se emplean? ¿Cuáles tienen efectos negativos en el medio ambiente?

Veamos el caso del aluminio, el metal más usado mundialmente después del hierro. Es el que más abunda en la corteza terrestre (8.3%), pero no se encuentra libre en la naturaleza, sino formando parte de diferentes compuestos químicos (como los silicatos), de los cuales no es fácil extraerlo.

Fue descubierto en 1825 por Hans Christian Oersted en Dinamarca. El nombre de este metal proviene del latín *alumen*, que significa "alumbre", una sal que los antiguos griegos y romanos utilizaban con fines medicinales como astringente y en sus procesos de tinción (teñido).

Este metal es un recurso no renovable, el total de átomos de aluminio actuales que hay en nuestro planeta es el mismo que había cuando éste se formó, no se han producido más, así que una vez que se extraiga todo, este recurso se acabará.

En muchos países, la demanda de aluminio es tan grande que los recursos de bauxita (su mena, $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) son insuficientes. Además, la producción de aluminio a partir de su mena requiere un gasto considerable de energía (figura 2.35).



Figura 2.35 La extracción intensiva de la bauxita está destruyendo cientos de miles de hectáreas de selva amazónica.

Tanto los procesos de producción del metal como la quema de combustibles para llevarlos a cabo generan desechos tóxicos que dañan nuestro ambiente y, en consecuencia, nuestra salud. Pero ¿por qué el aluminio es tan atractivo para la industria?

Las propiedades que hacen útil al aluminio son su alta maleabilidad, ductilidad, conductividad eléctrica y térmica, su gran resistencia a la **corrosión**, su baja densidad, así como su color y lustre (figura 2.36). Además, es un elemento inodoro e insípido, por lo que se ha utilizado en la fabricación de envases para alimentos.

Las industrias de la construcción, automotriz y de navegación aérea utilizan este metal por su gran resistencia y baja densidad. Al ser de aluminio muchas de sus piezas, los automóviles y aviones resultan más ligeros, lo cual reduce su consumo de combustible.

Gracias a su excelente conductividad eléctrica y a su baja densidad, este metal se emplea en las líneas de energía eléctrica elevadas, que se refuerzan con cables de acero para darles un soporte duradero, así como en la fabricación de teléfonos celulares (figura 2.37). Esto ha ocasionado una sobreexplotación de las minas y, en consecuencia, un mayor daño ambiental.

Quizás nuestro encuentro más común con el aluminio sea en las latas para bebidas. A principios de la década de 1960 se empezó a usar aluminio en la fabricación de latas para refrescos y desde entonces, sus diseños han evolucionado notablemente. Por ejemplo, hoy, para destapar una lata, se cuenta con un dispositivo que se queda unido a ella y, de esa manera, no representa un riesgo de asfixia para animales domésticos o salvajes, además de que es posible reciclar la lata completa.

Utilizando aluminio se consigue también un envase ligero, resistente a las condiciones ambientales, que no altera las características organolépticas de la bebida y que, gracias a su conductividad térmica, permite enfriar su contenido con rapidez.

Sin embargo, la alta producción de latas de aluminio tiene el gran inconveniente de que se generan cantidades enormes de basura al desechar las latas, las cuales se acumulan en diferentes lugares y ocasionan daños ambientales. Ante esta problemática podemos pensar en varias opciones:

- » No usar los envases de aluminio (**rechazar**).
- » Usar lo menos posible esos recipientes (**reducir**).
- » Dar otros usos a los envases de aluminio vacíos (**reusar**).
- » Procesar las latas de aluminio vacías para obtener nuevamente el metal (**reciclar**).
- » Componer o arreglar los objetos de aluminio para usarlos por más tiempo (**reparar**).

Lo anterior es aplicable para varios de los materiales que usamos, sean metálicos o no metálicos. ¿Cuál será la mejor opción? ¿Tú qué haces con los desechos que generas en tus actividades diarias? Muchos de nosotros ponemos "la basura en su lugar", pero ¿de ahí adónde va? El aluminio, por ejemplo, contamina el aire, el agua y el suelo.

Glosario

Corrosión: proceso de oxidación que sufre un metal a causa de las sustancias presentes en el ambiente y que provoca su deterioro.



Figura 2.36 Aluminio en estado puro.



Figura 2.37 La demanda de aluminio, berilio y estaño se ha incrementado, pues se ocupan en la manufactura de teléfonos celulares.



De México al mundo



El doctor José Luz González, de la UNAM, coordina un equipo de investigadores de la Facultad de Química cuyo propósito es eliminar los metales de las aguas industriales usando una sustancia llamada *quitosano*, especialmente exitosa en la remoción de cobre y cadmio.

En la RED



Para conocer lo que se recomienda en reciclaje, consulta:

<http://www.redir.mx/SQS-100a>.

Costos y beneficios ambientales del reciclaje en México

<http://www.redir.mx/SQS-100b>.

Cómo se reciclan los metales de vehículos, cables y chatarras no ferrosas en España:

<http://www.redir.mx/SQS-100c>.

Respirar aire contaminado con aluminio en polvo durante un largo periodo ocasiona daños en el sistema respiratorio y puede llegar a provocar tos y asma. Por otra parte, beber agua contaminada con este metal (ya sea porque proviene de depósitos ubicados en sitios donde hay desechos de la actividad minera o industrial, o porque proviene de un manantial ubicado en un lugar donde hay de manera natural altas concentraciones de aluminio y sus compuestos) puede provocar daños óseos.

Los alimentos preparados en cacerolas de aluminio pueden llevar trazas de ese metal. También se ha relacionado la enfermedad de Alzheimer con las altas concentraciones de aluminio en el organismo, y se sabe que este metal daña el sistema nervioso central, lo cual ocasiona que perdamos movilidad y fuerza en nuestras extremidades.

Uno puede tomar la decisión de no cocinar en utensilios de aluminio y de no contribuir a la generación de más latas que terminen en la basura no comprando productos que estén envasados en ellas, o bien, consumiéndolos cada vez menos para reducir así tales desechos. También podemos optar por reutilizar los envases de alguna otra manera, por ejemplo, como lapiceros, macetas, para hacer juguetes, joyería, flores, bolsas, cajas y muchas otras artesanías.

De igual manera, podemos participar en las campañas de reciclaje que cada vez se difunden más de persona a persona o en los diversos medios de comunicación que nos informan acerca de los beneficios del reciclaje.

Reciclar significa volver a procesar los materiales de las cosas que ya no se usan para obtener la materia prima con la que pueden fabricarse nuevos objetos a los que se les dé el mismo uso u otro distinto.

Al reciclar las latas de aluminio, se ahorra 91% de la energía requerida para extraer el aluminio de la bauxita. A pesar de que los procesos de reciclaje requieren de grandes espacios físicos y tiempo para transformar lo que era basura en material nuevamente útil, es un negocio económicamente redituable.

El proceso de reciclaje del aluminio se muestra en el siguiente esquema (figura 2.38):

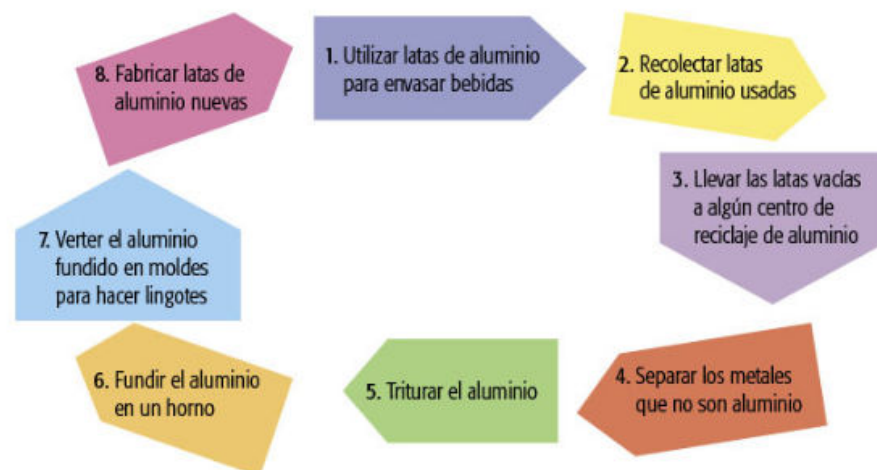


Figura 2.38 Ciclo de reciclaje del aluminio.

Actividades de aprendizaje

1. Menciona al menos dos ventajas de generar menos y reciclar más materiales de desecho. Ten en cuenta lo que dice la ley de la conservación de la materia.
2. Elige un metal que no sea el aluminio (cobre, plomo o hierro) e investiga cómo se obtiene, cuáles son sus aplicaciones y si daña al ambiente de alguna manera.

Cierre

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el informe titulado *Reciclado de metales: oportunidades, límites e infraestructura*, el incremento en la demanda de metales podría multiplicarse por diez en comparación con las necesidades actuales. Por tal razón, exige un replanteamiento de las prácticas de reciclado, a fin de hacer frente a los efectos ambientales negativos.

El reciclado exige que nosotros como consumidores nos comprometamos y esforcemos por adquirir ciertos hábitos. ¿Cuáles son los beneficios? Al reciclar la chatarra metálica, no solamente se reduce la explotación de los recursos minerales no renovables, sino también el consumo energético, lo cual se traduce en un daño menor a nuestro planeta y a nuestra salud.

Como toda decisión importante, hay que informarse bien para hacer la elección adecuada. Debemos **actuar responsablemente** como individuos y contribuir en la medida de lo posible a que nuestros familiares, amigos y vecinos cuenten con la información que les ayude a conocer las opciones que existen para no contaminar más (figura 2.39).

Por fortuna, cada vez son más las empresas que, por convicción propia o por exigencia de los gobiernos, utilizan materiales reciclados en sus productos e informan al consumidor acerca de la manera en que eso beneficia al medio ambiente. Además, los científicos y tecnólogos se han encargado de diseñar y probar procesos y materiales cada vez más amigables con el entorno.

Cada uno de nosotros puede reemplazar, reducir, reutilizar o reciclar materiales que son agresores ecológicos en potencia. Contribuimos a la conservación de nuestro entorno con acciones tan sencillas como ocupar ambas caras de las hojas de papel; comprar bebidas en botellas retornables y no adquirir productos envasados en materiales de difícil reciclaje. ¿Qué estás dispuesto a hacer para mejorar tu mundo?

Figura 2.39 Objetos de metal reciclables. Debemos reflexionar acerca de nuestros hábitos de consumo; al tomar conciencia de ello, ya no nos detendremos a pensar sólo en el costo de un producto, sino también en lo que pasa una vez que tiramos su envase vacío.

En la RED



En esta dirección podrás consultar información importante acerca del informe "Reciclado de metales: oportunidades, límites e infraestructura", en el que se exponen las mejoras necesarias en los sistemas de reciclado de metales del siglo XXI:

<http://www.redir.mx/SQS-101>.



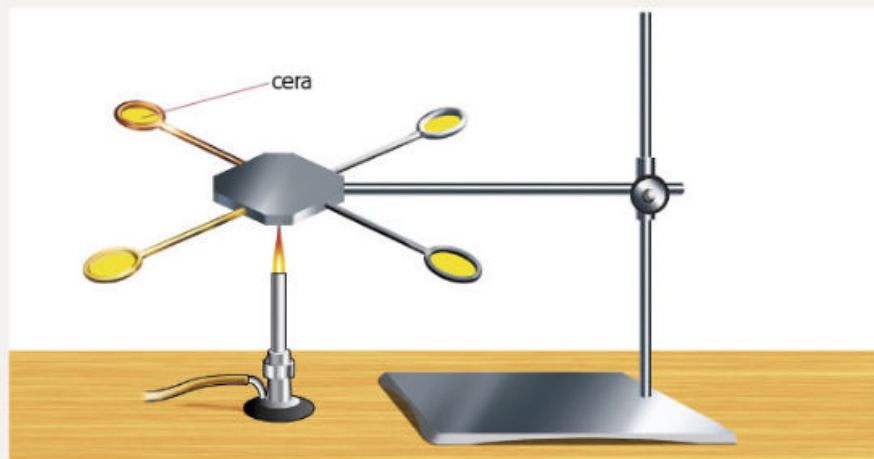
Una ventana a la lectura

Conoce más acerca del reciclaje. Consulta este libro: Sue Duckworth, *Cómo ser un experto en reciclaje*, México, SEP-Lumen, 2004.

Figura 2.40 Dispositivo hecho con varillas metálicas para determinar la conducción térmica relativa.

Integro mis aprendizajes

En la **figura 2.40** se muestra el dispositivo que hizo un alumno para llevar a cabo un experimento con diferentes metales (cobre, aluminio, hierro y latón). Su objetivo era saber cuál es el mejor conductor del calor. El alumno colocó cera en cada varilla del dispositivo y luego calentó durante varios minutos la placa central.



1. Aplica lo que sabes respecto a las propiedades de los metales y responde en tu cuaderno lo que se pide a continuación.
 - a. ¿Qué sucederá conforme avanza el calentamiento?
 - b. ¿Por qué se recubren los alambres y cables metálicos con una capa de plástico?
 - c. ¿Por qué los sartenes son de metal, pero sus mangos son de un material no metálico?
 - d. ¿El reciclaje de cierto metal garantiza que siempre tendremos cantidades suficientes de él? Explica.
2. Describe una actividad que estarías dispuesto a cambiar para reducir la generación de basura metálica.

¿Qué he aprendido?

1. Lleva a cabo las siguientes actividades en tu cuaderno. Después, comenta con tus compañeros y tu profesor las respuestas.
 - » Explica por qué el desecho de aguas industriales contaminadas con mercurio a un lago nos afecta directamente, aunque no vivamos cerca de él.
 - » Indica tres metales que se usen mucho en tu localidad. Enumera sus usos. Para cada uno, sugiere un material alternativo que pudiera servir para el mismo propósito.
 - » Con la finalidad de promover el rechazo de objetos de plomo que contaminan el ambiente o dañan nuestra salud, indica cuáles podrían sustituirse por sus versiones en otros materiales como madera, vidrio o plástico.
 - » Imagina que la plata fuera el metal más abundante en la Tierra y que por ello su precio fuera el más bajo de todos. ¿Qué aplicaciones sería más probable que se le dieran? ¿A qué otros metales sustituiría de inmediato?
 - » Explica qué ventajas piensas que tiene el reúso sobre el reciclaje.

De México al mundo

Científicos mexicanos del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional de Durango, perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN), y españoles del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua (CIDTA) de la Universidad de Salamanca trabajan conjuntamente para mejorar las técnicas del tratamiento de aguas. Proponen la utilización de extractos vegetales para limpiar aguas contaminadas con metales pesados procedentes de zonas mineras.

Segunda revolución de la química

Lección 4 El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA EL ANÁLISIS Y LA SISTEMATIZACIÓN DE RESULTADOS COMO CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO CIENTÍFICO REALIZADO POR CANNIZZARO AL ESTABLECER LA DISTINCIÓN ENTRE MASA MOLECULAR Y MASA ATÓMICA.
- IDENTIFICA LA IMPORTANCIA DE LA ORGANIZACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE ELEMENTOS CON BASE EN SU MASA ATÓMICA, EN LA TABLA PERIÓDICA DE MENDELEIEV, QUE LO LLEVÓ A LA PREDICCIÓN DE ALGUNOS ELEMENTOS AÚN DESCONOCIDOS.
- ARGUMENTA LA IMPORTANCIA Y LOS MECANISMOS DE COMUNICACIÓN DE IDEAS Y PRODUCTOS DE LA CIENCIA COMO UNA FORMA DE SOCIALIZAR EL CONOCIMIENTO.

Inicio

Para pensar...



Experimento Masa relativa

Propósito. Comprender el concepto de *masa relativa* mediante una actividad experimental con objetos de uso cotidiano.

Material para dos estudiantes

Una docena de clips chicos, una docena de clips grandes, balanza granataria. También pueden emplearse cuentas para hacer collares o canicas de diferentes tamaños.

Procedimiento

1. Pesa un clip chico y registra su masa.
2. Pesa un clip grande y anota el valor de su masa.
3. Calcula la **masa relativa** del clip grande, esto es, el número de veces que su masa es mayor que la del clip pequeño (para ello divide la masa del clip grande entre la masa del clip pequeño).
4. Repite el procedimiento con dos clips de cada tamaño. Vuelve a hacer lo mismo, pero ahora con otro número de clips. Ten cuidado de pesar el mismo número de cada clase.

Análisis de resultados y conclusiones

Responde en tu cuaderno.

- a. ¿Obtendrías el mismo resultado si pesaras un número distinto de clips? ¿Por qué?
- b. ¿La masa relativa es la misma en las tres mediciones? ¿Cómo lo explicarías?

Desarrollo

A mediados del siglo **xx**, muchos científicos se dedicaron a determinar masas atómicas y moleculares. Sus resultados fueron publicados y, poco a poco, llegaron a diversas partes del mundo. La información se acumuló a tal grado que fue necesario organizarla.



Figura 2.41 Stanislao Cannizzaro sugirió que, puesto que el hidrógeno es el menos denso de los gases, la masa de la mitad de una molécula de éste debería usarse como estándar para comparar la masa de los átomos de los demás elementos.



Figura 2.42 Dimitri Mendeleiev estableció la ley periódica, que puede enunciarse así: "Las propiedades de los elementos son una función periódica de sus masas atómicas".

En este sentido destacan los trabajos de dos químicos: el italiano **Stanislao Cannizzaro** (1826-1910) y el ruso **Dimitri Ivanovich Mendeleiev** (1834-1907) (figuras 2.41 y 2.42). Sin embargo, para que comprendas las contribuciones de estos personajes es necesario que te hablemos del trabajo de otros físicos y químicos de la época.

Recordarás, por ejemplo, que **John Dalton** (1766-1844) calculó el porcentaje de los elementos presentes en un compuesto; también determinó las masas relativas de algunos elementos.

Como viste en el experimento que hiciste con los clips, la **masa relativa** se refiere a las veces que un objeto es más pesado que otro. Para los átomos aplica de la misma manera. Por ejemplo, las masas del azufre y el oxígeno son 32 y 16 veces mayores que la del hidrógeno, respectivamente. Como resultado de sus experimentos, Dalton propuso que la fórmula del agua era HO porque suponía que el hidrógeno y el oxígeno eran monoatómicos (figura 2.43).

Por otro lado, entre los trabajos más importantes para avanzar en la comprensión de la estructura de la materia está el que hizo **Louis Joseph Gay-Lussac** (1778-1860) con los gases. Él encontró que cuando dos gases se combinan lo hacen siempre en relación de números enteros. Por ejemplo, observó que dos volúmenes de hidrógeno reaccionaban con un volumen de oxígeno para dar dos volúmenes de agua, lo cual se puede representar como se muestra en la figura 2.44.

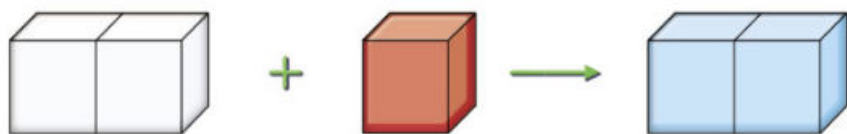


Figura 2.44 Representación de la obtención del agua según Gay-Lussac.

La pregunta que surgió entonces fue cómo era posible que de tres volúmenes de gases se obtuvieran sólo dos.

Representemos con cinco esferas (por decir algún número) los átomos de hidrógeno que ocupan un determinado volumen, por ejemplo, un litro, y con otras cinco esferas a los átomos de oxígeno que ocupan un volumen igual. Al reaccionar el oxígeno y el hidrógeno para formar agua, según la fórmula propuesta por Dalton, se obtendría un solo volumen de ésta. Dicho proceso se podría representar como se muestra en la figura 2.45.

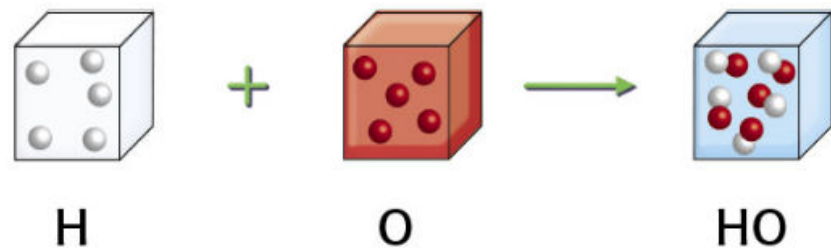


Figura 2.45 Reacción del oxígeno y el hidrógeno para formar agua, según Dalton.

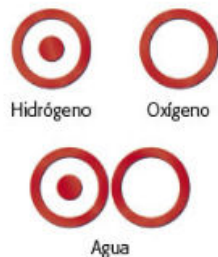


Figura 2.43 Representación del agua, según Dalton.



Como puedes notar, la propuesta de Dalton no era compatible con los resultados experimentales, pues la evidencia mostraba que se obtenían dos volúmenes y no uno.

Fue entonces cuando el científico italiano **Amedeo Avogadro** (1776-1856) propuso que la única forma en la que se podían explicar dichos resultados era suponiendo que el **oxígeno** y el **hidrógeno** se encuentran como moléculas y no como partículas monoatómicas. De manera que, siguiendo esta propuesta, la evidencia experimental de Gay-Lussac se podía representar como se muestra en la figura 2.46.

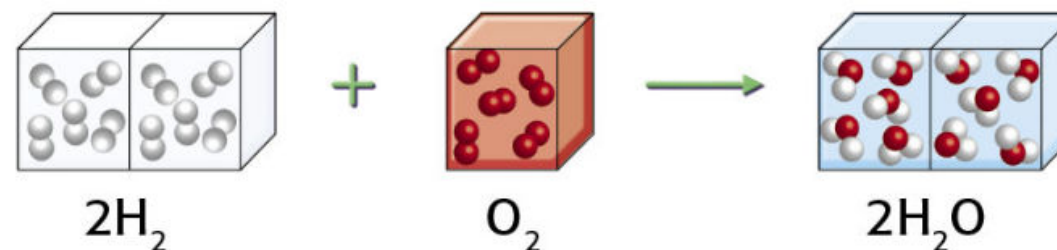


Figura 2.46 Representación de la obtención del agua con base en la propuesta de Avogadro.

Con el cloruro de hidrógeno ocurría lo mismo; los experimentos mostraban que un volumen de cloro se combinaba con un volumen de hidrógeno para formar dos volúmenes de cloruro de hidrógeno (figura 2.47). Te darás cuenta de que reconocer la existencia de las moléculas fue un considerable avance en el conocimiento químico.

Avogadro propuso además que volúmenes iguales de gases diferentes, medidos a la misma presión y temperatura, tienen el mismo número de moléculas, a lo que se llamó **hipótesis de Avogadro** (figura 2.48).

Es importante mencionar que, debido a que los más prestigiados químicos consideraban imposible la unión entre átomos del mismo elemento (ya que, para que hubiera atracción entre átomos, debían ser diferentes), el trabajo de Avogadro no se tuvo en cuenta y hubo que esperar 50 años para que se reconociera su importancia. Esto se logró al final gracias a la defensa que de él hizo Stanislao Cannizzaro en el Congreso de Karlsruhe, llamado así por haberse llevado a cabo en la ciudad alemana de este nombre, en septiembre de 1860. Éste fue propiamente el primer congreso internacional de química en la historia.

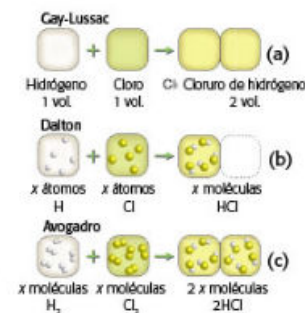


Figura 2.47 Los resultados experimentales de Gay-Lussac (a) no se explican con la propuesta de Dalton (b), pero sí con la de Avogadro (c).

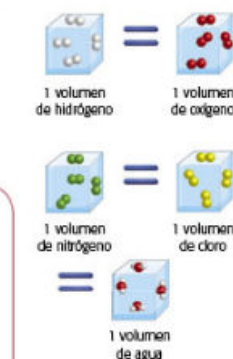


Figura 2.48 En el mismo volumen de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, cloro o agua gaseosa, se tiene el mismo número de moléculas.

Actividades de aprendizaje

- Ten en cuenta la hipótesis de Avogadro y, en tu cuaderno, representa volúmenes iguales de los siguientes gases mediante esferas que puedes colocar en un cubo o en un globo.
 - » hidrógeno (H₂)
 - » flúor (F₂)
 - » helio (He)
 - » ozono (O₃)

Cannizzaro determinó experimentalmente las masas atómicas de diferentes elementos midiendo sus densidades.

Te invitamos a seguir paso a paso el siguiente razonamiento, para que comprendas cómo se determinaron las masas relativas de los elementos y, después, sus masas moleculares.

Primero, determinaremos la masa relativa del oxígeno, comparada con la del hidrógeno. Para ello, retomaremos la siguiente expresión matemática para la densidad:

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

Si expresamos la densidad del oxígeno como $d_2 = m_2 / v_2$, la densidad del hidrógeno como $d_1 = m_1 / v_1$, y despejamos de cada ecuación el volumen, obtenemos las siguientes expresiones matemáticas:

$$v_1 = \frac{m_1}{d_1} \quad \text{y} \quad v_2 = \frac{m_2}{d_2}$$

Si consideramos que los volúmenes son iguales, tal como lo menciona la hipótesis de Avogadro, se puede entonces escribir la siguiente igualdad:

$$\frac{m_1}{d_1} = \frac{m_2}{d_2}$$

Ésta se transforma fácilmente en la siguiente expresión:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{m_2}{m_1}$$

Así, la relación de masas es equivalente a la relación de densidades, ya que según la hipótesis de Avogadro, el número de partículas en el volumen v_1 es igual al número de partículas en el volumen v_2 .

Los datos de las densidades para los gases que estamos estudiando son:

- » densidad del oxígeno (diatómico) = 1.05 g/L³
- » densidad del hidrógeno (diatómico) = 0.0659 g/L³

Por lo que la relación de densidades, y de masas, es:

$$\frac{1.05}{0.0659} = 15.93$$

Esto significa que el oxígeno tiene una masa prácticamente 16 veces mayor que la del hidrógeno, es decir, sus masas están en una relación de 16 (oxígeno) a 1 (hidrógeno). Para que te sea más fácil entender los siguientes datos, recuerda que ambos gases se encuentran como moléculas diatómicas.

Con los datos de las densidades (columna 1) y el porcentaje en masa de los elementos (columna 2) en algunos compuestos con hidrógeno (como se muestra en el cuadro 2.3 de la página siguiente), Cannizzaro pudo determinar las fórmulas de éstos, así como sus masas moleculares.

Cuadro 2.3 Fórmulas moleculares de algunos compuestos según Cannizzaro

Sustancia	1 Densidad (g/L)	2 Porcentaje en masa de hidrógeno en el compuesto	3 Contribución del hidrógeno a la densidad del compuesto	4 Átomos de H en la molécula	5 Fórmula del compuesto
hidrógeno	0.0659	100.00	0.0659	2	H ₂
cloruro de hidrógeno	1.1900	2.76	0.0329	1	HCl
agua	0.5890	11.20	0.0659	2	H ₂ O
amoniaco	0.5570	17.70	0.0986	3	NH ₃
metano	0.5240	25.10	0.1320	4	CH ₄

En la columna 3 está el dato de la contribución del hidrógeno a la densidad de cada compuesto, la cual se relaciona directamente con su porcentaje en masa. Veamos cómo se obtuvieron estos datos. Para el cloruro de hidrógeno (HCl), se calcula de la siguiente forma:

$$2.76\% \left(\frac{1.19 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{100\%} \right) = 0.0329 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Efectuando cálculos semejantes se obtienen los valores de la columna 3 para el agua, el amoniaco y el metano. Dividiendo cada uno entre el menor de ellos, se encuentra el número de átomos de hidrógeno presente en cada molécula: uno para el cloruro de hidrógeno, por lo que su fórmula se determina como HCl; dos para el agua, con lo que se obtiene la fórmula H₂O; tres para el amoniaco, NH₃; y cuatro para el metano, CH₄.

Con cálculos similares, elaborando cuadros para otros elementos (como el cloro, el oxígeno y el nitrógeno) e integrando toda la información, Cannizzaro logró obtener el número de átomos de cada elemento presente en los compuestos estudiados. Su trabajo fue tan importante, tanto para que se aceptara la hipótesis de Avogadro como para determinar las masas moleculares, que fue parte de los temas discutidos en el Congreso de Karlsruhe. A dicho congreso asistieron Mendeleiev y el químico alemán **Julius Lothar Meyer** (1830-1895), cuyos trabajos fueron fundamentales para la organización de los elementos químicos.

Cannizzaro repartió entre los asistentes un pequeño documento donde insistía en la necesidad de distinguir entre masas moleculares y masas atómicas, problema muy discutido en esa época. Este documento pudo haber inspirado a Mendeleiev y a Meyer para llevar a cabo los trabajos que culminaron en la clasificación de los elementos químicos.

En busca de la organización

En 1829, **Johann Wolfgang Döbereiner** (1780-1849), químico alemán, encontró una relación entre las propiedades de los elementos. Observó que el cloro (Cl), el bromo (Br) y el yodo (I) tenían propiedades químicas similares, y se dio cuenta de que la masa del bromo era aproximadamente el promedio de las masas del yodo y el cloro. Al conjunto de tres elementos con estas características le llamó **tríada**.

Döbereiner encontró otras dos tríadas: el azufre (S), el selenio (Se) y el telurio (Te), y el calcio (Ca), el estroncio (Sr) y el bario (Ba). Fíjate en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Masas de los elementos de las tríadas de Döbereiner antes mencionadas y de otras más que se encontraron con posterioridad*

Elemento	Masa atómica	Masa atómica promedio
litio (Li)	6.94	
sodio (Na)	23	23
potasio (K)	39.1	
calcio (Ca)	40.1	
estroncio (Sr)	87.6	88.7
bario (Ba)	137.3	
potasio (K)	39.1	
rubidio (Cs)	85.5	86
cesio (Rb)	139.2	
cloro (Cl)	35.5	
bromo (Br)	79.9	81.2
yodo (I)	126.9	
azufre (S)	32.1	
selenio (Se)	79	79.9
teluro (Te)	127.6	

*Existen cuando menos 20 tríadas que cumplen esta regla.

También el geólogo francés Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) hizo una propuesta para ordenar a los elementos, esta vez de acuerdo con sus masas atómicas. Guiándose por éstas, escribió los símbolos de ciertos elementos sobre la superficie de un cilindro y encontró que los que quedaban en la misma vertical tenían propiedades similares (figura 2.49).

Posteriormente, el químico inglés John Alexander Reina Newlands (1837-1898) ordenó los elementos químicos por sus masas atómicas, les asignó un número y se dio cuenta de que las propiedades del primer elemento eran semejantes a las del octavo, a lo que llamó ley de las octavas, de modo similar a las notas musicales (figura 2.50 y 2.51).

						1H
2 Li	3 Be	4 B	5 C	6 N	7 O	8 F
9 Na	10 Mg	11 Al	12 Si	13 P	14 S	15 C
16 K	17 Ca	Figura 2.51 Según Newlands, las propiedades de los siguientes elementos eran parecidas: 2 y 9, 3 y 10, 4 y 11, 5 y 12, 6 y 13, 7 y 14 y 8 y 15.				

Newlands fue el primero en publicar una lista de elementos ordenados por sus masas atómicas, pero la ley de las octavas se cumplía solamente para los dieciocho primeros elementos, por lo que este trabajo no fue muy reconocido.

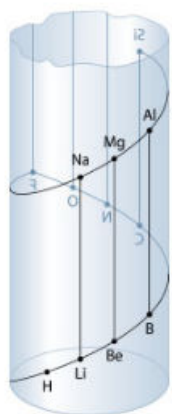


Figura 2.49 Se considera que la hélice telúrica (así llamada por Béguyer de Chancourtois) es la primera clasificación periódica. No tuvo grandes repercusiones en aquella época.

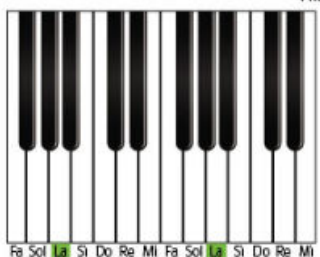


Figura 2.50 Si se parte, por ejemplo, de la nota La, después de ocho sitios se encuentra otro La.



Aportaciones de Mendeleiev

Como ya se ha mencionado, Mendeleiev quedó muy impresionado por la intervención de Cannizzaro en el Congreso de Karlsruhe y regresó a San Petersburgo, donde algún tiempo después, propuso la ley periódica, lo que constituyó también una revolución de la química.

Probablemente, después de todo lo que escuchó en el congreso, Mendeleiev debe haberse preguntado: "¿Las propiedades de los elementos dependen de sus masas atómicas?". Mendeleiev, que era un excelente profesor, quería enseñar a sus alumnos de manera organizada, por lo que empezó a clasificar los elementos colocando la información en veintinueve tarjetas como las que se muestran en la figura 2.52.

Mendeleiev analizó y separó las tarjetas, en una primera clasificación, en metales y no metales, dejando en un tercer grupo a los metaloides o semimetales. Después, colocó en la misma columna los elementos de valencia idéntica, esto es, con la misma capacidad de combinación. Colocó a los metaloides con los metales o los no metales, dependiendo de dónde coincidía mejor la valencia. Por último, acomodó los elementos de cada columna en orden creciente de masas atómicas y obtuvo la tabla de la figura 2.53.

LITIO
1. Sólido
2. Metal
3. Compuestos: LiH, Li ₂ O, LiCl
4. Valencia: 1
5. Masa atómica = 6.94
NITROGENO
1. Gas
2. No metal
3. Compuestos: NH ₃ , NCl ₃ , N ₂ O, NO, N ₂ O ₅ , N ₂ O ₄ , N ₂ O ₃
4. Valencia: 5
5. Masa atómica = 14.0
POTASIO
1. Sólido
2. Metal
3. Compuestos: KH, K ₂ O, KCl
4. Valencia: 1
5. Masa atómica = 39.1
SILICIO
1. Sólido
2. Semimetal
3. Compuestos: SiH ₄ , SiO ₂ , SiCl ₄
4. Valencia: 4
5. Masa atómica = 28.1

Figura 2.52 La valencia de los elementos fue uno de los criterios que Mendeleiev tuvo en cuenta para establecer la periodicidad.

eka - aluminio

Fila	Grupo I R ¹ O	Grupo II RO	Grupo III R ² O ³	Grupo IV RH ⁴ RO ²	Grupo V RH ⁵ R ² O ⁵	Grupo VI RH ⁶ RO ³	Grupo VII RH R ² O ⁷	Grupo VIII RO ⁴
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	Be=11	C=12	C=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	--44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	--68	--72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	--100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=128	I=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140				
9	(-)							
10			?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184		Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208			
12				Th=231		U=240		

Figura 2.53 Mendeleiev ordenó los elementos de acuerdo con sus masas atómicas. Cuando ese orden no se ajustaba a las similitudes de las propiedades químicas de un grupo, daba prioridad a éstas para acomodarlos. Por ejemplo, aunque el telurio (de masa atómica 128) debió ir después que el yodo (cuya masa atómica es 127), lo colocó antes, puesto que sus propiedades son parecidas al grupo del oxígeno y las del yodo al del flúor.

Mendeleiev, mediante la construcción de su tabla, fue capaz de predecir la existencia de algunos elementos que no habían sido descubiertos hasta ese momento. Al analizar los datos pensó que no podía haber diferencias tan grandes en la masa de dos elementos adyacentes y que, por lo tanto, donde eso ocurría debían existir elementos con masas atómicas intermedias.

Cierre

Por ello, dejó huecos en donde pensaba que había elementos aún sin descubrir. En el cuadro 2.5 aparecen aquellos cuya existencia y propiedades predijo Mendeleiev.

Nombre dado por Mendeleiev	Masa atómica predicha	Masa atómica medida	Nombre del elemento
eka boro	44	44.6	escandio (Sc)
eka aluminio	68	69.2	galio (Ga)
eka silicio	72	72	germanio (Ge)
eka manganeso	100	99	tecnecio (Tc)
tri manganeso	190	186	renio (Re)
dvi telurio	212	210	polonio (Po)
dvi cesio	220	223	francio (Fr)
eka tantalio	235	231	protactinio (Pa)

Las predicciones de Mendeleiev no se limitaron a las masas atómicas, pues también predijo algunas propiedades físicas y químicas de esos elementos, tal como se muestra en el cuadro 2.6 para el galio. Sin embargo, es importante señalar que no todas sus predicciones se cumplieron, lo cual no resta mérito a sus logros.

eka aluminio (1871)	galio (1875)
masa atómica: 68	masa atómica: 69
densidad: 5.9	densidad: 5.94
óxido de fórmula: Ea ₂ O ₃	óxido de fórmula: Ga ₂ O ₃
punto de fusión bajo	punto de fusión: 30.15 °C
no volátil, estable en aire	no volátil, estable en aire
poco soluble en ácidos y bases	difícilmente soluble en ácidos y bases
se descubrió por análisis espectroscópico	se descubrió con ayuda del espectroscopio

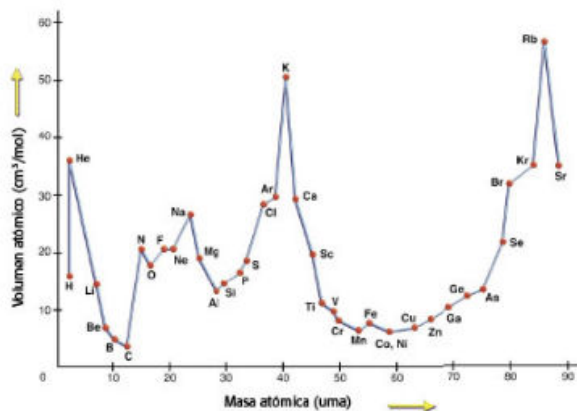


Figura 2.54 Lothar Meyer se basó fundamentalmente en las propiedades físicas de los elementos para describir la periodicidad, mientras que Mendeleiev se basó en las propiedades químicas.

Meyer, por su parte, también hizo una clasificación. Graficó los valores de los volúmenes atómicos contra las masas y encontró cierto comportamiento: el sodio y el potasio ocupaban posiciones similares en la gráfica (figura 2.54), se encontraban en las crestas. Otros elementos, con propiedades similares entre ellos, ocupaban los valles.

Cannizzaro y Mendeleiev contribuyeron a sistematizar la información química de su época. El primero estableció una diferencia entre la masa molecular y la masa atómica; el segundo propuso una ley periódica de los elementos. Estos trabajos constituyen lo que se conoce hoy como la segunda revolución de la química.

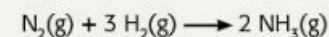
Es importante mencionar que el trabajo de estos dos científicos se basó en el de otros muchos que hemos mencionado y que contribuyeron al entendimiento y al avance de la química en esa época. Hay que resaltar también la importancia de la socialización del conocimiento, es decir, de comunicar y hacer públicos los descubrimientos de la ciencia, función que cumplió el Congreso de Karlsruhe en 1860.

Una ventana a la lectura

Horacio García Fernández, *El químico de las profecías*. Dimitri I. Mendeleiev, México, Pangea, 1993.

Integro mis aprendizajes

1. Utilizando modelos con esferas, representa lo que sucede en escala atómica cuando reaccionan el nitrógeno (N₂) y el hidrógeno (H₂) para formar amoníaco (NH₃). La ecuación química balanceada para dicha reacción es:



- » Explica la importancia de considerar la existencia de moléculas y no únicamente de átomos.
- 2. Considera el trabajo de Cannizzaro y completa el siguiente cuadro para compuestos del cloro (consulta el cuadro 2.3 de la página 107).

Sustancia	Densidad (g/L)	Porcentaje en masa de cloro en el compuesto	Contribución del cloro a la densidad del compuesto	Átomos de cloro en la molécula	Fórmula del compuesto
cloro	2.32	100.0			
cloruro de hidrógeno	1.19	97.2			
cloroformo	3.90	89.1			
cloruro de metileno	2.76	83.5			
tetradoruro de carbono	5.06	92.2			

3. Compara tus resultados con los de tus compañeros y verifiquen si son correctos.

¿Qué he aprendido?

1. Elabora un mapa mental con las contribuciones de Dalton, Gay Lussac, Avogadro, Cannizzaro, Döbereiner, Newlands, Meyer y Mendeleiev al conocimiento químico de la época en que vivieron.
2. Investiga cómo se comunican en la actualidad los resultados obtenidos por los científicos y señala cuál es la diferencia, si es que la hay, respecto a la manera en la que se hacía en el siglo xx y principios del xx.

CONTENIDO

Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos

Lección 5 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

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA LA INFORMACIÓN DE LA TABLA PERIÓDICA, ANALIZA SUS REGULARIDADES Y SU IMPORTANCIA EN LA ORGANIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS.
- IDENTIFICA QUE LOS ÁTOMOS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS SE CARACTERIZAN POR EL NÚMERO DE PROTONES QUE LOS FORMAN.
- RELACIONA LA ABUNDANCIA DE ELEMENTOS (C, H, O, N, P, S) CON SU IMPORTANCIA PARA LOS SERES VIVOS.

Inicio

Para pensar...

1. Lee el texto, responde las preguntas y comenta tus opiniones con tus compañeros.

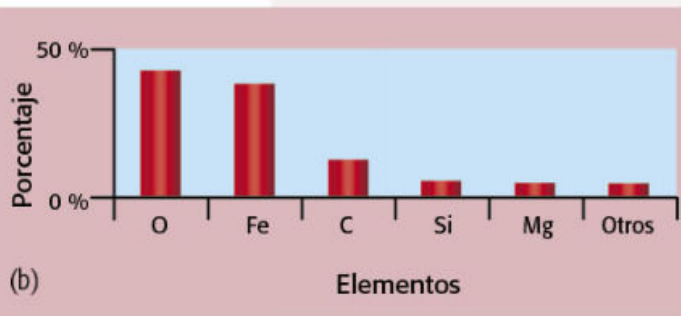
¿Sabes que los elementos constitutivos del cuerpo se formaron en las estrellas? ¿Somos, entonces, polvo de estrellas?

Cuando son jóvenes, las estrellas contienen hidrógeno que se fusiona y forma helio. Este proceso consiste en la unión de dos núcleos del primer elemento, lo que da lugar a un núcleo del segundo, éste, a su vez, se fusiona con otro núcleo, y así sucesivamente van formándose núcleos de elementos más pesados cada vez, como el carbono, el oxígeno y el nitrógeno, hasta que aparece el hierro. Finalmente, cuando estalla una supernova, se forma el resto de los elementos químicos (figura 2.55).

El universo tiene una composición variable debido a las reacciones de fusión que se dan en las estrellas. Sabemos que éste consiste principalmente en una mezcla gaseosa cuyo elemento más abundante es el hidrógeno, al cual corresponde casi 74% de su masa total, seguido por el helio (elemento que se descubrió en el Sol) con 24%; todos los demás elementos naturales sólo están presentes en un 2% aproximadamente.

Así, como cualquier melodía se conforma mediante la combinación de siete notas musicales, o las obras literarias se redactan con las veintisiete letras de nuestro alfabeto, toda la materia viva e inerte, en su gran variedad de formas y funciones, está constituida por la combinación de apenas un centenar de elementos, presentes de manera natural en nuestro planeta. ¿Guardan alguna relación entre sí las propiedades de los distintos elementos químicos?

Figura 2.55 a) Sabemos que elementos se forman cuando explota una supernova gracias a que cada una emite luz con un espectro particular, como si fuera su "huella digital"; b) por ejemplo, la siguiente es la composición porcentual de una supernova: O, 42%; Fe, 36.7%; C, 11.1%; Si, 3.7%; Mg, 2.8%; otros elementos, 3.5%.



Desarrollo

Como viste anteriormente, Döbereiner, Newlands, Meyer y Mendeleiev, entre otros, contribuyeron a la búsqueda de respuestas relacionadas con la organización de los elementos.

Ahora nos adentraremos en el sistema que unifica la información acerca de las propiedades y la estructura de los elementos: la **tabla periódica**, una herramienta ampliamente utilizada por los científicos.

Como recordarás, el **criterio utilizado por Mendeleiev** para la elaboración de dicha tabla fue **organizar los elementos con base en su masa atómica**, con excepción de algunos como el yodo (I) y el telurio (Te), dado que, si los colocaba de acuerdo con su masa, quedaban en un grupo cuyas propiedades no les correspondían.

La identidad de los elementos en la tabla periódica

En 1912, el físico inglés Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915), basándose en estudios de rayos X, dedujo que existía un **orden numérico** según el cual se podían colocar los elementos, y replanteó la **ley periódica** de la siguiente forma: "Las propiedades de los elementos son una función periódica de sus números atómicos".

Recuerda que el **número atómico** es el número de protones que hay en el núcleo de los átomos, y que éste define la identidad de cada elemento. Cabe mencionar que Moseley, siguiendo este criterio, también predijo la existencia de elementos que no habían sido descubiertos: el tecnecio (Tc), el prometio (Pm) y el renio (Re). Entonces, ¿cómo está organizada la tabla periódica actual?

La tabla periódica contiene todos los elementos que se han encontrado, organizados, como ya se mencionó, con base en su número atómico. Cada casilla muestra el **nombre**, el **símbolo** y el **número atómico** de un elemento (figura 2.56).

En algunas presentaciones de la tabla periódica se incluye información adicional, como el estado físico, los números de oxidación, la densidad y la configuración electrónica.

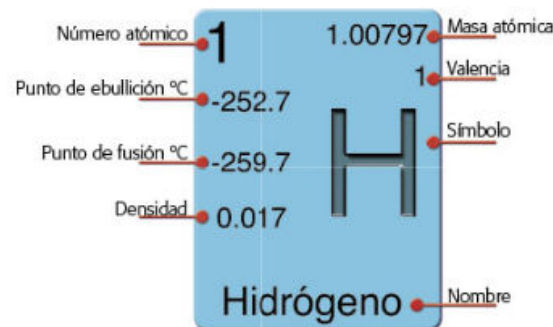


Figura 2.56 En las casillas de algunas tablas encontramos, además de la información básica, datos adicionales, como la densidad, la valencia y la temperatura de fusión.

La figura 2.57 de la página siguiente, es la tabla periódica aceptada por la IUPAC (siglas en inglés de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada).

Los elementos de una misma familia comparten propiedades similares. Las familias están numeradas del 1 al 18, sin embargo, se sigue utilizando la notación anterior con base en números y letras, donde la A se asigna a los **elementos representativos** y la B a los **elementos de transición**. En este libro utilizaremos ambas notaciones.

Los elementos correspondientes a la misma fila forman un **periodo**. Los periodos se numeran del uno al siete. El **número atómico** aumenta secuencialmente en una unidad a lo largo de cada periodo.

En la RED



Estudia la estructura de la tabla periódica con el detenimiento que requieras. Consulta la siguiente dirección electrónica:
<http://www.redir.mx/SQS-113>.



Tabla Periódica de los Elementos Químicos



Figura 2.57 Tabla periódica aceptada por la IUPAC.



La de la página anterior es la versión mediana de la tabla periódica, llamada así porque, separadas en la parte inferior, contiene dos filas más. Se trata de la familia de los lantánidos (elementos 57 a 71) y la de los actínidos (elementos 89 a 103).

Cuando esas familias se incluyen en el sitio que les corresponde, se obtiene la tabla periódica larga con 14 columnas más, como se muestra en la figura 2.58. La tabla larga en general no se usa, por la dificultad de su manejo.

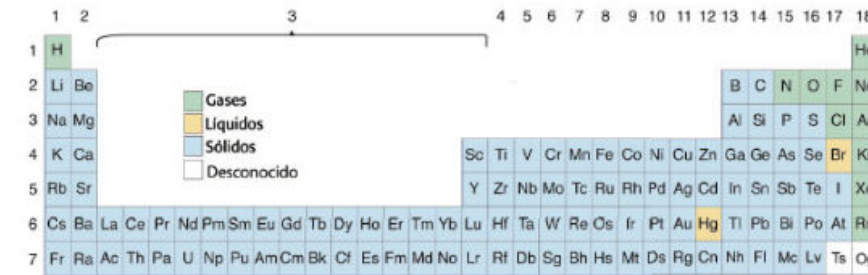


Figura 2.58 Tabla periódica de los elementos químicos (versión larga).

Se puede hacer una primera clasificación de los elementos en metales (que son la mayoría), no metales y metaloides o semimetales (figura 2.59).

Veamos cuáles son las principales características de las familias de la tabla periódica.

Algunas tienen nombres específicos, por ejemplo, el primer grupo corresponde a los metales alcalinos, que son extremadamente reactivos y tan suaves que se cortan fácilmente. A este grupo pertenecen el litio, el sodio, el potasio, el rubidio, el cesio y el francio. Hay que remarcar que este último es un elemento radiactivo muy inestable y muy escaso en la naturaleza.

El segundo grupo corresponde a los elementos berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario y radio, conocidos como metales alcalinotérreos. Éstos son menos reactivos y blandos que los alcalinos, con un color gris que brilla sólo cuando se acaban de cortar, ya que se cubren rápidamente de óxido. El magnesio (Mg), el calcio (Ca) y el estroncio (Sr) forman sales con los elementos de la familia VII A, o grupo 17, es decir, con los halógenos, de acuerdo con las fórmulas: MgX_2 , CaX_2 , SrX_2 , donde X es un elemento de dicha familia. La combustión del magnesio es tan brillante que se utilizaba para iluminar artificialmente las escenas fotográficas.

Inmediatamente a la derecha de los metales alcalinotérreos se encuentran diez grupos que conforman el bloque de los elementos de transición (familias 3 a la 12). Éstos son menos reactivos que los alcalinos y los alcalinotérreos; además, sus compuestos por lo general son coloridos.

Amplíe mis conocimientos



Los lantánidos se conocen como **tierras raras**, ya que son escasos. Se encuentran generalmente juntos en un mismo mineral y son difíciles de purificar, debido a que sus propiedades son muy parecidas. En la actualidad, se utilizan ampliamente en electrónica por sus características magnéticas y ópticas, las cuales los hacen útiles en la fabricación de pantallas para computadoras, tabletas, celulares y televisores, así como en la fabricación de pilas e imanes.



Figura 2.59 Los metales comprenden todos los elementos en casillas azules; los no metales, los elementos en casillas rojas; y los metaloides, los elementos en casillas anaranjadas.

Al grupo 13 se le denomina familia del boro, de la cual seguramente conoces al aluminio, metal utilizado entre otras cosas para hacer molduras de puertas y ventanas.

El grupo 14 es la familia del carbono, elemento básico para todas las estructuras de la vida, y el 15 es la familia del nitrógeno, el gas más abundante de la atmósfera y elemento presente en las proteínas.

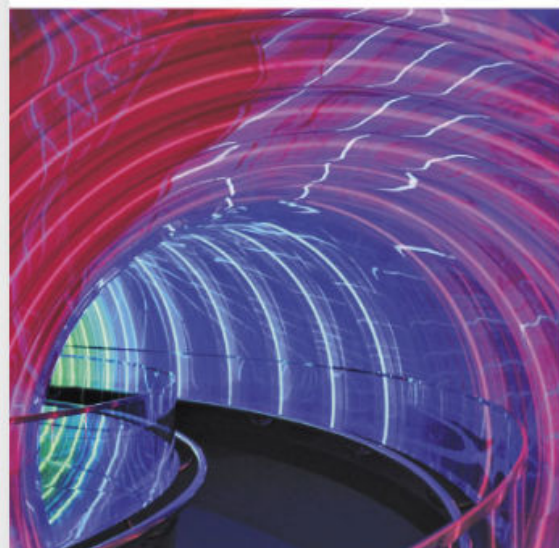


Figura 2.60 Los gases nobles, elementos de la familia 18, despiden luz cuando se pasa electricidad a través de ellos.

El grupo 16 es la familia del oxígeno, gas vital para todos los seres vivos y el grupo 17 lo forman los elementos cloro y flúor, que son gaseosos a condiciones normales. Le siguen el bromo, que es líquido a temperatura ambiente, y el yodo y el astato, que son sólidos. Los elementos de esta familia se denominan halógenos.

El grupo 18 está formado por los gases nobles o inertes (figura 2.60), a los que se llamó de este modo porque no parecían reaccionar con otras sustancias cuando se descubrieron. Se encontró que son muy estables en forma elemental.

Hay propiedades de los elementos que presentan variaciones regulares dentro de la tabla periódica. Por ejemplo, la temperatura de ebullición varía como se muestra en la figura 2.61: aumenta a lo largo de un periodo hasta alcanzar un máximo y, después, disminuye hasta llegar a un valor cercano al del último elemento del periodo anterior. Date cuenta de que los gases nobles tienen los menores valores de temperatura de ebullición.

La densidad y la temperatura de fusión también varían periódicamente a lo largo de un periodo, aumentando hasta alcanzar un máximo, después del cual hay una tendencia a disminuir (figura 2.62). Nota que las familias 1 y 17 tienen las menores densidades y la familia 8, las mayores.

Variación periódica de la temperatura de ebullición

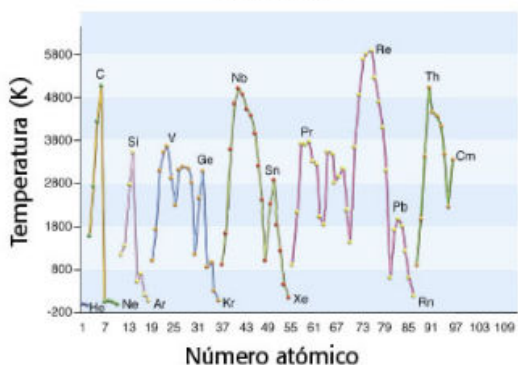


Figura 2.61 En esta gráfica se muestra la variación de la temperatura de ebullición en función del número atómico; los puntos más bajos corresponden a los gases nobles.

Variación periódica de la densidad

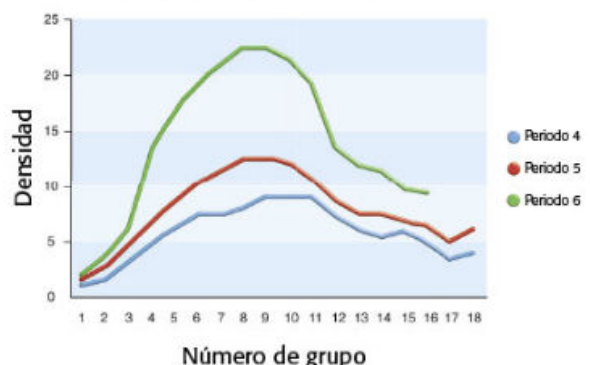


Figura 2.62 Comparación de la densidad de algunos elementos para mostrar la periodicidad de esta propiedad.



Excepto por el carbono, el bromo, el yodo y el astato, todos son elementos gaseosos.

Elementos que se encuentran como óxidos, silicatos y oxianiones.

Elementos que se encuentran en la naturaleza como cloruros, carbonatos y sulfatos.

Metales nobles y pesados, que se encuentran generalmente puros.

H																He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Figura 2.63 Tipos de compuestos que forman en la naturaleza algunos de los elementos químicos.

En la tabla periódica anterior se muestra cómo se presentan en nuestro planeta los elementos (figura 2.63). Como se ve, la mayoría está combinada con otros.

Aquí notamos que los elementos de los grupos 3 a 6 forman óxidos, silicatos y oxianiones; por otra parte, los elementos consecutivos renio (Re), osmio (Os), iridio (Ir), platino (Pt) y oro (Au) se encuentran en forma elemental.

En la siguiente tabla periódica se muestran los colores de los óxidos que se forman con los distintos elementos (figura 2.64). La segunda, tercera y cuarta familia dan óxidos de color blanco, mientras que los de los metales de transición (de los grupos 5 al 12) son coloridos, por lo que algunos de ellos se utilizan en la fabricación de pinturas.

Li ₂ O	BeO																B ₂ O ₃	CO ₂	N ₂ O ₅		F ₂ O	
Na ₂ O	MgO																	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₂	Cl ₂ O ₇
K ₂ O	CaO	Sc ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	CrO ₃	Mn ₂ O ₇	Fe ₂ O ₃	CoO	NiO	Cu ₂ O	ZnO	Ga ₂ O ₃	GeO ₂	As ₂ O ₅	SeO ₂	BrO ₂						
Rb ₂ O	SrO	Y ₂ O ₃	ZnO	Nb ₂ O ₅	MoO ₃	Tc ₂ O ₇	RuO ₄	Rh ₂ O ₃	PdO	Ag ₂ O	CdO	In ₂ O ₃	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	TeO ₂	I ₂ O ₅						
Cs ₂ O	BaO	La ₂ O ₃	HfO ₂	Ta ₂ O ₅	WO ₃	Re ₂ O ₇	OsO ₄	IrO ₂	PtO ₂	Au ₂ O ₃	HgO	Tl ₂ O	PbO ₂	Bi ₂ O ₃								

Figura 2.64 Colores de los óxidos de algunos elementos.

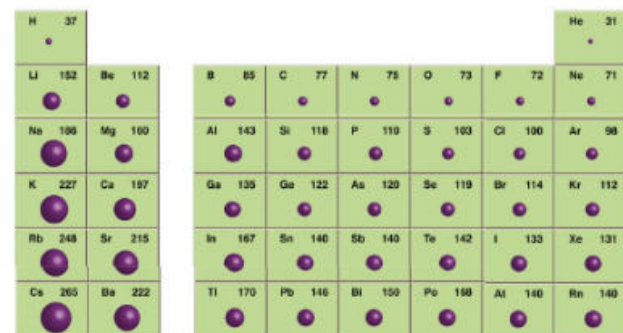


Figura 2.65 Comparación del radio atómico de los elementos de las familias representativas.

En un mismo periodo, las propiedades van cambiando paulatinamente, por ello decimos que, en general, dos elementos consecutivos presentan similitudes en algunas características. Por ejemplo, el germanio (Ge) y el arsénico (As) son adyacentes (familias 14 y 15, respectivamente) y tienen un radio atómico similar (figura 2.65), bastante menor al del potasio (K), elemento del mismo periodo, pero que pertenece a la familia 1.

Actividades de aprendizaje

En la siguiente tabla se presentan los datos de densidad y temperatura de fusión de elementos de la familia de los metales alcalinos.

Elemento	T de fusión (°C)	Densidad (g/cm ³)
litio (Li)	180	0.53
sodio (Na)	98	0.97
potasio (K)	64	0.86
rubidio (Rb)	39	1.53
cesio (Cs)	29	1.87

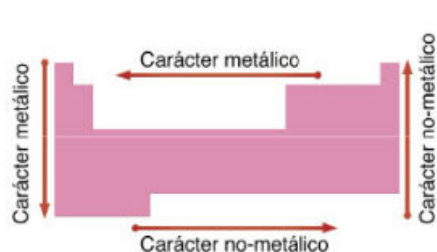
- Elabora una gráfica de número atómico contra densidad.
- Analiza la gráfica (página 116) de número de grupo contra densidad.
 - ¿Qué regularidad observas?
 - ¿Será lo mismo para los demás periodos? ¿Por qué?
- Analiza la gráfica de número atómico vs. punto de ebullición (página 116).
 - ¿Qué regularidad observas?
 - ¿Será lo mismo para otras familias? ¿Por qué?

Amplio mis conocimientos



El oro es un elemento muy apreciado desde la antigüedad. Se utiliza en orfebrería y con fines medicinales; se le ha atribuido la capacidad de otorgar longevidad. En la actualidad se utiliza como catalizador, en forma de nanopartículas para el diagnóstico y tratamiento del cáncer, y en chips de celulares y computadoras.

El platino es un metal blanco que se encuentra en la corteza terrestre en concentraciones muy bajas y que se utiliza en joyería. A pesar de su baja reactividad, tiene propiedades que lo hacen útil como catalizador y está siendo utilizado en el tratamiento de ciertos tipos de cáncer.



Carácter metálico, valencia, número y masa atómica

Un elemento se considera metal desde el punto de vista electrónico cuando cede fácilmente sus electrones; entre más lo haga, mayor carácter metálico presenta. Este último aumenta hacia abajo en un grupo y disminuye hacia la derecha (figura 2.66) en un periodo.

Figura 2.66 El carácter metálico varía como se muestra en este esquema de la tabla periódica.

La **valencia** es un número entero que expresa cuántos enlaces puede establecer un átomo con otros para formar nuevas sustancias; representa el número de electrones que cada átomo acepta, dona o comparte para unirse con otro. En el cuadro 2.7 se muestran las valencias de los elementos de las familias representativas y de algunos metales de transición. Se puede notar que esta propiedad también muestra una regularidad.

Cuadro 2.7 Valencias de metales y no metales

Metales			No metales				
Nombre	Símbolo	Valencia	Nombre	Símbolo	Valencia		
litio	Li	1	hidrógeno	H	1		
sodio	Na		flúor	F	1		
potasio	K		cloro	Cl	1 3 5		
rubidio	Rb						
cesio	Cs						
francio	Fr		bromo	Br	7		
plata	Ag						
berilio	Be	2	oxígeno	O	2		
magnesio	Mg		azufre	S	4 6		
calcio	Ca						
estroncio	Sr						
bario	Ba		selenio	Se	4 6		
radio	Ra						
zinc	Zn	telurio	Te	4 6			
cadmio	Cd						
aluminio	Al	3	nitrógeno	N	1 3 5		
cobre	Cu	1 2	fósforo	P	3 5		
mercurio	Hg						
oro	Au	1 3				boro	B
cromo	Cr	2 3 6	carbono	C	2 4		
						molibdeno	Mo
						manganeso	Mn
hierro	Fe	2 3	silicio	Si	4		
cobalto	Co						
níquel	Ni						
estaño	Sn	2 4					
plomo	Pb						
platino	Pt						

En este cuadro se aprecia que hay familias, o partes de ellas, que comparten la misma valencia.

Ya que la valencia del oxígeno es 2, éste se podrá combinar con un átomo de calcio, cuya valencia también es 2, o con dos átomos de hidrógeno, cuya valencia es 1. Sus fórmulas serán entonces: CaO y H₂O. Por otra parte, el carbono tiene valencia 4 y cuando se combina con el hidrógeno forma un compuesto cuya fórmula es CH₄.

Actividades de aprendizaje

1. Con ayuda del cuadro 2.7, escribe la fórmula de los compuestos que se forman con cada uno de los siguientes pares de elementos.

- a. Bario (Ba) y bromo (Br).
- b. Aluminio (Al) y oxígeno (O).
- c. Carbono (C) y oxígeno (O).
- d. Carbono (C) y silicio (Si).
- e. Potasio (K) y oxígeno (O).

Por otro lado, también hay regularidad en los electrones de valencia de los elementos de las familias representativas: los elementos del grupo IA tienen un electrón de valencia; los de la familia IIA, dos; los de la familia IIIA, tres; y así sucesivamente, hasta llegar a la familia VIIIA, cuyos elementos poseen ocho electrones de valencia (figura 2.67).

Grupo	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
#electrones de valencia	1	2	3	4	5	6	7	8
Elementos	H [•]	Be ^{••}	B ^{•••}	C ^{••••}	N ^{•••••}	O ^{••••••}	F ^{•••••••}	Ne ^{••••••••}
	Li [•]	Mg ^{••}	Al ^{•••}	Si ^{••••}	P ^{•••••}	S ^{••••••}	Cl ^{•••••••}	Ar ^{••••••••}
	Na [•]	Ca ^{••}	Ga ^{•••}	Ge ^{••••}	As ^{•••••}	Se ^{••••••}	Br ^{•••••••}	Kr ^{••••••••}
	K [•]	Sr ^{••}	In ^{•••}	Sn ^{••••}	Sb ^{•••••}	Te ^{••••••}	I ^{•••••••}	Xe ^{••••••••}
	Rb [•]	Ba ^{••}	Ta ^{•••}	Pb ^{••••}	Bi ^{•••••}	Po ^{••••••}	At ^{••••~••••}	Rn ^{••••••••}

Figura 2.67 Estructuras de Lewis de los elementos en las familias representativas.

Recordarás que el número atómico se refiere a los protones que tiene un elemento en su núcleo y que es el que determina las propiedades de los átomos, y que el número de masa es la suma de protones y neutrones. A los átomos con el mismo número atómico, pero diferente número de masa, se les llama isótopos.



Por ejemplo, el primer cuadro de la figura 2.68 corresponde al protio, el isótopo más abundante del hidrógeno, que tiene un solo protón; el segundo corresponde al deuterio, que contiene un protón y además un neutrón; en tercer lugar se encuentra otro isótopo del hidrógeno, el tritio, que posee un protón y dos neutrones.

En los cuadros azules de la figura 2.68 se presentan diferentes isótopos del litio, los cuales tienen la misma cantidad de protones e iguales propiedades químicas, ya que son el mismo elemento, aunque tengan diferente número de masa. En el cuadro gris aparecen los datos del isótopo helio-3, el cual tiene dos protones y un neutrón, por lo que su número de masa es igual al del tritio. Sin embargo, éste y aquél son elementos diferentes que no presentan las mismas propiedades. A los elementos con el mismo número de masa, pero diferente número atómico, se les llama **isobaros**.

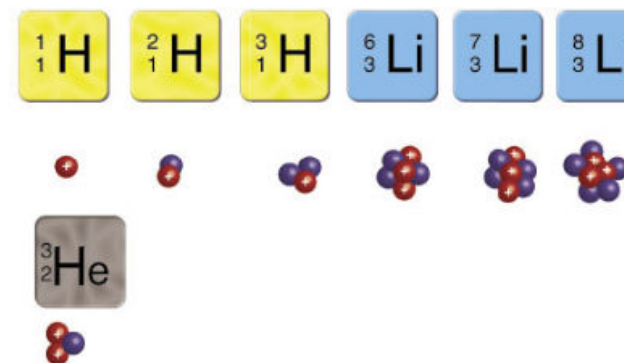


Figura 2.68 Existen diferentes isótopos del hidrógeno y del litio. El tritio es isobaro del helio-3.

En el cuadro 2.8 se muestra el número de protones y neutrones que contienen dos elementos que son isobaros.

Cuadro 2.8 Características de algunos elementos isobaros			
Elemento	Protones	Neutrones	Nucleones
⁴⁰ ₂₀ Ca	20	20	40
⁴⁰ ₁₈ Ar	18	22	40

Estos elementos cuentan con el mismo número de **nucleones** y, por tanto, el mismo número de masa, pero al no tener el mismo número de protones, son elementos distintos, como ya se ha mencionado. El calcio es un metal de la familia de los alcalinotérreos y el argón es un gas noble.

La masa relativa de los átomos se expresa en unidades de masa atómica (uma), la cual se define como la doceava parte de la masa del carbono-12. Si revisas una tabla periódica, verás que la masa del carbono es 12.01 y no 12. La razón de esto es que el carbono tiene isótopos como la mayor parte de los elementos y, como recordarás, éstos difieren en su masa porque poseen distinto número de neutrones. Dichos isótopos tienen una abundancia diferente, la cual debe tenerse en cuenta para calcular la masa atómica promedio, que es la que aparece en las tablas.

Glosario

Isobaro: (del griego, *iso*, "igual", y *baro*, "pesantez"), indica que un elemento químico tiene igual número de masa que otro, pero distinto número atómico.

Nucleones: partículas que constituyen al núcleo atómico.

Por ejemplo, el carbono-12 tiene una abundancia de 98.90%, y el carbono-13, de 1.10%. Además, se ha determinado que la masa del carbono-13 es 13.00335.

Para calcular la masa atómica promedio, primero se dividen los porcentajes entre 100, para obtener la fracción con la que contribuye cada isótopo a la masa total:

$$\frac{98.90}{100} = 0.9890 \quad \text{y} \quad \frac{1.10}{100} = 0.0110$$

Después se multiplica cada fracción por la masa atómica de su isótopo correspondiente y se suman los productos:

$$\text{Masa atómica promedio} = 0.9890 \times 12.00 \text{ uma} + 0.0110 \times 13.00335 \text{ uma} = 12.01 \text{ uma}$$

Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

Los elementos principales del cuerpo humano (C, H, O, N, P, y S) se requieren para formar carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, pero sobre todo agua, ya que este compuesto representa entre el 70% y el 80% de la masa celular.

Los seres vivos requerimos energía y alimento para nuestras funciones; estamos compuestos de miles de sustancias estructuradas de forma compleja, pero organizada, con funciones específicas que permiten que la vida se dé, se mantenga y se renueve. A diferencia de la materia inorgánica que conocemos, la cual es mucho más simple, las sustancias que forman a los seres vivos son moléculas grandes y complejas; están constituidas en esencia (aproximadamente en 96%) de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, y se conocen como biomoléculas.

Entre más complicado es un ser vivo, mayor es la diversidad de sustancias que contiene. Por ejemplo, una bacteria posee aproximadamente 1 000 proteínas distintas; un humano tiene cerca de 100 000 en una sola célula y, en total, más o menos 100 000 proteínas diferentes. Todas contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; la mayoría contiene también azufre y unas cuantas pueden contener fósforo o hierro.

Las proteínas que forman el cuerpo humano son polímeros formados por la unión química de miles de moléculas de aminoácidos, de entre los 20 diferentes que necesitamos. Hay proteínas insolubles en agua que forman parte de la estructura de las células, dándole soporte (proteínas fibrosas), como la queratina que está en el cabello y las uñas, y otras son solubles y tienen una gran variedad de funciones específicas (proteínas globulares), lo que hace posible el metabolismo y los procesos relacionados con la reproducción.

Las proteínas se forman por una secuencia específica de aminoácidos. Las proteínas globulares deben su nombre a la estructura tridimensional que crean, tal como se muestra en la figura 2.69.

Cuando se calienta una proteína, se altera su estructura tridimensional sin afectar la secuencia de los aminoácidos que la componen. Este proceso se conoce como **desnaturalización de la proteína nativa**, la cual provoca que ésta disminuya su solubilidad en agua y aumente su viscosidad. Otros factores que causan la desnaturalización son la adición de sustancias como disolventes o ácidos, el aumento en la temperatura y la agitación vigorosa.

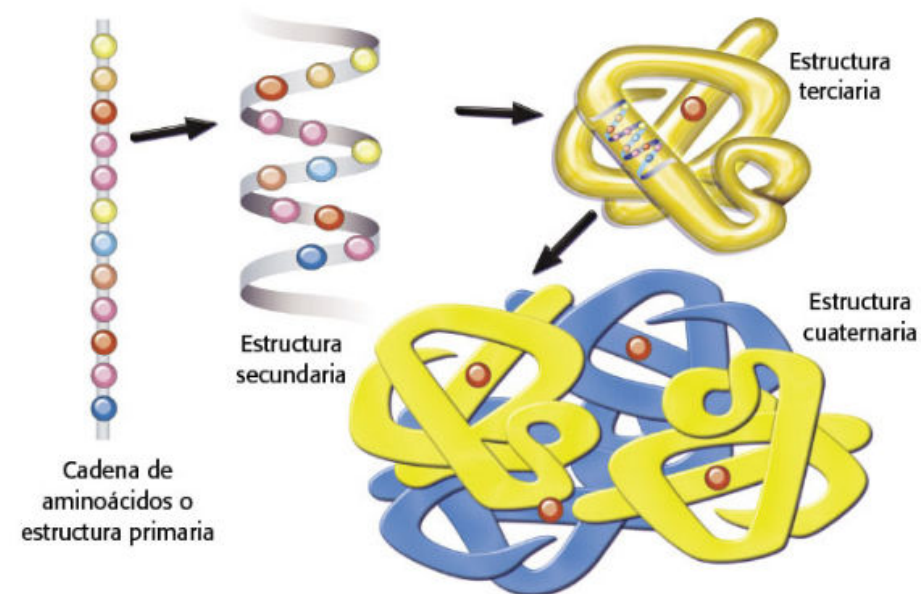


Figura 2.69 Las proteínas tienen una estructura primaria, que consiste en la secuencia de aminoácidos; una estructura secundaria, que consiste en el plegamiento de la secuencia para formar una hélice; una estructura terciaria, que es la hélice plegada sobre sí misma, y una estructura cuaternaria, presente sólo si hay más de una cadena polipeptídica.

Los **carbohidratos** contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, los consumimos en nuestros alimentos, sirven como combustible y mediante la respiración proveen la energía para el funcionamiento de nuestro cuerpo. Los seres vivos almacenan esta energía en forma de **polisacáridos**, los animales como glucógeno y las plantas como almidón. También existen polisacáridos estructurales, como la celulosa que forma los tejidos vegetales.

Los **lípidos** son compuestos insolubles en agua de los que se obtiene energía; están formados de carbono, hidrógeno, oxígeno y, en algunos casos, fósforo; pueden ser ácidos grasos (presentes en grasas, aceites y ceras), lípidos de membranas celulares, terpenos (como el geraniol, que da el olor a las rosas) y esteroides, como el colesterol, precursor metabólico de las hormonas esteroideas (suprarrenales y genitales).

Otras moléculas importantes para la vida son los **ácidos nucleicos** (figura 2.70), macromoléculas que en su estructura tienen codificada la información genética. Los elementos que los conforman son el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y el fósforo.

Este último también se encuentra en el **adenosín trifosfato (ATP)**, sustancia involucrada en muchos procesos que requieren energía, por ejemplo, en la síntesis de carbohidratos, proteínas y lípidos.

En el siguiente experimento tendrás la oportunidad de comprender el comportamiento de una proteína cuando reacciona con algunas sustancias.



Glosario

Polisacárido: biomolécula formada por una cadena de azúcares simples.

Figura 2.70 En una secuencia de bases contenida en el ADN se encuentra la información genética que regula el funcionamiento, el mantenimiento y la reproducción de los seres vivos, además de determinar sus características físicas.



Experimento
Desnaturalizando proteínas

Propósito. Comprender el papel del azufre en la estructura tridimensional de algunas proteínas. La clara de huevo es una mezcla de compuestos, principalmente agua, proteínas, lípidos y carbohidratos, como se indica en el siguiente cuadro con los datos de su composición porcentual en masa.

Componente	Clara	Yema
agua	88.47	47.5
proteínas	11.00	17.5
lípidos	0.03	33.0
carbohidratos	0.50	2.0

La composición porcentual en masa de la leche se muestra en el siguiente cuadro.

Componente	Leche entera	Leche semidescremada
agua	88.7	90.43
proteínas	3.2	3.27
lípidos	3.4	1.50
lactosa	4.7	4.80

Material por equipo de tres personas

Cuatro vasos, cuatro platitos, huevo crudo, medio vaso con alcohol, agua hirviendo, jugo de un limón, cuchara sopera, un cuarto de vaso de leche.

Predice

- ¿Qué crees que le pase a la clara de huevo al colocarla en alcohol?
- ¿Qué pasará con la leche al agregarle limón?

Procedimiento

- Coloca alcohol, agua caliente y jugo de limón en tres vasos diferentes.
- Separa la clara de la yema y colócala en un vaso; agrega una cucharada de clara al alcohol.
- Agrega una cucharada de clara al jugo de limón.
- Agrega una cucharada de clara al agua caliente.
- Espera media hora y observa qué sucede. Regístralo en tu cuaderno.
- Tapa los tres vasos y vuelve a revisarlos al día siguiente.
- Coloca la leche en un vaso y agrega el jugo de medio limón.
- Agita, espera un minuto, observa y anota los cambios en tu cuaderno.
- Compara y registra los resultados que obtuviste en cada vaso.

Análisis de resultados y conclusiones

Responde en tu cuaderno estas preguntas.

- ¿Cómo te das cuenta, en cada caso, de la desnaturalización de la proteína? ¿Por qué las proteínas se desnaturalizan por calor y por acción del alcohol o el jugo de limón?
- ¿Pasa algo similar cuando se baten las claras para hacer merengue?

Actividad experimental

Cierre

La tabla periódica contiene información acerca de los elementos, organizada de tal manera que revela relaciones entre ellos. Es un instrumento perfectible, con algunas reglas y otras excepciones; por ello se han diseñado muchas tablas periódicas distintas a la que conocemos (algunas en tercera dimensión, otras con las aplicaciones de cada elemento), pero seguimos utilizando la convencional, ya que tiene muchas ventajas y es práctica.

Esta tabla se utiliza para ubicar datos de los elementos de forma eficaz, así como para diseñar, por ejemplo, nuevos materiales, medicamentos y cosméticos. Si la conocemos bien, incluso podemos predecir las propiedades de algunos tipos de compuestos al cambiar uno de los elementos que lo conforman. A continuación se presenta un resumen con las funciones de los elementos más abundantes en el cuerpo humano (cuadro 2.9).

Una ventana a la lectura

Conoce más sobre la tabla periódica. Consulta este libro: José A. Chamizo Guerrero, *La casa química*, México, SEP-ADN Editores, 2001.

Cuadro 2.9 Elementos con mayor presencia en el cuerpo humano

Elemento	Porcentaje en masa	Funciones y localización
carbono	18.0	Su versatilidad en la formación de enlaces permite la generación de un número enorme de biomoléculas: proteínas, carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas, etcétera.
hidrógeno	10.0	El elemento más abundante del universo al combinarse con el oxígeno forma agua (líquido sin el cual no podría existir la vida como la conocemos). También forma parte de biomoléculas con innumerables funciones.
oxígeno	65.0	Es el elemento de mayor abundancia en nuestro cuerpo. Es indispensable para la respiración; en forma de agua, compone los líquidos corporales que transportan nutrientes y desechos. También forma parte de casi todos los compuestos orgánicos (proteínas, grasas, azúcares y material genético).
nitrógeno	3.0	Es componente de todas las proteínas y ácidos nucleicos, así como de algunos lípidos.
fósforo	1.0	Es componente de los ácidos nucleicos y de los huesos. Es importante en la transferencia de energía e integra los fosfolípidos de la membrana celular.
calcio	1.5	La mayor parte del calcio se utiliza en el desarrollo y mantenimiento de huesos y dientes. También se necesita para el buen funcionamiento de músculos y nervios.
azufre	0.3	Está presente en la mayoría de las proteínas.

Integro mis aprendizajes

- Con base en los datos del siguiente cuadro, elabora en tu cuaderno las gráficas que se solicitan y responde la pregunta.

Elemento	T de fusión (°C)	T de ebullición (°C)	Radio iónico (nm)
flúor	-219	-188	0.119
cloro	-101	-35	0.167
bromo	-7	59	0.182
yodo	113.5	184	0.206

- » Número atómico vs. temperatura de fusión.
 - » Número atómico vs. temperatura de ebullición.
 - » Número atómico vs. radio iónico.
- ¿Qué regularidades observas en cada gráfica? Explica a qué se deben.



2. En el siguiente cuadro se proporciona el porcentaje de abundancia de los diferentes isótopos del hierro. Lleva a cabo las siguientes actividades.

Isótopo	⁵⁴ Fe	⁵⁶ Fe	⁵⁷ Fe	⁵⁸ Fe
Abundancia (%)	5.85	91.75	2.12	0.28

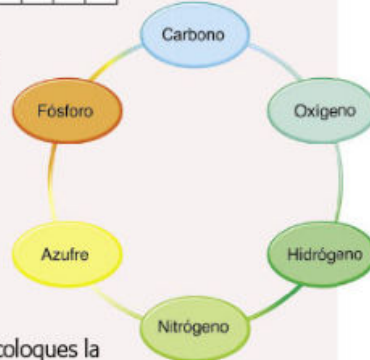
- » Explica cuál isótopo contribuye más a la masa atómica del hierro y cuál menos.
 - » Determina la masa atómica relativa de este elemento.
3. Explica en tu cuaderno por qué todos los átomos de un mismo elemento poseen el mismo número atómico (Z), pero diferente número de masa (A).
4. Predice, con ayuda de la tabla periódica y lo que has aprendido de la valencia, la fórmula de un compuesto que se forme entre los siguientes elementos.
- » Magnesio (Mg) y bromo (Br).
 - » Rubidio (Rb) y oxígeno (O).
 - » Fósforo (P) y cloro (Cl).
 - » Cesio (Cs) y flúor (F).

¿Qué he aprendido?

- Indica el grupo y periodo donde encontrarías los siguientes elementos.
 - » Un elemento parecido a la plata.
 - » El elemento con mínimo volumen atómico.
 - » Un elemento que se encuentre en forma elemental en la naturaleza.
 - » Un elemento con alto punto de fusión.
 - » Un elemento gaseoso.
 - » Un buen conductor eléctrico.
- En la siguiente tabla aparecen algunos elementos representados por símbolos que no son los propios. Responde en tu cuaderno las preguntas.

 - ¿A qué familia pertenece cada uno de los siguientes elementos: A, J, P y Z?
 - ¿A qué conjunto de elementos pertenecen F, B, E y N?
 - ¿Cuáles de estos elementos son gases nobles?
 - ¿Cuáles son metales y cuáles no metales?
 - ¿A qué familias pertenecen los elementos M y H?

3. Completa un diagrama similar al siguiente, en el cual en cada elipse coloques la importancia que tiene para los seres vivos cada elemento ahí indicado.



CONTENIDO

Enlace químico

Lección 6 Modelos de enlace: covalente e iónico. Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico

APRENDIZAJES ESPERADOS

- » IDENTIFICA LAS PARTÍCULAS E INTERACCIONES ELECTROSTÁTICAS QUE MANTIENEN UNIDOS A LOS ÁTOMOS.
- » EXPLICA LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ENLACES QUÍMICOS A PARTIR DEL MODELO DE COMPARTICIÓN (COVALENTE) Y DE TRANSFERENCIA DE ELECTRONES (IÓNICO).
- » IDENTIFICA QUE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES SE EXPLICAN A TRAVÉS DE SU ESTRUCTURA (ATÓMICA, MOLECULAR).

Inicio

Para pensar...

Existen materiales con propiedades muy diversas. Algunos son duros, otros flexibles; los hay solubles en agua o en otros disolventes; unos son buenos conductores de electricidad y otros no la conducen en lo absoluto. Propiedades como la solubilidad en agua y la conductividad eléctrica pueden explicarse mediante diferentes modelos de enlace químico.

1. Reflexiona y contesta las siguientes preguntas:

- » ¿Qué es un enlace químico?
- » ¿Por qué hay enlaces químicos con características distintas?

Desarrollo

Modelos de enlace: covalente e iónico

Recuerda que en la lección 2 de este bloque aprendiste que la interacción que mantiene unidos dos átomos en una molécula es el enlace químico.

También recuerda que en la ciencia se utilizan modelos para acercarse a la comprensión de los fenómenos observados. Un modelo es la representación de una parte de la realidad; entre más nos explique, más válido será.

El modelo tiene la información relevante de lo que se quiere representar, pero es una simplificación. Por ejemplo, un mapa de México es la representación del país, pero no es el país mismo, así como la maqueta de una casa no es la casa en sí. A continuación estudiaremos algunos modelos para comprender el enlace químico.

Según lo que hemos estudiado hasta ahora, la materia tiene naturaleza eléctrica, pues está constituida por protones y electrones con carga. Como sabes, las cargas de signo opuesto se atraen y las del mismo signo se repelen, es decir, existen fuerzas de atracción y de repulsión (figura 2.71).

Además, recuerda que los electrones de valencia son los que están involucrados directamente en los enlaces entre átomos y que su número es semejante al de la familia a la que pertenece un elemento químico.

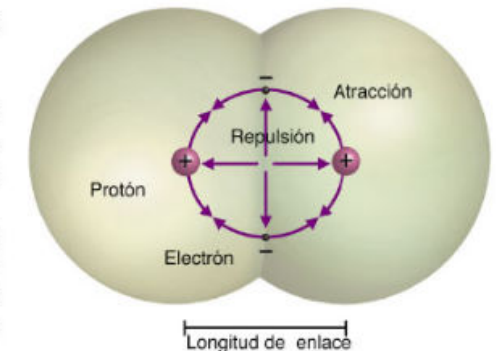


Figura 2.71 La longitud de enlace entre los dos átomos de una molécula de hidrógeno es aquella en la que el sistema tiene la menor energía.



Experimento
Conductividad eléctrica de sólidos y disoluciones acuosas

Actividad experimental

Propósito. Clasificar algunos sólidos de acuerdo con sus propiedades.

Materiales

Sal de mesa, bicarbonato de sodio, parafina, azúcar, agua destilada, batería de 9 V o dos pilas de 1.5 V, seis caimanes, cable de 1 m, dos trozos de alambre de cobre, foco de 3 V con socket o led de 3 V, cinco vasos (pueden ser de vidrio o de plástico transparente) y microscopio óptico (opcional).

Procedimiento

1. Fabriquen un circuito eléctrico como el que se muestra en la figura 2.72. Observen la apariencia física de los sólidos que analizarán y registrenla en su cuaderno (si cuentan con un microscopio, utilícenlo para verlos).
2. Determinen la conductividad eléctrica mediante el circuito que fabricaron. Para ello, toquen cada material con ambas terminales; si es conductor, encenderá el foco, si no, no lo hará.
3. Disuelvan un poco de sal en uno de los vasos utilizando agua destilada.
4. Repitan el paso anterior con cada sólido. Después, determinen si hay conducción de la electricidad en las disoluciones.
5. Registren sus resultados en un cuadro como el que se muestra abajo.



Figura 2.72 Dispositivo para probar la conducción eléctrica.

Sólido	Apariencia física	¿Es soluble en agua?	Conductividad eléctrica del sólido	Conductividad eléctrica de la disolución

Análisis de resultados y conclusiones

Agrupen los sólidos con características parecidas. Expliquen en su cuaderno a qué creen que se debe el comportamiento distinto de cada grupo. Una vez concluido el experimento, dispongan de los desechos de la siguiente manera: las disoluciones de sal, bicarbonato de sodio y azúcar se pueden verter en el drenaje y la parafina se tira a la basura.

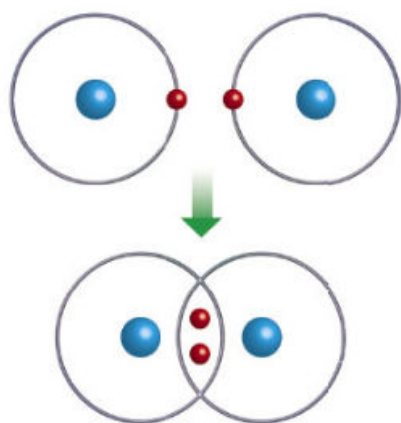


Figura 2.73 Formación de una molécula de hidrógeno.

Enlace covalente

Imaginemos dos átomos de hidrógeno que se aproximan de tal forma que cada uno queda bajo la influencia eléctrica del otro. Según la ley de Coulomb, los dos electrones se repelen entre sí, de igual manera que los dos protones. Estas fuerzas de repulsión tienden a mantener a los átomos separados.

Por otro lado, cada protón atrae a ambos electrones con una fuerza mayor que la de repulsión, antes mencionada; el resultado es que éstos terminan siendo compartidos por los protones, lo cual mantiene a los átomos unidos (figura 2.72). A este tipo de unión o enlace formado por la compartición de electrones se le denomina **enlace covalente**.

Así, por ejemplo, la formación de una molécula de hidrógeno se puede representar como se indica en la figura 2.73.

Otras moléculas que se unen por medio de un enlace covalente son la del cloro y la del agua (figuras 2.74 y 2.75). En general, cuando se unen entre sí átomos de elementos no metálicos forman enlaces covalentes; ejemplos de ello son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO₂), el dióxido de azufre (SO₂) y el monóxido de nitrógeno (NO).

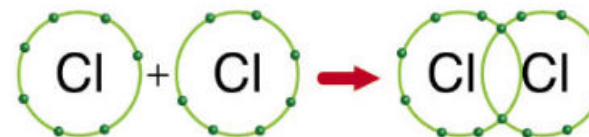


Figura 2.74 En estos esquemas sólo están representados los electrones de valencia (capa más externa).

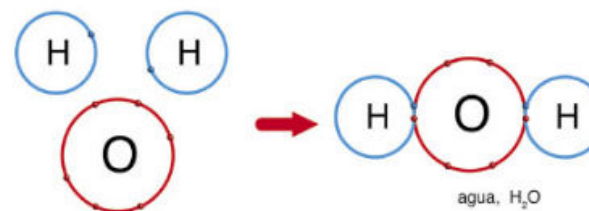


Figura 2.75 Representación de la formación de la molécula del agua.

El carbono debe su importancia a que genera una gran diversidad de compuestos covalentes tanto en la materia viva como en la inerte. Este elemento posee cuatro electrones de valencia, por lo que puede compartirlos al combinarse con uno, dos, tres o hasta cuatro átomos, con ello se genera una amplia variedad de posibilidades para la formación de sustancias.

Actualmente se conoce como *química orgánica* a la rama que estudia al carbono, sus compuestos y sus cambios, y tiene aplicaciones tan variadas como la síntesis de fertilizantes, medicamentos y plásticos a partir del petróleo como la búsqueda de principios activos en las plantas para producir medicamentos, la bioquímica, la cosmetología y muchas más.

Existen compuestos, como el agua, cuya molécula es polar, esto significa que tiene regiones cargadas eléctricamente. En el caso de la molécula del agua, una región es positiva [representada como (+)] y otra es negativa [representada como (-)], es decir, tiene un polo positivo y uno negativo, por lo que se dice que forma un dipolo (figura 2.76).

Entre los compuestos del carbono existen algunos cuyas moléculas son polares, como el etanol (C₂H₅OH), la glucosa (C₆H₁₂O₆) y el fenol (C₆H₅OH), y otros son **no polares**, como el metano (CH₄) y el etano (C₂H₆), ya que no presentan polos eléctricos.

Algunas de las características que presentan generalmente los compuestos con enlaces de tipo covalente son las siguientes:

- » tienen temperaturas de fusión bajas comparadas con las de los compuestos iónicos;
- » no son solubles en agua;
- » no conducen la electricidad en estado sólido ni en disolución;
- » pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos a temperatura ambiente;
- » la mayoría son solubles en disolventes orgánicos.

En la RED

Consulta esta dirección electrónica y participa en una simulación interactiva del enlace covalente:
<http://www.redir.mx/SQS-129>.

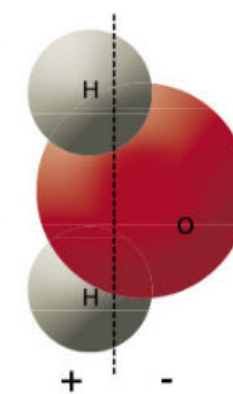


Figura 2.76 La parte negativa de la molécula de agua es el oxígeno; la positiva, los hidrógenos.

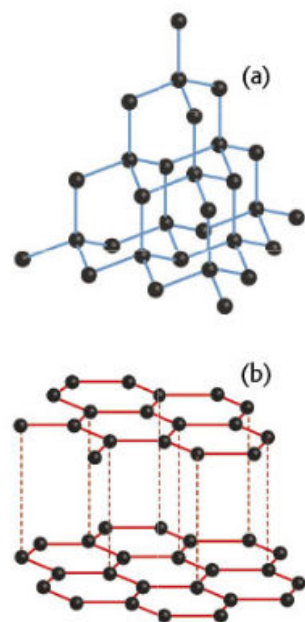


Figura 2.77 El diamante (a) y el grafito (b) están constituidos sólo por átomos de carbono, sin embargo, tienen propiedades muy distintas debido a su estructura.

Cabe mencionar que las características enlistadas en la página anterior son generalidades, ya que muchas sustancias covalentes no las presentan todas. Por ejemplo, el azúcar (cuyas moléculas son polares) se disuelve en el agua porque sus dipolos son atraídos poco a poco por los de ésta; lo mismo ocurre con el etanol. En el siguiente cuadro se muestran algunas propiedades de sustancias covalentes.

Cuadro 2.10 Algunas propiedades de las sustancias covalentes

Sustancia	Temperatura de fusión (°C)	¿Soluble en agua?	¿Conduce la corriente eléctrica?	Se usa en la fabricación de...
azufre (S ₈)	118	no	no	ácido sulfúrico
naftaleno (C ₁₀ H ₈)	80	no	no	colorantes
paradichlorobenceno (C ₆ H ₄ Cl ₂)	52	no	no	desinfectantes y pesticidas
fenol (C ₆ H ₅ OH)	43	sí	no	fertilizantes, resinas sintéticas, perfumes y productos farmacéuticos

Existen otras sustancias cuyos átomos se unen de forma covalente, pero no forman moléculas, sino **estructuras reticulares** (redes) tridimensionales (que se repiten en todas direcciones), como el diamante y el grafito (figura 2.77).

La temperatura de fusión del diamante es de 3 550 °C, la del grafito es de 3 527 °C y la del dióxido de silicio es de 1 713 °C. Si estas tres sustancias presentan enlaces covalentes, ¿por qué tienen esas temperaturas de fusión tan altas? Una temperatura de fusión alta significa que las interacciones de los átomos que las conforman son muy fuertes y que se ejercen en todas direcciones, es decir, son multidireccionales y forman una estructura reticular muy compacta (figura 2.78).

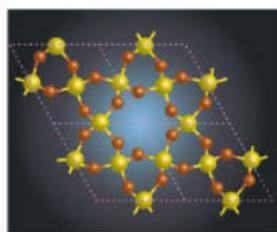
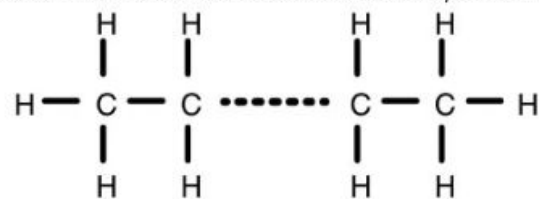


Figura 2.78 Estructura cristalina del cuarzo (SiO₂). Esta disposición tan compacta le confiere propiedades como una alta temperatura de fusión.

Actividades de aprendizaje

La parafina, que se utiliza para fabricar velas, es una mezcla de hidrocarburos constituidos a su vez por moléculas con más de veinte átomos de carbono, como la mostrada:



Analiza los enlaces presentes en la parafina para explicar lo siguiente en tu cuaderno: a) no conduce la corriente eléctrica, b) no es soluble en agua, c) funde a baja temperatura y d) es un sólido duro.



Enlace iónico

Cuando uno o más electrones de un átomo son transferidos a otro se forma un **enlace iónico** llamado también **enlace por transferencia de electrones**. Un ejemplo de este tipo de enlace es el que se da entre los átomos de sodio y flúor en el fluoruro de sodio.

Analicemos cómo se forma este compuesto iónico: el sodio, que es un elemento de la familia IA, cede un electrón al flúor y se convierte en el catión sodio (Na⁺); y el flúor, que pertenece a la VIIA, se convierte en el anión fluoruro (F⁻) al ganar ese electrón.

Como puedes notar en la figura 2.79, cuando el átomo de flúor gana un electrón adquiere la configuración estable del átomo de neón (Ne), que es un gas noble. Lo mismo ocurre con el sodio cuando pierde un electrón.

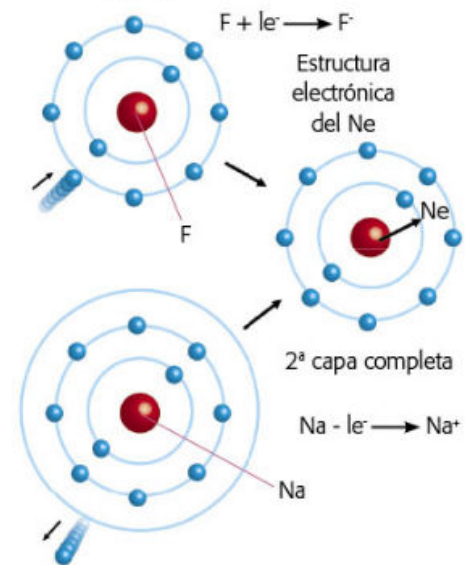
Los compuestos con enlace iónico no forman moléculas, sino estructuras reticulares como la que se muestra en la figura 2.80, es decir, los enlaces son multidireccionales. Por ejemplo, cuando se unen elementos de la primera o segunda familia (metales alcalinos o alcalinotérreos) con elementos de la familia 16 o 17 (no metales) forman compuestos iónicos, como el yoduro de potasio (KI) y el fluoruro de calcio (CaF₂).

Como ya se mencionó en lecciones anteriores, los metales alcalinos y los alcalinotérreos forman cationes. El calcio tiene dos electrones de valencia y al cederlos adquiere la configuración estable del argón. Si sólo perdiera un electrón o perdiera tres, su configuración no sería estable. Es por esta razón que no se forman de manera natural el ion Ca⁺ ni el Ca³⁺.

En general, podemos distinguir un compuesto cuyos enlaces entre átomos son iónicos porque presenta las siguientes características:

- » su temperatura de fusión es alta,
- » son sólidos cristalinos a temperatura ambiente,
- » son solubles en agua,
- » conducen la electricidad cuando están en disolución o fundidos,
- » no conducen la electricidad en estado sólido y
- » son duros, pero frágiles.

El modelo del enlace iónico explica las características antes mencionadas. Por ejemplo, los cristales iónicos tienen una temperatura de fusión alta debido a las fuertes atracciones electrostáticas establecidas entre iones con cargas opuestas, lo que propicia la formación de estructuras compactas a las que hay que aplicar mucha energía para separarlas.



En la RED

Consulta esta dirección electrónica y participa en una simulación interactiva del enlace iónico: <http://www.redir.mx/SQS-131>.

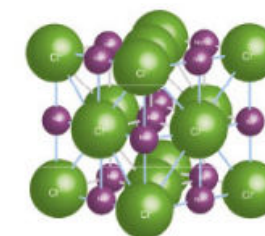
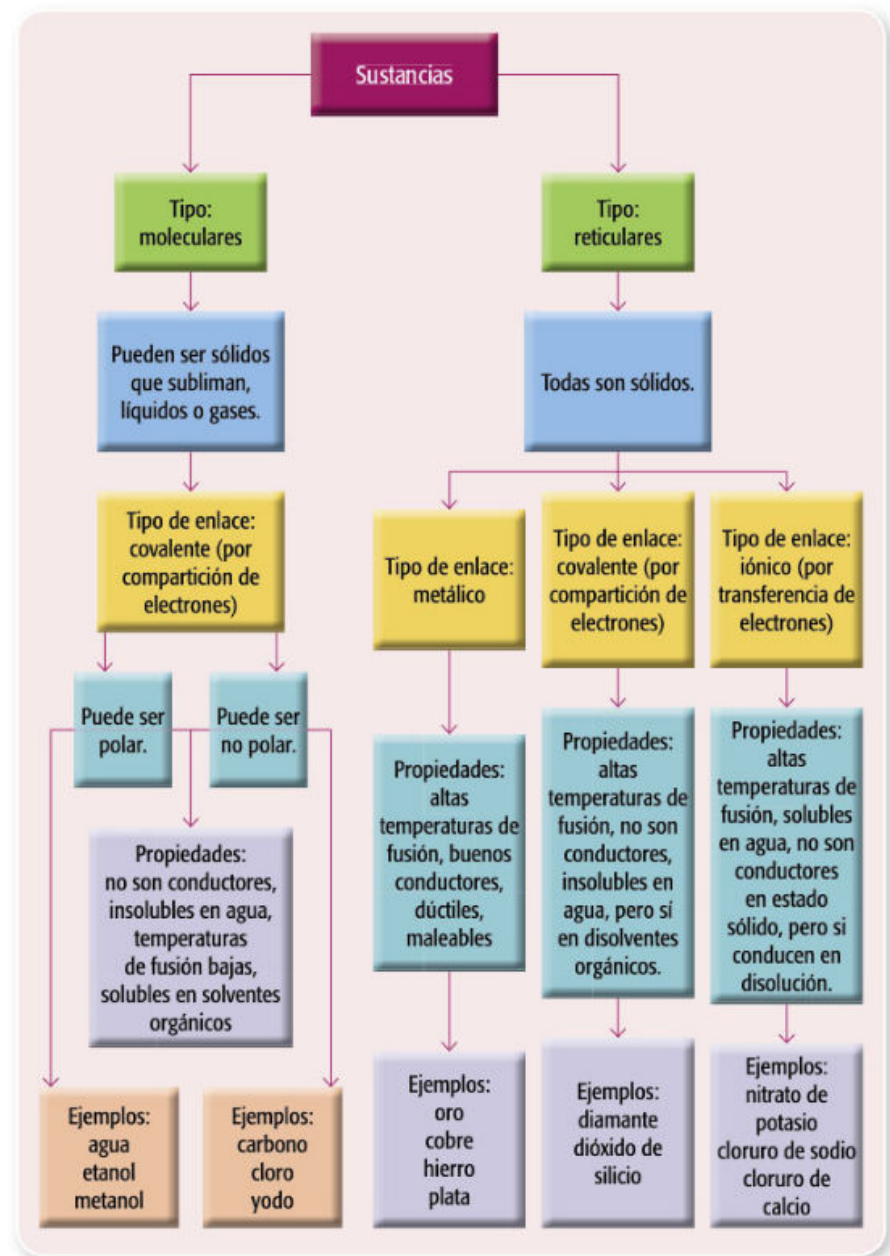


Figura 2.80 Cada sustancia iónica cristaliza de diferente forma. El cloruro de sodio lo hace en el sistema cúbico centrado en la cara.

Cierre

Te presentamos, a manera de resumen, el siguiente mapa de conceptos; en él hemos incluido también el enlace metálico que estudiaste en la **lección 3** de este bloque. Cabe mencionar que las propiedades de algunas sustancias no se explican del todo con uno u otro modelo. Éstos son generales y, aunque con excepciones, son muy útiles para explicar las propiedades de muchos de los compuestos químicos.



De México al mundo



La Dra. Margarita Isabel Bernal Uruchurtu trabaja en el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos desarrollando proyectos relacionados con las interacciones químicas que se dan entre las moléculas por enlaces del tipo puente de hidrógeno. Este tipo de interacciones permite comprender cómo se unen las moléculas del gas metano al agua sólida en los llamados *hidratos gaseosos*, localizados en la capa de hielo permanente en las regiones cercanas a los polos (*permafrost*) y en el fondo marino.



Los cristales iónicos son solubles en agua porque ésta es una sustancia polar, así que su parte eléctrica negativa atrae a los iones positivos (cationes) y la positiva a los negativos (aniones).

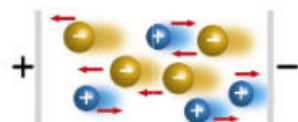


Figura 2.81 La conductividad eléctrica de los cristales iónicos fundidos es un fenómeno diferente a la conductividad de los metales.

No conducen la electricidad en estado sólido porque los iones se encuentran en posiciones fijas y no pueden desplazarse. Cuando el cristal se disuelve o se funde, éstos adquieren libertad de movimiento y, entonces, conducen la corriente eléctrica (figura 2.81).

Los cristales iónicos son frágiles porque cuando reciben un golpe las capas de iones se deslizan. Entonces, cargas positivas quedan junto a cargas positivas y negativas junto a negativas, por lo que las fuerzas de repulsión favorecen la ruptura del cristal (figura 2.82).

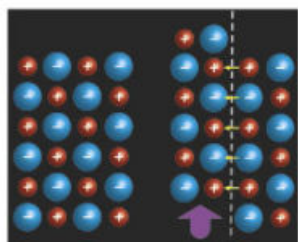


Figura 2.82 La fragilidad de los cristales se debe a su estructura iónica; por eso, cuando se rompen, lo hacen siguiendo un plano.

En el cuadro 2.11 se presentan algunas sustancias iónicas con sus temperaturas de fusión. Como te darás cuenta, éstas varían mucho, aunque podemos considerar que una temperatura es alta a partir de los 200 °C.

Compuesto	Temperatura de fusión (°C)	Uso
bromuro de plata (AgBr)	434	fotografía
nitrato de plata (AgNO ₃)	212	antiséptico
sulfato de bario (BaSO ₄)	725	estudios de rayos X
yoduro de potasio (KI)	953	aditivo de la sal de mesa

Actividades de aprendizaje

1. Observa el siguiente cuadro. Explica en tu cuaderno qué tipo de enlace tienen las sustancias que se ejemplifican.

Sustancia	Temperatura de fusión y ebullición (°C)	Solubilidad	Conductividad eléctrica	Propiedades mecánicas
A	-23, 77	en disolventes orgánicos	no es conductor	líquido a temperatura ambiente
B	714, 1416	muy soluble en agua	conductor fundido o disuelto	sólido, duro y frágil
C	-218.8, -195.8	relativamente soluble en agua	no es conductor	gas a temperatura ambiente
D	1 600, mayor a 1 800	insoluble en agua	no es conductor	sólido a temperatura ambiente

2. Responde en tu cuaderno las preguntas que se plantean a continuación, con respecto a cada una de las siguientes sustancias: bromuro de calcio (CaBr₂), tetracloruro de silicio (SiCl₄), trifluoruro de boro (BF₃), monóxido de carbono (CO), cloruro de litio (LiCl), amoníaco (NH₃) y cloruro de bario (BaCl₂).

- » ¿Cuáles son solubles en agua?
- » ¿Cuáles conducen la corriente eléctrica en disolución?
- » ¿Cuáles se funden a baja temperatura?
- » ¿Cuáles conducen la corriente eléctrica cuando están fundidas? ¿Cuáles son iónicas?



Experimento
Determinación del punto de fusión

Actividad experimental

Propósito. Relacionar las temperaturas de fusión de varias sustancias con el modelo de enlace que explica sus propiedades. Determinar la temperatura de fusión de los sólidos por el método del capilar.

Materiales por equipo de cuatro personas

Sal de mesa (cloruro de sodio), bicarbonato de sodio, parafina, nitrato de amonio, naftaleno (una bolita de naftalina servirá para todo el grupo), azúcar de mesa (sacarosa), agua de la llave, fuente de calentamiento, seis capilares de vidrio o seis tubos de vidrio de 10 cm de longitud y 0.5 cm de diámetro (en caso de no conseguir los capilares), vidrio de reloj (opcional), termómetro cuya escala incluya temperaturas desde los 0 °C hasta 100 °C, tubo de ensayo donde quepa el termómetro junto con el capilar, soporte universal, pinzas de tres dedos, lupa y tapón de hule con dos orificios (uno de los cuales deberá tener el diámetro suficiente para insertar el termómetro, el otro puede ser pequeño y servirá para dejar escapar el vapor y evitar así que la presión bote el tapón).

Procedimiento

1. Sellen, calentando con la llama de un mechero, uno de los extremos del capilar o del tubo de vidrio. Tengan cuidado para no quemarse; de preferencia, busquen la ayuda de su profesor.
2. Agreguen agua hasta las ¾ partes del tubo de ensayo.
3. Llenen el capilar con el polvo del sólido cuyo punto de fusión se va a determinar. Para hacer esto, viertan un poco de la muestra en un vidrio de reloj o sobre una superficie cóncava, coloquen la parte abierta del capilar sobre la muestra, opriman para que entre y golpeen el capilar sobre la mesa suavemente para que ésta se vaya compactando.
4. Repitan el paso 3 hasta llenar 5 mm del capilar.
5. Sujeten el capilar al termómetro con una liga (de modo que el fondo coincida con la ampolleta de mercurio) e introdúzcanlos en el tubo de ensayo de manera que quede sumergido en el agua como se indica en la figura 2.83. Sujeten firmemente el tubo de ensayo al soporte universal.
6. Calienten lentamente el tubo. Hagan este paso con mucho cuidado para evitar quemaduras.
8. Observen el sólido dentro del capilar con la lupa y registren en el cuaderno la temperatura a la que empieza a fundirse (T_1) y a la que se funde por completo (T_2). Lo más probable es que la muestra se funda en un intervalo de temperaturas, porque rara vez se encuentran sustancias puras.
9. Repitan los pasos 3 a 9 para los otros sólidos. Registren en el cuaderno sus observaciones.



Figura 2.83 Dispositivo para la determinación del punto de fusión.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Completen el cuadro de la página siguiente. Hagan lo que se indica.
 - » Calculen la temperatura promedio entre T_1 y T_2
 - » Investiguen en Internet, en libros o en manuales, las temperaturas de fusión de las sustancias que utilizaron.
 - » Comparen las temperaturas promedio que obtuvieron con las que investigaron.

Sustancia	T_1 °C	T_2 °C	T(°C) promedio	T(°C) rep*
cloruro de sodio				
bicarbonato de sodio				
nitrato de amonio				
naftaleno				
sacarosa				
parafina				

*Reportado en libros de consulta o Internet.

2. Respondan las preguntas. Tengan en cuenta lo siguiente.

Una de las limitantes de este método para determinar la temperatura de fusión es la temperatura de ebullición del agua: al nivel del mar hierve a 100 °C, pero, como recordarás, disminuye a medida que aumenta la altitud del lugar.

- a. De acuerdo con las temperaturas de fusión determinadas, ¿cuáles sustancias tienen enlaces covalentes y cuáles enlaces iónicos?
- b. Dadas las limitaciones del método, ¿qué conclusiones sacas acerca del enlace en las sustancias utilizadas?
- c. Para los casos en que no haya resultados concluyentes, ¿qué otras pruebas podrías llevar a cabo?

¿Qué he aprendido?

1. Representa con estructuras de Lewis a las sustancias: tetracloruro de carbono (CCl_4), amoníaco (NH_3), yoduro de litio (LiI), cloroformo ($CHCl_3$) y doruro de magnesio ($MgCl_2$). Indica si son compuestos iónicos o covalentes.
2. De acuerdo con lo que hasta ahora has aprendido, completa el siguiente cuadro.

Sustancia	Estado de agregación a temperatura ambiente	¿Es soluble en agua?	¿Conduce la corriente eléctrica?	¿Cómo piensas que es su temperatura de fusión (alta o baja)?	¿Forma moléculas o redes?
cloroformo	líquido				
amoníaco	gas				
yoduro de litio	sólido				
tetracloruro de carbono	líquido				
cloruro de magnesio	sólido				

3. Elabora un cuadro para comparar las propiedades de los sólidos iónicos y de los covalentes.
4. Después de hacer algunas pruebas con una muestra, se encuentra que su temperatura de fusión es de 635 °C, que es soluble en agua y que no conduce la corriente eléctrica en estado sólido.
 - » ¿Qué tipo de enlaces tiene?, ¿por qué?
 - » ¿Qué otras propiedades se podrían medir para saber de qué sustancia se trata?

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?

APRENDIZAJES ESPERADOS

- A PARTIR DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS, PLANTEA PREGUNTAS, ACTIVIDADES A DESARROLLAR Y RECURSOS NECESARIOS, CONSIDERANDO LOS CONTENIDOS ESTUDIADOS EN EL BLOQUE.
- PLANTEA ESTRATEGIAS CON EL FIN DE DAR SEGUIMIENTO A SU PROYECTO, REORIENTANDO SU PLAN EN CASO DE SER NECESARIO.
- ARGUMENTA Y COMUNICA, POR DIVERSOS MEDIOS, ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA EVITAR LOS IMPACTOS EN LA SALUD O EL AMBIENTE DE ALGUNOS CONTAMINANTES.
- EXPLICA Y EVALÚA LA IMPORTANCIA DE LOS ELEMENTOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE.

INICIO

Es tiempo de continuar el trabajo por proyectos de este curso; para ello, junto con tus compañeros, valora la importancia y pertinencia de todas las sugerencias y orientaciones que en esta ocasión les daremos.

Durante el trabajo que llesves a cabo podrás vincular tus conocimientos acerca de los elementos con la función que desempeñan en nuestro organismo. A fin de cuentas, todos los seres vivos estamos hechos de elementos químicos (figura 2.84) y, para obtener nutrimentos y energía, requerimos incorporar diversas sustancias a nuestro cuerpo.

Por medio de estos proyectos de investigación aprenderás que, así como hay elementos esenciales para nuestra existencia, hay otros que, en ciertas dosis, son mortales, como los llamados *metales pesados*.

Reúnete con tu equipo y lleven a cabo las siguientes actividades.

- » Elaboren en la bitácora del proyecto una lista de los principales aprendizajes adquiridos con el estudio de este bloque. Compártanla con su grupo y profesor, y elaboren un mapa de contenidos fundamentales único para todo el grupo; éste les será de mucha utilidad para el desarrollo de su proyecto.
- » Revisen las lecciones del bloque y comenten qué saben del tema. Pueden, si lo consideran conveniente, escribir en la bitácora todas las ideas que surjan.

PROYECTO 1

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

Lean la siguiente información.

En investigaciones recientes se ha encontrado que el hierro y el cinc son elementos indispensables en el desarrollo cerebral. Betsy Lozoff y Michael Georgieff, encontraron una disminución de las habilidades cognitivas, motoras y sociales en niños que habían

tenido deficiencias de hierro durante su gestación. Sanjiv Amin encontró que esta misma deficiencia provoca una falta de maduración del sistema auditivo.

El cinc es un elemento que casi siempre se encuentra junto con las proteínas en todo tipo de carne. Se ha demostrado que la falta de este mineral en la vida intrauterina interfiere en el desarrollo cerebral, ya que se necesita para la formación de una proteína filamentosas llamada *nestina*, indispensable para construir las ramificaciones neuronales.

Aunque la barrera placentaria hace un excelente trabajo impidiendo el paso de sustancias tóxicas de la circulación materna a la del feto, el mercurio, la nicotina y el alcohol logran pasar algunas veces.

Tomado de Gertrudis Uruchurtu, "La vida de un cerebro. De la gestación a la senectud", en *¿Cómo ves?*, núm. 142, septiembre de 2010, pp. 10-14.

A partir de esta información podrían preguntarse:

- ¿Qué alimentos debe consumir una mujer embarazada para que su bebé no carezca de hierro y cinc?
- ¿Qué deben incluir en su dieta niños y adolescentes para contar con los requerimientos de hierro y cinc de acuerdo con su edad?
- ¿Qué alimentos típicos de mi comunidad me aportan esos elementos?
- ¿Todas las personas necesitan ingerir hierro y cinc?, ¿por qué?

La cultura de la prevención es fundamental, por eso resulta importante averiguar cómo detectar deficiencias en alguno de los elementos químicos que necesitamos para que nuestro organismo funcione bien.

Si éste es el tema que eligieron, podrían buscar información acerca de preguntas como las que se plantean a continuación:

- ¿Cuál es la importancia de algunos elementos, por ejemplo, el sodio, el potasio y el hierro, en el mantenimiento de nuestra salud?
- ¿Cómo se cuantifican los elementos químicos esenciales para nuestro organismo?
- ¿Qué hábitos o enfermedades alteran o impiden el aprovechamiento de dichos elementos?

PROYECTO 2

¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?

Si éste es el proyecto que les interesa desarrollar, pueden comenzar a reunir información como la que se proporciona en los cuadros 2.12 a 2.14.

Cuadro 2.12 Composición de una computadora personal y cantidades totales a desechar (cantidad total: 20 kg)	
Material	Contenido (% de masa total)
plásticos	22.9907
plomo	6.2988
aluminio	14.1723
germanio	0.0016

En la RED



Averigua la importancia de otro elemento químico disfrutando de un documental que se encuentra disponible en la siguiente página:

<http://www.redir.mx/SQS-137>.



Figura 2.84 En el cuerpo humano existen elementos que, en pequeñas dosis, son muy importantes para su buen funcionamiento. La ausencia de magnesio, por ejemplo, puede acarrear problemas cardiovasculares.

Cuadro 2.13 Composición de una computadora portátil y cantidades totales a desechar (masa promedio: 2.412 kg)

Material	Contenido (% de masa total)
plásticos	24.0000
plomo	0.3000
aluminio	15.0000
germanio	0.0016

Cuadro 2.14 Composición de un televisor y cantidades totales a desechar (masa promedio: 38.2 kg; tamaños comprendidos entre 14 y 45 pulgadas)

Material	Contenido (% de masa total)
vidrio	57.0
plásticos	23.0
hierro	10.0
cobre	3.0
aluminio	2.0
plomo	4.7

Tomado de http://www2.inecc.gob.mx/descargas/sqre/res_electronicos_borrador_final.pdf. (Consulta: 8 de julio de 2016).

También pueden responder preguntas como las siguientes:

- ¿Cuáles son los principales elementos químicos de los residuos electrónicos que contaminan el ambiente?
- ¿Cuál es el residuo electrónico que más contaminantes químicos genera?, ¿por qué?, ¿qué efectos tiene en el ambiente?, ¿cuáles son sus efectos en el cuerpo humano?
- De los residuos que se mencionan en los cuadros, ¿cuáles se generan en los hogares?, ¿qué se hace con ellos?

La siguiente lectura también aporta información valiosa para este tema de investigación.

Las reacciones tóxicas industriales pueden producir cáncer de vejiga en los pintores de casas, cáncer de pulmón en obreros del asbesto; **encefalopatía** y neurotoxicidad en fabricantes de pesticidas; leucemia y tumores sólidos en personas expuestas a la radiación iónica; y leucemia y linfoma en obreros del benceno [...].

Se ha demostrado que el plomo, en dosis comparables a las cantidades encontradas en la sangre de personas que viven en poblaciones urbanas con mucho tránsito vehicular, acorta la vida y puede provocar deterioros en el sistema nervioso; en el caso de los niños, puede causar retraso mental.

Por otra parte, [...] [el] carbonilo de níquel, producto de la reacción entre el níquel y el monóxido de carbono caliente —que probablemente tiene lugar en incineradores y artefactos de combustión interna, sobre todo en motores diésel y que entra al organismo por los pulmones— es altamente cancerígeno.

Tomado de Conacyt, "Contaminación ambiental es causa de muchas enfermedades mortales", en *Noticias Ambientales*, 27 de marzo de 2009, Centro de Estudios Jurídicos Ambientales, disponible en http://www.ceja.org.mx/noticia.php?id_articulo=3518. (Consulta: 8 de julio de 2016).

Glosario

Encefalopatía: afección en alguno de los órganos que conforman el sistema nervioso de los vertebrados y que están contenidos en la cavidad interna del cráneo.

A partir de esta información, su proyecto escolar podría dirigirse hacia la investigación de:

- ¿Cuáles son las principales enfermedades que puede ocasionar la contaminación por elementos químicos?
- ¿Qué se hace en nuestro país para evitar o contrarrestar dicha contaminación?

PLANEACIÓN

En el anexo de las páginas 264 a 269 se proporciona información respecto a las actividades que se sugiere llevar a cabo en esta etapa y las que siguen. Revísenlas en equipo para evitar la omisión de alguna y llevar a buen término el proyecto (figura 2.85).

DESARROLLO

Recuerden que en esta fase obtendrán toda la información requerida para resolver el problema planteado. Si es necesario, revisen el planificador y ajústelo.

A continuación les presentamos lo que hicieron los alumnos de otro colegio. El equipo de la Escuela Secundaria "Lázaro Cárdenas", ubicada en Michoacán, se propuso averiguar cuáles son los alimentos adecuados para una persona que padece hipertensión. Para ello, se informaron primero acerca de las causas de esta enfermedad. El médico de la localidad les dijo que una de las sustancias que debe evitar una persona con **hipertensión arterial** es el sodio, contenido en la sal y en los alimentos envasados como las botanas, las sopas instantáneas, las carnes ahumadas y los embutidos.

Con base en esto, acudieron a un nutriólogo, quien les dio varias recomendaciones, entre ellas, les dijo que para dar sabor a los alimentos, sin usar sal, emplearan hierbas y especias, frescas o deshidratadas, como cebolla, ajo, albahaca, orégano, perejil y romero (figura 2.86).

COMUNICACIÓN

Ahora que ya han resuelto el problema es deseable difundir los resultados de su proyecto entre la mayor cantidad posible de personas. De esa manera contribuirán a que en su comunidad se conozca qué elementos químicos debemos procurar incluir en nuestra dieta y cuáles contaminan nuestro suelo, aire y agua, con la finalidad de impedir que entren en nuestro organismo.

Busquen alguna estrategia de divulgación para lograrlo. Por ejemplo, los alumnos de la Escuela "Lázaro Cárdenas" decidieron participar en la elaboración de un programa de radio que después se difundió entre la comunidad escolar durante la hora del receso.

EVALUACIÓN

En esta etapa es importante que evalúen el trabajo individual y colectivo, y que valoren cómo podrían mejorarlo. Quizá se interesen en continuar y hacer nuevas cosas a partir de lo que ahora saben. Pongan en juego su creatividad.



Figura 2.85 Para la planeación, tengan en cuenta el tiempo que requiere la elaboración de cada actividad, así como los recursos que necesitarán.

Glosario

Hipertensión arterial: enfermedad crónica en la que la presión sanguínea dentro de las arterias se incrementa continuamente.



Figura 2.86 La combinación de varias hierbas y especias es la clave para dar sabor a los alimentos.

Evaluación tipo PISA

Lee el siguiente texto y, a continuación, contesta o haz lo que se indica en los reactivos.

Una mirada al pasado

El fin de la era del petróleo ya se vislumbra y un candidato cada vez más firme para obtener energía es el hidrógeno. Los átomos de este elemento químico se componen de tan sólo un protón y un electrón, y son los más abundantes: cerca del 90% de todos los átomos que existen en el universo son de hidrógeno.

En nuestro planeta este elemento no es tan abundante: aproximadamente el 15% de todos los átomos son de hidrógeno y juntos constituyen apenas el 0.9% de la masa total del planeta. La mayoría de los átomos de hidrógeno que existen en la Tierra están en las moléculas de agua. Pese a su relativa escasez en este planeta, el hidrógeno forma parte de un mayor número de compuestos químicos que ningún otro elemento.

En estado elemental, el hidrógeno es un gas formado por moléculas diatómicas, que sólo alcanzan a ser una millonésima parte de la atmósfera; por ser tan ligeras, la gravedad de la Tierra no alcanza a retenerlas.

La reacción entre el hidrógeno (H_2) y el oxígeno elementales (O_2) produce moléculas de agua y desprende una importante cantidad de energía.

La reacción del hidrógeno con el oxígeno es peligrosa por explosiva, pero el peligro se ha exagerado desde la explosión del dirigible Hindenburg, en 1937. El esqueleto del Hindenburg estaba armado con varas de madera, cuerdas de seda y laca. Para la cubierta se usó tela de algodón, recubierta primero con una capa de acetato de celulosa —uno de los componentes de la pólvora— y después con aluminio metálico en polvo.

La violenta reacción del aluminio metálico pulverizado con el oxígeno se utiliza también en los combustibles de los cohetes espaciales y es el principal responsable de la gran luminosidad de la llama de éstos.

El incendio del Hindenburg fue provocado por una chispa de electricidad estática del aire, que causó que el aluminio de la cubierta se incendiara y con él también el resto de los materiales, todos inflamables, con los que estaba hecho el globo, y, desde luego, también el hidrógeno. El hidrógeno arde con una flama casi invisible y por su extrema ligereza tiende a dispersarse hacia arriba. En el caso del Hindenburg, se tiene registro de que todo el hidrógeno que contenía se consumió en tan sólo 37 segundos.

Tomado de Laura Gasque, "El hidrógeno, energético del futuro", en *¿Cómo ves?*, núm. 93, agosto de 2006, pp. 11 y 12.



Reactivo 2

De acuerdo con la información de la lectura, en el accidente del Hindenburg:

- A. La temperatura del aire ocasionó la explosión del dirigible.
- B. El hidrógeno y el oxígeno hicieron que el dirigible se llenara de agua.
- C. El aluminio metálico reaccionó con moléculas de agua.
- D. Se ignoraron las propiedades de los materiales usados en su construcción.

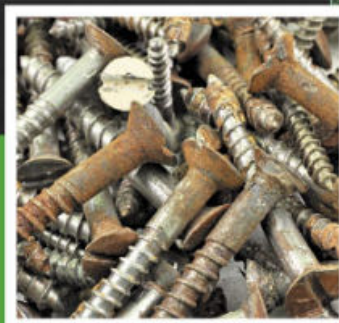
Reactivo 1

- A. Haz una lista con los materiales que se mencionan en la lectura y clasifícalos como elemento, compuesto y mezcla, según sea el caso.
- B. Escribe las fórmulas químicas para las sustancias de esa lista.
- C. ¿Qué reacciones se mencionan? Clasifícalas en exotérmicas o endotérmicas.

Reactivo 3

¿El hidrógeno es una opción viable como combustible? Para dar respuesta a esta pregunta, en la tabla que se presenta a continuación se dan varios argumentos a favor y en contra. Marca sólo una casilla en cada fila.

	De acuerdo	En desacuerdo
Sí, porque es muy fácil obtenerlo del 90% existente en el universo.		
No, porque es un gas que fácilmente ocasiona explosiones.		
Sí, porque los productos de su combustión no contaminan el ambiente.		
No, porque la combustión del hidrógeno es muy rápida.		
Sí, porque se puede obtener a partir de agua.		



BLOQUE 3

La transformación de los materiales: la reacción química

Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

Lección 1 Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

Aprendizajes esperados

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).
- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.
- Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.
- Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.

¿Qué me conviene comer?

Lección 2 La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico

Aprendizajes esperados

- Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.
- Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.



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



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

(Preguntas frecuentes)

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

Aprendizajes esperados

- Selecciona hechos y conocimientos para planear la explicación de fenómenos químicos que respondan a interrogantes o resolver situaciones problemáticas referentes a la transformación de los materiales.
- Sistematiza la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas maneras utilizando el lenguaje químico, y propone alternativas de solución a los problemas planteados.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto, y considera la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados.

Tercera revolución de la química

Lección 3 Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling. Uso de la tabla de electronegatividad

Aprendizajes esperados

- Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.
- Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.
- Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad.

Comparación y representación de escalas de medida

Lección 4 Escalas y representación. Unidad de medida: mol

Aprendizajes esperados

- Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.
- Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.

Cuando se agrega hielo seco (CO_2) al agua, suceden cambios interesantes: el sólido se transforma en un gas que reacciona con el líquido y modifica su acidez. Como ésta, muchas de las reacciones químicas que suceden a nuestro alrededor se evidencian mediante cambios de color, emisión de humo, luz, calor o formación de sólidos, que son resultado de la interacción de un enorme número de partículas que no percibimos a simple vista, pero que podemos cuantificar utilizando a la unidad llamada *mol*.

Reflexiona

- ¿De qué tamaño son los átomos?
- ¿Qué ocurre con ellos cuando reaccionan?
- ¿Qué reacciones químicas te aportan la energía que necesitas para tus actividades cotidianas?

Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

Lección 1 Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

APRENDIZAJES ESPERADOS

- DESCRIBE ALGUNAS MANIFESTACIONES DE CAMBIOS QUÍMICOS SENCILLOS (EFERVESCENCIA, EMISIÓN DE LUZ O CALOR, PRECIPITACIÓN, CAMBIO DE COLOR).
- IDENTIFICA LAS PROPIEDADES DE LOS REACTIVOS Y LOS PRODUCTOS EN UNA REACCIÓN QUÍMICA.
- REPRESENTA EL CAMBIO QUÍMICO MEDIANTE UNA ECUACIÓN E INTERPRETA LA INFORMACIÓN QUE CONTIENE.
- VERIFICA LA CORRECTA EXPRESIÓN DE ECUACIONES QUÍMICAS SENCILLAS CON BASE EN LA LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MASA.
- IDENTIFICA QUE EN UNA REACCIÓN QUÍMICA SE ABSORBE O SE DESPRENDE ENERGÍA EN FORMA DE CALOR.

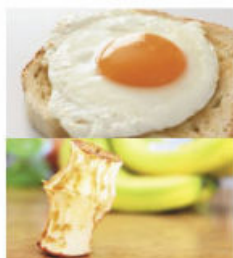


Figura 3.1 La cocción y la descomposición de los alimentos suceden gracias a los cambios químicos.

Inicio

Para pensar...

¿Te has fijado en cómo, al pasar el tiempo, cambia lo que te rodea? Las frutas maduran, el papel se hace quebradizo y amarillento, las obras de arte se ennegrecen, la comida se echa a perder, los objetos metálicos se oxidan, etcétera.

Incluso leer estas líneas y pensar en esos cambios son actividades que hacemos gracias a los procesos químicos que suceden en todas nuestras células. Si lo analizamos con detenimiento, encontraremos que en todos esos cambios están involucradas las reacciones químicas (figura 3.1).



Experimento ¿Qué tipo de cambio ocurrió?

Materiales y reactivos para un equipo de dos personas

Clavo de hierro, dos frascos pequeños de vidrio transparente con tapa, un poco de disolución acuosa de sulfato de cobre (II) y tres cubos de hielo.

Procedimiento

- Viertan la disolución de sulfato de cobre (II) en el frasco. Observen sus características físicas, así como las del clavo. Descríbanlas en el cuaderno.
- Sumerjan el clavo en la disolución, déjenlo ahí por varios minutos (entre 20 y 40) y, después, mírenlo con atención. Registren los cambios en su cuaderno.
- Coloquen el hielo en el frasco con tapa y expóngalo a la luz solar por varios minutos. Registren en su cuaderno los cambios.

Análisis de resultados y conclusiones

- Expliquen en el cuaderno los cambios que observaron.
 - Distingan cuáles de ellos son cambios físicos y cuáles químicos. Argumenten su respuesta.



Actividad experimental

- Haz lo que se indica.
 - Escribe en tu cuaderno una lista de cambios químicos que has observado al cocinar alimentos.
 - Cuando el sodio metálico reacciona con el gas cloro se forma cloruro de sodio sólido. Escribe una ecuación química para este proceso.

Desarrollo

Los cambios químicos

Los cambios químicos son el objeto de estudio central de la química. Además, son un tema muy importante para otras áreas del conocimiento, como la medicina, la metalurgia, la tinción de telas, la petroquímica o la obtención de nuevos materiales, así como para la formación y el crecimiento de un ser vivo.

La mayoría de dichos cambios o reacciones va acompañada de variaciones de color o temperatura, o de la aparición de un sólido o un gas, entre otros. Las reacciones químicas se definen como aquellos procesos en los que a partir de ciertas sustancias, llamadas reactivos, se obtienen otras con propiedades diferentes, denominadas productos.

¿Reconociste que en la sección Experimento, ubicada al comienzo de esta lección, uno de ellos es un ejemplo de cambio químico?

En dicho experimento (pasos 1 y 2), el hierro del clavo reacciona con los iones cobre (II) de la disolución de sulfato de cobre (II) y como productos se forman iones hierro (II) y cobre metálico.

En este proceso, el sulfato de cobre (II), un sólido cristalino de color azul brillante muy soluble en agua a temperatura ambiente, reacciona con el hierro, el cual es un metal grisáceo, que no se disuelve en el agua y que, aunque es duro, se deforma al golpearlo.

Luego de permanecer en contacto durante varios minutos, se nota que la disolución acuosa, inicialmente azul, va perdiendo su color, y que el clavo se recubre de un tono café rojizo, típico del cobre. Éste es un cambio químico.

En el paso 3, solamente se produce un cambio de estado por acción de la energía solar. Tanto el sólido inicial como el líquido resultante son la misma sustancia, agua, por lo que éste se clasifica como un cambio físico.

Las reacciones de combustión constituyen otro ejemplo de cambios químicos (figura 3.2). Si has quemado un papel, un trozo de madera o las hojas secas de un árbol, habrás notado que después de la combustión queda un material con características muy diferentes al inicial.

Las fibras de celulosa que constituyen las hojas de papel que usamos para escribir hacen de él un material continuo y flexible, mientras que los residuos de su combustión (cenizas) son un material muy ligero, que se pulveriza al tocarlo y que se dispersa fácilmente en el aire. Además de esta transformación, mientras sucede la combustión se emite energía en forma de luz y calor, y se desprenden dióxido de carbono y agua gaseosos.

Una ventana a la lectura



Analiza algunos cambios químicos al consultar este libro: José A. Chamizo Guerrero, *Los cuatro elementos*, México, SEP-Santillana, 2002.



Figura 3.2 Debido a los incendios se pierden grandes extensiones de áreas verdes en todo el mundo. En las reacciones de combustión, como en todo cambio químico, se modifica la naturaleza de las sustancias y se forman otras con diferentes propiedades.



Figura 3.3 El proceso de fermentación que convierte el jugo de uva en vino o la leche en quesos o yogurt transforma químicamente los azúcares que éstos contienen en alcohol y gas carbónico.



(a)



(b)



(c)

Figura 3.4 Algunas manifestaciones de las reacciones químicas son la emisión de luz y calor (a), el cambio de color (b), la aparición de un sólido y la efervescencia (c).

Un ejemplo de cambio químico cotidiano es la **descomposición de la comida** (fermentaciones, putrefacción). Un alimento es una mezcla compleja de sustancias que interactúan con los microorganismos del medio ambiente, los cuales se alimentan de la fruta o de la carne y, como resultado de su metabolismo, excretan sustancias que reaccionan con los azúcares, las grasas y las proteínas del alimento.

Los productos de esas reacciones son diversos y dependen del alimento, pero por lo general son sustancias ácidas o gases que provocan el aspecto y los aromas característicos de la putrefacción, los cuales, afortunadamente, nos alertan para no comerlo.

Algunas reacciones de descomposición, como la fermentación, se llevan a cabo de manera controlada en la industria alimentaria, gracias a ello contamos con vinos, quesos, vinagres, yogures y pan, por ejemplo (figura 3.3).

Los cambios químicos suceden en la naturaleza, donde propician, por ejemplo, el desarrollo y crecimiento de las plantas, su floración y la maduración de sus frutos. También juegan un papel importante en el crecimiento, desarrollo, reproducción y muerte de los animales.

En lecciones anteriores hablamos de la relación entre la ciencia, la tecnología, la satisfacción de nuestras necesidades básicas y el cuidado del ambiente y la salud. Ahora hablaremos de las reacciones químicas, procesos gracias a los cuales unas sustancias se transforman en otras y se obtienen nuevos materiales, combustibles, medicamentos, cosméticos, conservadores de alimentos, fertilizantes y envases biodegradables, entre otras cosas.

Gracias a las reacciones químicas que se llevan a cabo en laboratorios de las industrias y en centros de investigación, hoy existen más de 70 millones de sustancias, muchas de las cuales no existen de manera natural en nuestro planeta. También hay reacciones químicas involucradas en el tratamiento de las aguas negras, en la acción de los medicamentos y en los procesos industriales "amigables" con el ambiente.

De manera general, podemos decir que cuando en un proceso hay **emisión de luz o calor** (como en la combustión del metano), **cambios de color**, **efervescencia** o **aparición de un sólido** o **gas** probablemente estamos ante un cambio químico (figura 3.4).

Actividades de aprendizaje

1. Piensa en lo que haces en un día regular, en lo que ves al trasladarte de tu casa a la escuela y viceversa, y señala algunos cambios químicos que sucedan a tu alrededor. Escríbelos en tu cuaderno.
 - » Investiga cómo se preparan algunos alimentos típicos de tu comunidad, identifica las reacciones químicas que se llevan a cabo en sus procesos de preparación y, de ser posible, a los reactivos y a los productos que se forman.
 - » Intercambia con tus compañeros y tu profesor la información que obtuviste. Si es posible, conformen un recetario en el que destaquen alimentos representativos de la región.



Experimento Reacciones con bicarbonato de sodio

Propósito. Utilizar productos caseros para hacer evidentes algunas manifestaciones de los cambios químicos.

El vinagre contiene ácido acético (CH_3COOH), que al contacto con el bicarbonato de sodio (NaHCO_3) produce acetato de sodio (CH_3COONa), agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2). De manera similar reacciona el ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) del limón.

Materiales y reactivos para un equipo de cuatro personas

Pasitas secas, bicarbonato de sodio, limones, colorante para alimentos (opcional), cuchara, plato, vaso largo y transparente, vinagre, botella chica de vidrio, corcho o tapón de goma que ajuste en la boca de la botella, tiras de papel o estambre de colores, liga.

Nota: De ser posible emplea lentes de seguridad para esta actividad.

Procedimiento

1. Deposita el bicarbonato de sodio en el plato y rueda las pasitas en él usando la cuchara.
2. Vierte agua en el vaso hasta $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad, agrega el jugo de dos o tres limones y mezcla bien. Puedes agregar unas gotas de colorante para alimentos con la finalidad de hacerlo más vistoso.
3. Deposita en el agua de limón las pasitas cubiertas con bicarbonato de sodio y observa qué sucede (figura 3.5).
4. Realiza el resto de este experimento en un espacio abierto, como un patio o un jardín.
5. Adorna el tapón de la botella con el papel de colores o los estambres, sujetándolos a su alrededor con la liga.
6. Coloca vinagre en la botella hasta completar una tercera parte de su volumen (figura 3.6).
7. Deposita rápidamente una o dos cucharaditas de bicarbonato de sodio en la botella y tápala de inmediato (el tapón no debe quedar muy ajustado). Aléjate de ella y observa qué sucede.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Explica en tu cuaderno cuáles son las evidencias de que han ocurrido cambios químicos en los experimentos que llevaste a cabo.
2. Investiga cómo funciona un extintor de CO_2 y en qué casos se usa.
 - » Con esa información y retomando los experimentos anteriores, diseña un extintor de CO_2 a pequeña escala y comprueba su funcionamiento con la ayuda y supervisión de tu profesor.
 - » Comparte tus resultados con el resto del grupo.

*
Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.

*
Actividad experimental



Figura 3.5



Figura 3.6

Propiedades de reactivos y productos

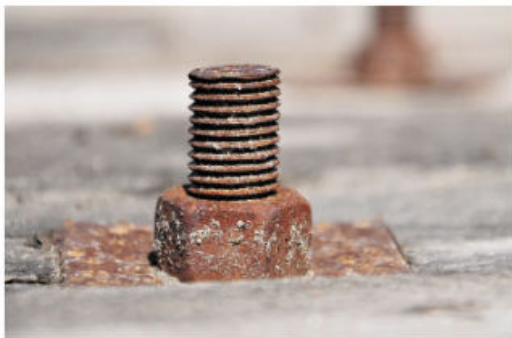


Figura 3.7 La herrumbre que se forma en los objetos de hierro por su reacción con el oxígeno y la humedad del aire es una combinación de óxidos e hidróxidos de hierro, sustancias que son distintas a él.

A continuación veremos de qué manera podemos asegurarnos de que ha ocurrido una reacción química.

Aunque los cambios de apariencia de las sustancias pueden servirnos como referencia para detectar una reacción química, ¿cómo podemos estar seguros de que en realidad se han formado nuevas sustancias? (figura 3.7).

Al comienzo de esta lección hiciste un experimento con hielo, en el que por acción de la energía solar transformaste un sólido en un líquido y, quizá, hasta en un gas. Analicemos la situación inicial y final de este proceso.

Las propiedades del hielo que podemos percibir son que se trata de un sólido blanquecino o incoloro, transparente, frío e inodoro. Después de exponerlo al sol se obtiene un líquido incoloro, sin aroma y que adopta la forma del recipiente que lo contiene. Como sabemos que el hielo es agua congelada, no tenemos problema en aceptar que ambas sustancias son H₂O; pero, para alguien que no lo sabe, ¿será obvio que no ha ocurrido un cambio químico a pesar de las variaciones en su apariencia?

Para asegurar que en un proceso se han formado nuevas sustancias es necesario medir una o varias propiedades de las sustancias iniciales (reactivos) y de las finales (productos).

Al introducir un trozo de sodio (Na) en un recipiente que contiene cloro (Cl₂), rápidamente se nota un desprendimiento de luz y calor (figura 3.8). Después de un rato, en el recipiente sólo queda un polvo de color blanco (NaCl) que puede manipularse sin peligro. ¿Ha ocurrido un cambio químico? La emisión de luz y calor nos sugiere que sí, pero analicemos qué sucedió con algunas de las propiedades de las sustancias participantes en este proceso (cuadro 3.1).



Figura 3.8 El cloruro de sodio (NaCl) es el único producto que se obtiene cuando reacciona el sodio con el cloro. Este proceso es violento y genera luz y calor.

Cuadro 3.1 Comparación de propiedades de reactivos y productos		
		Propiedades
Reactivos	sodio	sólido grisáceo, muy reactivo y buen conductor de la electricidad, de carácter metálico
	cloro	gas de color verde, corrosivo e irritante, de carácter no metálico (covalente)
Producto	cloruro de sodio	sólido cristalino de color blanco, soluble en agua, sustancia iónica

Al revisar la información del cuadro, corroboramos que ha sucedido un cambio químico, pues se ha obtenido una sustancia con propiedades totalmente diferentes a las de las sustancias iniciales.

Otro ejemplo es la obtención de gas cloro (Cl₂) e hidróxido de sodio (NaOH) mediante la reacción por electrólisis del cloruro de sodio (NaCl), la cual se logra aplicando un voltaje a una disolución de dicho compuesto.

Es así como a partir de una sustancia que podemos ingerir (cloruro de sodio) se obtienen como productos otras que son tóxicas y muy irritantes para nuestra piel y vías respiratorias.

Para averiguar si se produjo un cambio químico debemos analizar las propiedades de las sustancias participantes, sobre todo en los procesos que no presentan manifestaciones de cambio tan evidentes. Veamos otro caso. ¿Qué sucede cuando se ponen en contacto disoluciones acuosas de cloruro de hidrógeno, también llamado ácido clorhídrico (HCl), y de hidróxido de sodio (NaOH)?

Ambas son incoloras y, después de reunir las en un recipiente, se sigue teniendo una disolución sin color. No se observa burbujeo ni aparición de sólidos, pero sí un aumento de temperatura. Al evaporar un poco de la disolución resultante, se encuentra un sólido que reúne todas las características del cloruro de sodio (sustancia que no estaba en un principio), por lo que podemos asegurar que ha ocurrido una reacción química. A este tipo de reacción se le denomina de **neutralización**.

Actividades de aprendizaje

Distingue los reactivos y los productos en alguno de los experimentos de la actividad "Reacciones con bicarbonato de sodio" (página 147).

- » Argumenta ante tus compañeros y tu profesor por qué es un buen ejemplo de cambio químico.

Representación de los cambios químicos

Un cambio químico puede analizarse al menos desde tres niveles diferentes: el fenomenológico (con los cambios macroscópicos que percibimos mediante nuestros sentidos), el simbólico (usando fórmulas y ecuaciones químicas) y el atómico (representando las partículas que participan).

Cada uno requiere que apliquemos diferentes conocimientos y juntos proporcionan una comprensión integral de los fenómenos químicos, es por eso que son importantes. A lo largo de estas lecciones has aprendido lo siguiente:

- » cada elemento químico tiene un lugar en la tabla periódica, de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas;
- » cuenta también con un símbolo único, reconocido mundialmente;
- » el modelo de Lewis es una manera de representar a los átomos con sus electrones de valencia;
- » los átomos se enlazan y adquieren estabilidad energética;
- » se enlazan por transferencia o por compartición de electrones;
- » la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma.

Tales conocimientos nos serán de gran utilidad para comprender qué sucede en las reacciones químicas.

Amplio mis conocimientos



El típico olor del ajo (*Allium sativum*) se produce cuando, al cortarlo o machacarlo sus compuestos azufrados reaccionan con enzimas que los convierten en alicina (C₆H₁₀OS₂). Diversos estudios han encontrado que esta sustancia tiene propiedades terapéuticas como antibiótico, desparasitante, vaso dilatador, antioxidante, antitumoral y estimulante del apetito, entre muchas otras.

Además, utilizaremos el **lenguaje químico** para representar átomos, iones y moléculas, así como las interacciones que ocurren entre ellos. Si comparamos el lenguaje de la química con nuestro idioma, podremos ver a los **símbolos químicos** como las letras del alfabeto, a las **fórmulas** de las sustancias como las palabras y a las **ecuaciones químicas** como los enunciados con los que expresamos ideas completas.

Las **fórmulas químicas** nos informan acerca de la composición y proporción elemental de las sustancias. Para esto se usan **subíndices**, que son números enteros que indican cuántos átomos de cada elemento contienen. Por ejemplo, la fórmula FeCl_3 señala que este compuesto está formado por hierro y cloro, y que por cada átomo del primero hay tres del segundo.

La fórmula para el azufre elemental es S_8 , lo que significa que cada una de esas moléculas está formada por ocho átomos de azufre, de ahí que también se le conozca como **octoazufre**.

Los **cambios químicos** también se representan mediante **fórmulas** y otros **símbolos**, como los que se muestran en el **cuadro 3.2**.

Glosario

Precipitar: (*quím.*) producir en una disolución una materia sólida que se deposita en el fondo del recipiente.

Cuadro 3.2 Principales símbolos que se emplean en la representación de los cambios químicos

Símbolo	Uso/significado
+	Indica la adición de reactivos o que hay más de un producto; en este último caso, los separa.
→	Se coloca entre reactivos y productos para indicar que hubo una reacción.
(s)	Escrito al lado de una fórmula indica que es una sustancia sólida.
(l)	Se usa para indicar que una sustancia es líquida.
(g)	Indica que se trata de una sustancia gaseosa.
(ac)	Significa que esa sustancia está disuelta en agua (disolución acuosa).
↑	Se pone al lado de la fórmula de un producto que se libera en forma de gas.
↓	Se escribe al lado de la fórmula del producto que se obtiene como un sólido porque precipita cuando los reactivos interactúan.
Δ	Símbolo que se coloca sobre la flecha de reacción para indicar que se aplicó energía calorífica.
▽	Se coloca sobre la flecha de reacción para indicar que la reacción sucedió a baja temperatura.

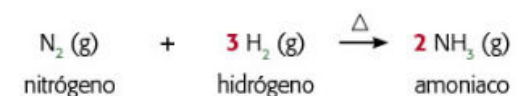
Actividades de aprendizaje

Utiliza los símbolos del **cuadro 3.2** para escribir una ecuación química que represente los siguientes procesos.

- » El agua líquida se evapora al aplicarle energía calorífica.
- » Cuando se enfrían los vapores de yodo (I_2) se obtienen cristales brillantes.
- » Al poner en contacto disoluciones acuosas de yoduro de potasio (KI) y nitrato de plata (AgNO_3) se obtienen como productos yoduro de plata (AgI), un sólido de color amarillo claro, y nitrato de potasio (KNO_3), una sal muy soluble en agua.

En una reacción, las sustancias **interaccionan** de tal manera que ocurren **rupturas y formaciones de enlaces químicos**, lo que ocasiona que los **átomos se reacomoden y formen nuevas sustancias**.

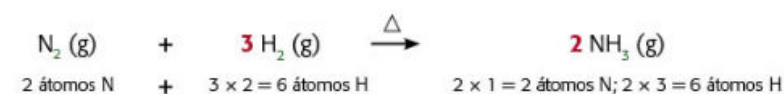
Veamos qué información nos proporciona una ecuación química. El amoníaco es un gas muy importante, ya que de él se obtienen sustancias como los fertilizantes y los explosivos. Industrialmente se obtiene mediante el **proceso Haber-Bosch**, a partir de nitrógeno e hidrógeno, de acuerdo con la siguiente ecuación:



Nota que en esta ecuación hay dos tipos de números: además de los **subíndices** (en verde), están los **coeficientes estequiométricos** (en rojo). Estos últimos indican la proporción en la que reaccionan las sustancias y en la que se obtienen los productos.

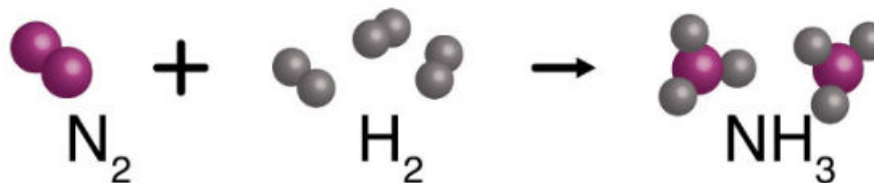
Cuando en una ecuación química el número de átomos de cada elemento al principio de la reacción es el mismo que al final (cumpliendo así la ley de la conservación de la materia), se dice que **está balanceada**.

Podemos revisar si una ecuación química está balanceada contando los átomos que hay de cada elemento a cada lado de la flecha de reacción. Por ejemplo, para la ecuación anterior tenemos que hay:



Fíjate en que el total de átomos de nitrógeno y de hidrógeno permanece constante en esta ecuación, por lo que afirmamos que está balanceada y que cumple con la ley de la conservación de la materia.

Esta ecuación indica el estado de agregación de los productos y los reactivos, y que una molécula de nitrógeno reacciona con tres de hidrógeno para formar dos de amoníaco. Si utilizamos esferas como modelos para representar a los átomos que intervienen en el proceso, podremos localizar los enlaces que se rompen y los que se forman en la obtención de dicho compuesto:



Glosario

Proceso Haber-Bosch: aquél mediante el cual se hacen reaccionar hidrógeno y nitrógeno gaseosos a presión y temperatura elevadas, en presencia de catalizadores de hierro (III), óxido de aluminio y óxido de potasio, para producir amoníaco.

Amplio mis conocimientos



El escarabajo bombardero produce dos sustancias químicas (peróxido de hidrógeno e hidroquinona) y varias enzimas en glándulas separadas que se ubican bajo su abdomen. Para defenderse de sus depredadores, el insecto excreta dichas sustancias en otro compartimento donde reaccionan y producen una mezcla irritante que lanza con fuerza contra su agresor; esa reacción química es exotérmica y alcanza una temperatura de 100 °C.

En el diagrama de la página anterior se nota que los enlaces N-N y H-H se rompen para formar los enlaces N-H del amoníaco.

En las reacciones químicas participa un gran número de partículas, pero en las ecuaciones solo se representan las mínimas para explicar la proporción en la que reaccionan las sustancias (figura 3.9).

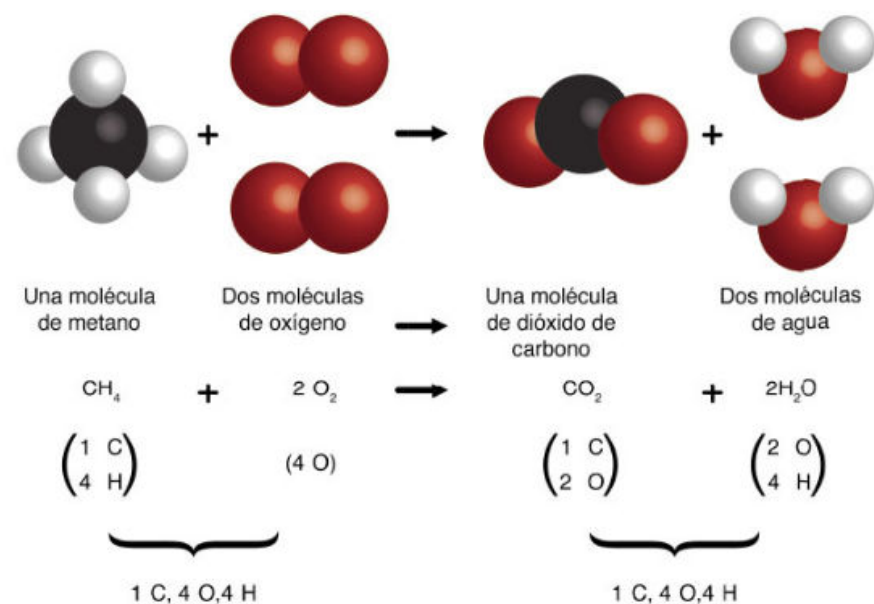


Figura 3.9 Tres representaciones de la reacción de combustión del metano (con esferas, con palabras y con fórmulas) y conteo de los átomos en la ecuación química balanceada.

Actividades de aprendizaje

- Indica qué información proporcionan las siguientes fórmulas: H_2SO_4 , CCl_4 , NaHCO_3 y P_4 .
- Lee las siguientes descripciones y escribe una ecuación química para cada proceso químico. De ser posible, escribe los coeficientes necesarios para balancearla.
 - » El nitrato de amonio (NH_4NO_3) es un fertilizante ampliamente utilizado en los cultivos de cítricos. Se obtiene disuelto en agua cuando se hacen reaccionar disoluciones acuosas de amoníaco (NH_3) y de ácido nítrico (HNO_3).
 - » Cuando se ponen en contacto el carbonato de calcio (CaCO_3) sólido y el cloruro de hidrógeno (HCl) en disolución acuosa, se obtienen como productos agua, cloruro de calcio (CaCl_2) en disolución acuosa y dióxido de carbono.
- Representa con esferas la reacción entre el carbono y el oxígeno para formar dióxido de carbono. Explica qué enlaces se forman y cuáles se rompen en este proceso.

En la RED

Para conocer más acerca de las reacciones químicas y su representación, entra a: <http://www.redir.mx/SQS-152>.

Una ventana a la lectura

Amplía tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula: Laurence Yep, *Hiroshima, Canadá*, Scholastic, 2005.



La energía en las reacciones químicas

Ya mencionamos que en una reacción se rompen y forman enlaces entre los átomos. Esto implica que sucedan cambios de energía, por ello, en la mayoría de los procesos químicos, las sustancias absorben o desprenden energía en forma de calor.

Pensemos en qué sucede cuando dos sustancias (reactivos) se ponen en contacto. Para que los átomos de los reactivos se separen, sus partículas (átomos, iones o moléculas) deben chocar con la orientación adecuada y la fuerza suficiente para romper ciertos enlaces (figura 3.10).

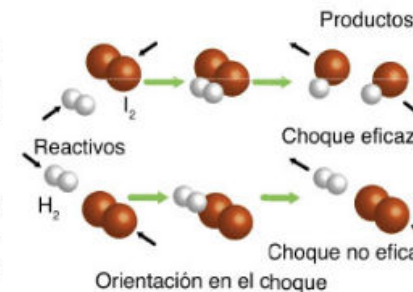


Figura 3.10 Modelo de reacción química según la teoría cinético-corpúscular.

Glosario

Energía de activación: cantidad de energía necesaria para comenzar una reacción química.

Los reactivos necesitan una determinada cantidad de energía para llegar a un estado denominado **activado** y que, entonces, comience la reacción. Para adquirir esta energía inicial, llamada **energía de activación**, es necesario que la tomen de su alrededor o que se les proporcione con alguna forma de calentamiento. Durante la reacción pueden liberarse luz y calor. Al final, los productos tendrán menor energía que la que tenían los reactivos (figura 3.11).



Figura 3.11 En este caso, E_1 es la energía de activación.

Recuerda que la velocidad a la que se mueven las partículas de las sustancias está directamente relacionada con su temperatura, así que a **mayor temperatura, las partículas tienen más energía cinética que a una temperatura menor**, cuando se mueven más lentamente. Esto implica que la mayoría de las reacciones sean más rápidas mientras mayor sea la temperatura.

La energía calorífica para cocinar nuestros alimentos se obtiene por la reacción que sucede entre el gas butano y el oxígeno del aire, pero no basta con abrir la llave del gas, para obtener una flama es necesaria la energía de activación que aporta un cerillo encendido. De igual manera, un cerillo no se enciende solo, es preciso aportarle cierta energía de activación frotándolo contra una superficie áspera.

Una vez separados, los átomos de los reactivos se reorientan y se enlazan de diferente manera, con lo que se obtienen los productos.

En general, la ruptura de un enlace requiere energía y al formarse un enlace se desprende energía. Al hacer el balance entre el número total de enlaces que se rompen en una determinada cantidad de sustancia y el número total de enlaces que se forman, tenemos la situación energética de una reacción. De acuerdo con esto, las reacciones químicas se clasifican en **endotérmicas**, cuando requieren energía térmica para efectuarse, y **exotérmicas**, si la liberan mientras se producen (cuadro 3.3).

Tanto las reacciones endotérmicas como las exotérmicas requieren cierta energía de activación; así que para clasificarlas en alguna de ambas categorías hay que observar qué sucede una vez superada esa etapa inicial.

En un experimento podemos saber si un cambio químico es endotérmico o exotérmico poniendo un termómetro mientras sucede la reacción. Si la temperatura se eleva, estamos ante un fenómeno exotérmico; si ésta desciende, se trata entonces de un proceso endotérmico.

Cuadro 3.3 Ejemplos de reacciones químicas

Reacciones endotérmicas	
obtención de ozono a partir de oxígeno: $3 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{O}_3 (\text{g})$	
obtención de hidrógeno a partir de metano y agua: $\text{CH}_4 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightarrow \text{CO} (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g})$	
fotosíntesis: $6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s}) + 6 \text{O}_2 (\text{g})$	
Reacciones exotérmicas	
formación de agua a partir de sus elementos: $2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$	
combustión del metano (gas natural): $\text{CH}_4 (\text{g}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$	
neutralización: $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{ac}) + 2\text{NaOH} (\text{ac}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{ac}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$	

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental (página 154).



Experimento La energía calorífica en las reacciones químicas

Propósito. Determinar experimentalmente si un cambio químico es un proceso endotérmico o exotérmico.

Materiales y reactivos por equipo de cuatro personas

Papel aluminio, tijeras, vasos de precipitados, termómetro, balanza y ácido muriático. **Nota de seguridad:** Utiliza lentes de protección, guantes de hule y, de preferencia, mascarilla para evitar la inhalación de gases, esta última la consigues en las tlapalerías. Trabaja en un lugar ventilado (cerca de una ventana o en el patio de tu colegio). Toma en cuenta que el ácido es irritante y corrosivo.

Procedimiento

1. Recorta un trozo pequeño de papel de aluminio (1 cm²) y colócalo en el vaso de precipitados.
2. Agrégale ácido muriático (5 ml) e introduce inmediatamente el termómetro. Observa qué sucede en el vaso y con la temperatura (figura 3.12).
3. Repite los pasos anteriores sobre una balanza y observa qué sucede con la masa del sistema de reacción (vaso, metal y ácido) durante el proceso.
4. Reúne en un mismo vaso a los residuos de ambos experimentos y cuando ya no se aprecie el aluminio, deja el vaso a la intemperie y revisa qué se obtiene después de dos o tres días.
5. Agrega agua de la llave a los residuos, mezcla bien y deséchalos por el drenaje.

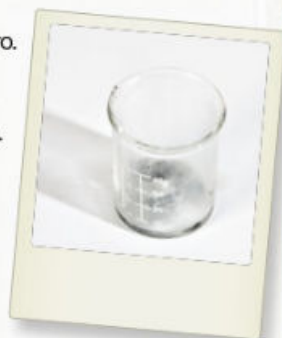


Figura 3.12

Análisis de resultados y conclusiones

1. Explica en tu cuaderno cuáles son las evidencias de que ha sucedido una reacción química. Argumenta tu respuesta.
2. Según los resultados del paso 3, ¿se cumple la ley de la conservación de la materia? Explica.
3. La ecuación para la reacción que sucedió es $\text{Al (s)} + \text{HCl (ac)} \rightarrow \text{H}_2 \text{ (g)} + \text{AlCl}_3 \text{ (ac)}$. Balancéala para que cumpla la ley de la conservación de la materia.
4. Representa la reacción con modelos de Lewis y modelos de esferas.
 - a. ¿Qué enlaces se forman y qué enlaces se rompen?
 - b. ¿Se trata de una reacción endotérmica o exotérmica?, ¿por qué?

Actividad experimental

Cierre

En esta lección has aprendido que las reacciones químicas son todas aquellas transformaciones de la materia en las que los átomos que la forman se reorganizan de manera diferente y dan lugar a la aparición de sustancias que no había antes. Estos cambios siempre van acompañados de absorción o liberación de energía en forma de luz y calor.

Algunas veces se evidencia una reacción química porque hay cambios de coloración, desprendimiento de gases o precipitación de sólidos. También aprendiste que todas las reacciones pueden representarse mediante ecuaciones balanceadas, en las que se confirma la ley de la conservación de la materia.

Integro mis aprendizajes

1. Observa las siguientes ilustraciones y, en tu cuaderno, elabora una lista con los cambios químicos relacionados con las actividades mostradas.



2. Javier dice que pueden ocurrir reacciones químicas en las que no haya cambios observables. Tania no está de acuerdo, pues asegura que una variación de color, por ejemplo, es lo que indica que ha ocurrido una reacción. Responde.
 - a. ¿Con quién estás de acuerdo y por qué? Menciona ejemplos que fundamenten tu respuesta.
3. Escribe en tu cuaderno una ecuación química balanceada para la reacción que se describe en el siguiente texto.
 - » Es peligroso mezclar limpiadores para piso que contienen hipoclorito de sodio (NaClO) con los que contienen amoníaco (NH₃), ya que producen hidróxido de sodio (NaOH) acuoso y tricloruro de nitrógeno (NCl₃) gaseoso, ambas sustancias tóxicas.

¿Qué he aprendido?

1. La siguiente ecuación química sin balancear describe la obtención de dióxido de carbono (CO₂) a partir de una sal de color blanco (CaCO₃, carbonato de calcio) y un ácido (HCl):

$$\text{CaCO}_3 \text{ (s)} + \text{HCl (ac)} \rightarrow \text{CaCl}_2 \text{ (ac)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$$
 - a. Representa con modelos de esferas los átomos de esta reacción y explica qué enlaces se rompen y cuáles se forman.
 - b. Utiliza esos modelos para escribir los coeficientes que balancean la ecuación.
 - c. Si efectuaras esta reacción, ¿qué hechos visibles te indicarían que ha ocurrido un cambio químico? (Revisa los estados de agregación de las sustancias participantes).
2. Se le pidió a un alumno que balanceara la ecuación de la reacción química entre el hidrógeno (H₂) y el oxígeno (O₂) para la formación de agua (H₂O), y la escribió así:

$$\text{H}_2 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \text{ (g)}$$
 ¿Balanceó correctamente la ecuación? Si hay errores, corrígela.
3. Investiga mediante qué reacciones se forma la lluvia ácida.
 - a. Escribe una ecuación química balanceada para alguna de ellas.
 - b. La lluvia ácida destruye monumentos y edificios. Investiga por qué y escribe una ecuación química que explique este fenómeno.

¿Qué me conviene comer?

Lección 2 La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA QUE LA CANTIDAD DE ENERGÍA SE MIDE EN CALORÍAS Y COMPARA EL APORTE CALÓRICO DE LOS ALIMENTOS QUE INGIERE.
- RELACIONA LA CANTIDAD DE ENERGÍA QUE UNA PERSONA REQUIERE, DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS TANTO PERSONALES (SEXO, ACTIVIDAD FÍSICA, EDAD Y EFICIENCIA DE SU ORGANISMO, ENTRE OTRAS) COMO AMBIENTALES, CON EL FIN DE TOMAR DECISIONES ENCAMINADAS A UNA DIETA CORRECTA.

Inicio

Para pensar...

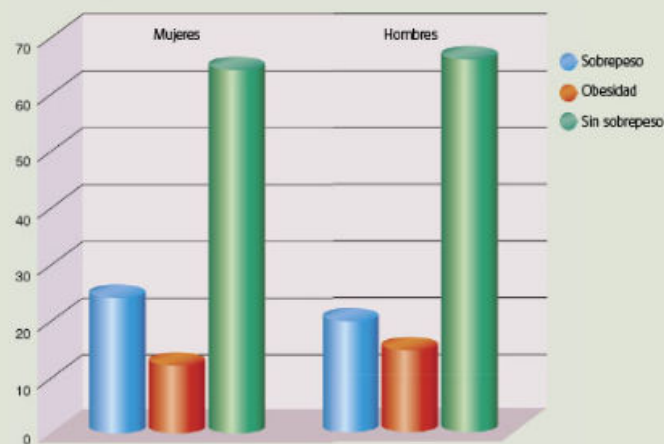
Seguramente habrás visto que hay personas muy delgadas y otras que no lo son, hay quien tiene energía para caminar kilómetros y quien se cansa al hacer el mínimo ejercicio. A lo mejor has observado que hay niños que parecen no tener suficiente energía para realizar las actividades cotidianas y en cambio otros no se cansan nunca.

Responde en tu cuaderno.

- ¿A qué se deberá esa diferencia?
- ¿Qué hacer para que los jóvenes como tú cuenten con una dieta adecuada a sus necesidades de desarrollo físico y mental que les aporte la energía que requieren?

Mientras la pobreza provoca, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que alrededor de 900 millones de personas vivan con desnutrición, la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que cerca de 1 700 millones de personas adultas tienen **sobrepeso**, que otros 312 millones sufren de **obesidad** y que 2.6 millones mueren al año como consecuencia de los padecimientos asociados, por lo que el sobrepeso y la obesidad se consideran una epidemia.

México está entre los países con mayor índice de obesidad infantil (figura 3.13), ya que ha ocupado el segundo y primer lugar en los últimos años.



Glosario

Sobrepeso: acumulación de masa corporal mayor a la de una persona que está en su peso normal.

Obesidad: enfermedad que se produce cuando hay un exceso de grasa corporal en relación a la estatura y que incrementa la morbilidad y el riesgo de mortalidad.

Figura 3.13 Prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes de entre 12 y 19 años en México (2012). Los datos para hacer la gráfica fueron tomados de la encuesta nacional de salud del Instituto Nacional de Salud Pública.



Glosario

Desnutrición: estado que se caracteriza por la falta de aporte energético o de nutrientes de acuerdo con las necesidades del organismo y por el cual se tiene un peso bajo.

Una ventana a la lectura

Amplia tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:

René Drucker Colín et al., *Tercera serie de 400 pequeñas dosis de ciencia (hidrógeno, nitrógeno y energía)*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

De México al mundo

La neurocisticercosis es una enfermedad considerada como un problema de salud pública por el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Esta enfermedad se adquiere por la ingesta de huevo del gusano parásito *Taenia solium*, conocido también como solitaria o tenia, cuyo ciclo de vida, parasitología y epidemiología es estudiado por científicos mexicanos como Carlos Larralde, Aline Aluja y Juan Pedro Ladette.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental (página 158).

¿Cómo se ha llegado a esta situación? En un mismo país podemos encontrar **desnutrición** por falta de recursos para mantener una dieta adecuada y, en contraste, casos de obesidad. Según la OMS, 65% de la población mundial vive en naciones donde hay un mayor número de muertes por enfermedades relacionadas con el sobrepeso que por desnutrición.

El cambio en el estilo de vida de la humanidad por su desarrollo, la disponibilidad en el mercado de alimentos y bebidas procesadas con **alto contenido energético**, el poco tiempo que se destina a la alimentación, junto con el **estrés** y la **vida sedentaria** han contribuido a que se ingieran más calorías que las requeridas para el **mantenimiento corporal** y las **actividades diarias**, lo que lleva a reservar el resto en forma de grasa. Esto trae como consecuencia el aumento gradual de peso.

Desarrollo

En tu curso de Ciencias I, con énfasis en biología, estudiaste la importancia de la nutrición para la salud y la vida; ahora vamos a centrarnos en la energía que requiere cada individuo según sus características personales y las actividades que lleva a cabo, para analizar con qué dieta puede preservar una vida saludable.

Las calorías y los joules

En el Sistema Internacional de Unidades, la **unidad de medida para la energía** es el **joule (J)**, esto lo viste en tu curso de Ciencias II. No obstante, la **caloría (cal)** se utiliza muy a menudo en las etiquetas de los productos y en las tablas de gasto energético; por ello, las emplearemos en esta lección.

Cabe hacer notar que una **caloría** es la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado. Por ejemplo, si al quemar medio gramo de cacahuate se eleva la temperatura de 100 ml de agua en 27 °C, esto quiere decir que se han ocupado 2700 calorías en dicho proceso. Asimismo, representamos las equivalencias de las calorías mediante la siguiente igualdad:

$$1\ 000\ \text{cal} = 1\ \text{kcal} = 1\ \text{Cal} = 4.18\ \text{joules}$$

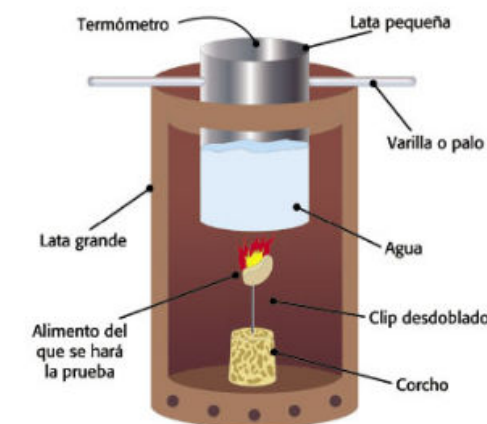


Figura 3.14 Calorímetro casero que se utiliza para hacer determinaciones aproximadas de las calorías presentes en los alimentos. Debe cuidarse que contenga suficiente aire para que se produzca la combustión.

Cuando se trata de alimentos, se acostumbra expresar las calorías con la **unidad Cal**, que equivale a una kilocaloría.

La energía que se produce en una reacción química, como la combustión de los alimentos, se determina mediante un dispositivo que se conoce como **calorímetro** (figura 3.14).

Un calorímetro está conformado por un recipiente con paredes aislantes (por ejemplo, de unicel) en el cual se coloca agua, un agitador y un termómetro.



Experimento
Compara las calorías

Propósito. Determinar de manera aproximada el contenido energético de tres alimentos.

Materiales y reactivos

Dos latas de aluminio (una grande y otra pequeña), corcholata (se puede sustituir con una cuchara), agitador de vidrio o palo de madera, termómetro, tijeras, cenillos o encendedor, alimento industrializado y empaquetado (por ejemplo, papas fritas o pastelillos), cacahuete, un poco de aceite vegetal, agua y probeta de 100 ml.

Procedimiento

1. Lee en la etiqueta de los empaques el contenido energético de cada alimento y anótalo en el cuaderno. Después, mide 100 ml de agua con la probeta y agrégala en la lata pequeña (la superior); determina su temperatura con el termómetro.
2. Corta la otra lata con las tijeras para hacer una "ventana" cuadrada de unos cinco centímetros de lado cerca de la base.
3. Coloca en la corcholata un trozo del alimento industrializado. Con mucho cuidado, préndele fuego. Introdúcela en la "ventana" de la lata inferior (figura 3.15).
4. Espera a que se quemé el alimento y determina el aumento de temperatura del agua en la lata superior.
5. Calcula el contenido energético de cada alimento. Como una caloría eleva la temperatura de 1 g de agua en 1 °C, por cada grado centígrado que aumente la temperatura del agua, el alimento tendrá 100 calorías.
6. Registra los resultados en tu cuaderno.



Figura 3.15

Análisis de resultados y conclusiones

1. Compara los resultados que obtuviste para cada alimento con lo que dice la etiqueta del producto. Explica en tu cuaderno para qué los puedes emplear.

Actividad experimental

En la RED

Encuentra más información acerca del Plato del Bien Comer en:
<http://www.redir.mx/SQS-158>.

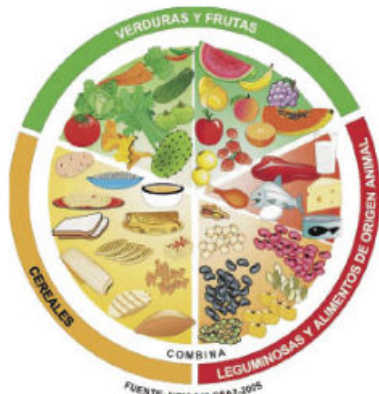


Figura 3.16 En México se emplea el Plato del Bien Comer para orientar los hábitos de alimentación.

El contenido energético de los alimentos

El experimento anterior nos muestra que los alimentos contienen energía, así que debemos tener en cuenta en qué cantidad se encuentra en cada uno para consumir de ellos sólo lo necesario.

Asimismo, existe información que puede guiarnos respecto a los grupos de alimentos y la proporción en la que se deben ingerir según los nutrimentos aportados por cada uno, como en el Plato del Bien Comer (figura 3.16).

Por otra parte, hay cuadros como los que se muestran en las páginas 270 y 271 del anexo 3 de este libro que proporcionan información referente a los valores de contenido energético y nutritivo de algunos alimentos.

Para calcular el contenido energético de una comida debes sumar la cantidad de calorías correspondiente al peso de cada alimento (cuadro 3.4). Por ejemplo, si se quiere conocer la cantidad de energía de un desayuno, se puede hacer un cuadro como el que sigue con los datos de los alimentos que lo conforman y sumar las calorías que contiene cada plato y bebida.

Por otro lado, es importante hacer notar que un kilogramo de grasa corporal provee 8800 kcal. Este dato, junto con el gasto energético y las calorías en los alimentos, se requiere para la planeación de una estrategia para bajar de peso en caso necesario.

Cuadro 3.4 Ejemplo de cálculo de calorías para un desayuno

Alimento	Peso (g)	Calorías (kcal/100 g)	Calorías (kcal)*
huevo	80	156	125
aceite	5	900	45
tortillas (3)	100	222	222
jugo de naranja	200	44	88
yogurt natural	250	30.4	76
contenido energético total			556

*Calculadas como (kcal en 100 g x peso en gramos)/100.

Los alimentos que contienen una mayor cantidad de energía por unidad de masa son los lípidos o grasas; estas sustancias están contenidas tanto en alimentos de origen animal como en algunos de origen vegetal (por ejemplo, el aguacate) en distinta proporción.

La comida llamada "rápida" (como, por ejemplo, pizza, pollo rostizado, hamburguesas, papas fritas, tacos, tortas y galletas) tiene niveles energéticos altos, por ello se ha atribuido a su consumo la razón principal del aumento de peso de la población en general. Las bebidas alcohólicas también contribuyen a la ingesta de calorías de quien las toma.

Los carbohidratos son las sustancias encargadas de proveernos de la energía necesaria para nuestro funcionamiento, éstos se encuentran en distintos alimentos, como cereales, leguminosas, tubérculos, frutas, caña de azúcar y otros, como puedes consultar en el cuadro del anexo 3 de la página 271.

A muchos alimentos procesados se les agregan azúcares, lo que les da un valor energético más alto que el que tenían originalmente. Por eso se han desarrollado edulcorantes sin un contenido energético significativo.

En la RED

Para leer acerca de las bebidas energéticas (qué son, sus características y los riesgos para la salud generados por su consumo), te recomendamos consultar esta página:

<http://www.redir.mx/SQS-159>.

Una ventana a la lectura

Amplia tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:

Agustín López Munguía-Canales, *Alimentos*, México, Santillana, 2007.

Glosario

Edulcorante: sustancia que se utiliza para endulzar alimentos o medicinas.

Actividades de aprendizaje

Calcula el contenido energético de las comidas que haces en un día. Lee el texto y responde en tu cuaderno.

Normalmente se recomienda que sea el desayuno el espacio en el que ingiramos mayor cantidad de calorías, ya que se requerirá energía durante todo el día, y que en la noche, debido a que disminuyen las necesidades de alimento, comamos de manera **frugal**.

- ¿Cuál de las comidas que haces tiene mayor contenido energético?
- ¿Consideras que dicho contenido energético es adecuado a tus necesidades?
- ¿Qué puedes hacer para modificar la cantidad de calorías que ingieres? Según el caso:
 - » para aumentarlas o
 - » para disminuirlas.

Glosario

Frugal: que come y bebe moderadamente, sin exceso.

Flora microbiana: conjunto de bacterias que habita en el cuerpo humano sin causarle daño y que ayuda a la digestión, a reforzar el sistema inmune y a eliminar algunos invasores dañinos.

Toma decisiones relacionadas con los alimentos y su aporte calórico

Los requerimientos energéticos de cada persona dependen de la interacción de muchos factores, por ejemplo, edad, sexo, complexión, metabolismo, las bacterias que contenga en el aparato digestivo, su estado de salud e incluso el tiempo que utiliza para comer, ya que los procesos mediante los que sentimos el hambre y la saciedad requieren cierto tiempo.



Figura 3.17 Nuestros hábitos alimenticios (buenos o malos) se adquieren desde temprana edad y en gran medida determinan nuestra salud futura.

Por ejemplo, si comemos rápidamente algo muy energético, no damos tiempo al cuerpo para enterarse de que ya debe estar satisfecho, entonces, sentimos la necesidad de seguir comiendo. Algunos alimentos, como las golosinas, proporcionan gran cantidad de energía que al no ser "quemada" por el organismo se almacena en forma de tejido graso (figura 3.17).

Por otro lado, la dieta de un levantador de pesas no puede parecerse a la de una persona que lleva una vida sedentaria, además de que la genética y el estado de salud también tienen un papel en la cantidad de nutrientes que se debe ingerir para tener un plan de alimentación saludable.

Ahora bien, los investigadores han estudiado la **flora microbiana** que puebla los intestinos y que nos ayuda con sus enzimas a la digestión y han encontrado que su composición varía e influye en la proporción de alimentos que es almacenada en forma de grasas.

Las personas obesas tienen una flora intestinal compuesta de una mezcla de microorganismos distinta a la de las personas que no lo son, con una proporción diferente de bacterias de los grupos *Firmicutes* y *Bacteroidetes*. Estos microorganismos ayudan con sus enzimas a digerir y procesar sustancias.

Por otro lado, las opciones de alimentación resultan tan variadas y hay tanta información al respecto que es difícil decidir cuál es la más adecuada. No obstante, nutriólogos y médicos recomiendan algunos principios básicos a seguir para estar saludables.

- » Se debe tener una **dieta correcta** que cumpla con las siguientes características:
 - completa y variada**, es decir, que cada tiempo de comida incluya alimentos de los tres grupos (cereales, verduras y frutas, leguminosas y alimentos de origen animal) para ingerir todos los nutrientes;
 - equilibrada**, o que los nutrientes guarden la proporción adecuada;
 - inocua**, de manera que, al carecer de microorganismos patógenos, toxinas y contaminantes, su consumo no implique riesgos para la salud;
 - suficiente** para brindar los nutrientes necesarios, así como para garantizar el adecuado desarrollo de las personas y que su peso sea saludable;
 - adecuada a los gustos**, la cultura y los recursos económicos de cada persona.
- » Hay que consumir cantidades moderadas de sal, azúcar refinada y **grasas saturadas**, las cuales se encuentran en carnes, aderezos y productos lácteos. Al respecto, es conveniente consumir grasas provenientes de alimentos vegetales en cantidades adecuadas (cuando mucho 30% de las calorías requeridas) y evitar la comida "rápida", así como las golosinas.
- » Se debe hacer ejercicio y beber suficiente agua simple potable (figura 3.18).
- » Si se tiene sobrepeso u obesidad, hay que reducir el tamaño de las porciones de los alimentos que se consumen.

Los requerimientos energéticos varían según las características de cada persona. En el cuadro 3.5 puedes ver que es distinta la manera de calcular el **gasto energético en reposo** (GER) para hombres y mujeres, dependiendo de su edad y peso.

Cuadro 3.5 Gasto energético en reposo según la FAO	
Hombres	GER (kcal/día)
0-3 años	(60.9 × peso [kg]) – 54
3-10 años	(22.7 × peso [kg]) + 495
10-18 años	(17.5 × peso [kg]) + 651
18-30 años	(15.3 × peso [kg]) + 679
30-60 años	(11.6 × peso [kg]) + 879
Más de 60 años	(13.5 × peso [kg]) + 487
Mujeres	GER (kcal/día)
0-3 años	(61 × peso [kg]) – 51
3-10 años	(22.5 × peso [kg]) + 499
10-18 años	(12.2 × peso [kg]) + 746
18-30 años	(14.7 × peso [kg]) + 496
30-60 años	(14.7 × peso [kg]) + 746
Más de 60 años	(10.5 × peso [kg]) + 596

Fuente: "Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU expert consultation".
Nota: El gasto energético es la cantidad de energía que un individuo gasta cada día.

Glosario

Grasas saturadas: aquellas constituidas mayoritariamente por ácidos grasos saturados, los cuales están formados por ácidos de cadena lineal larga, sin dobles enlaces, y en los que comúnmente el número de carbonos es par.



Figura 3.18 El agua simple potable es la bebida más saludable para satisfacer las necesidades diarias de líquidos; además, ayuda a mantener la temperatura corporal, facilita el transporte de alimentos durante la digestión y favorece el funcionamiento de los riñones.

Amplíe mis conocimientos

El caso de las bebidas azucaradas

Los refrescos están fabricados de agua con azúcar y saborizantes, y no tienen ningún valor nutritivo agregado, de modo que si los consumimos, nos hidratamos e incrementamos las calorías ingeridas. Por tanto, se recomienda tomar agua potable. La obesidad ha aumentado en muchos países en vías de desarrollo por el consumo diario de refrescos y otras bebidas azucaradas.

Para efectuar este cálculo en hombres de 10 a 18 años se aplica la siguiente ecuación:

$$GER = (17.5 \times \text{peso corporal [kg]}) + 651$$

En mujeres de 10 a 18 años se aplica esta otra:

$$GER = (12.2 \times \text{peso corporal [kg]}) + 746$$

En segundo lugar, se debe calcular el factor de actividad física para obtener los requerimientos energéticos diarios; para ello se analiza el ritmo de actividad, multiplicando las calorías por hora de las actividades llevadas a cabo durante el día por el tiempo empleado en cada una.

La suma de los productos nos permite valorar la demanda energética diaria, la cual se divide entre 24 para obtener las kcal/h promedio. El resultado se divide entre las kcal/h de la **tasa metabólica basal** (TMB), lo que da el factor de actividad física (cuadro 3.6).

Cuadro 3.6 Cálculo del gasto energético diario con factores de actividad física

Actividad	Proporción en relación a la TMB	Energía consumida (kcal/h)	Tiempo asignado (h)	Energía consumida* (kcal)
reposo	1.0	64	8	512
muy suave	1.5	96	3	288
suave	2.5	160	3	480
media	5.0	325	5	1 625
intensa	7.0	455	4	1 820
muy intensa	15.0	975	1	975
total en un día	3.71	237	24	5 700

*Calculada multiplicando la energía consumida por hora por el tiempo asignado.

Fuente: "Human energy requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation".

Ejemplos de actividades de acuerdo con cada nivel:

- » Reposo: descanso (sin tensiones, enfermedades o lesiones), ver televisión, oír música.
- » Actividad muy suave, sentados o de pie: pintar, manejar, trabajar en la computadora o en un laboratorio, planchar, cocinar, utilizar juegos de mesa, tocar un instrumento musical.
- » Actividad suave: caminar, hacer trabajos eléctricos, limpiar la casa, trabajar en un restaurante, cuidar niños, jugar tenis de mesa,
- » Actividad media: caminar rápido (5 a 6 km/h), cortar pasto, bailar, andar en bicicleta en terreno plano, jugar tenis, acarrear cosas, esquiar,
- » Actividad intensa: caminar pendiente arriba con carga, talar árboles, excavar con una pala, jugar baloncesto, correr, escalar, jugar fútbol, nadar, practicar ciclismo de montaña, aerobics (figura 3.19).
- » Actividad muy intensa: atletismo de alto rendimiento, buceo.

Glosario

Tasa metabólica basal: cantidad de energía que el organismo utiliza para mantener, entre otras, la actividad metabólica de las células y de los tejidos, la circulación sanguínea, la respiración, el tono muscular y la temperatura del cuerpo.

Figura 3.19 El montañismo es una actividad física intensa y muy disfrutable por los paisajes y la interacción con el ambiente.



Otra manera de aproximarnos al consumo diario requerido por una persona es utilizar el cuadro 3.7, en el cual se muestran valores promedio de éste.

Cuadro 3.7 Consumo diario de energía requerida por adolescentes

Edad (años)	Estatura promedio (cm)	Peso promedio (kg)	Energía (kcal/día)
Mujeres			
11-14	157	46	2 200
15-18	163	55	2 200
Hombres			
11-14	157	45	2 500
15-18	176	66	3 000

Actividades de aprendizaje

1. Utiliza un cuadro como el siguiente para organizar tus actividades y calcular tu gasto energético diario. Emplea el cuadro 3.6 (página 162) y las filas necesarias, una por actividad.
2. Con base en los datos que se presentan en el cuadro 3.7, calcula cuántas calorías requieres ingerir en el desayuno, en el almuerzo, en la comida y en la cena.

Actividad	Tiempo en que la llevo a cabo	Calorías gastadas
dormir	ocho horas	512

Recuerda que un día dura 24 horas, así que el tiempo total que tardas en hacer todas tus actividades desde que te levantas en la mañana hasta que termina el sueño nocturno debe sumar 24 horas también.

¿Cómo saber si estoy en mi peso ideal?

El **índice de masa corporal** (IMC) es un indicador que se calcula dividiendo el peso de una persona (en kilogramos) entre el cuadrado de su altura (en metros) y sirve para ubicarnos respecto al peso normal. También la medida de la cintura y los pliegues cutáneos nos dan una idea de ello, por ejemplo, para la población mexicana se considera saludable una cintura de no más de 85 cm en mujeres y de 90 cm en hombres (cuadro 3.8).

Cuadro 3.8 Clasificación de sobrepeso y obesidad de la OMS de acuerdo al IMC y su relación con el riesgo de contraer alguna enfermedad

Clasificación	IMC (kg/m²)	Riesgo
peso bajo	< 18.5	bajo
normal	18.5-24.9	promedio
sobrepeso	25-29.9	aumentado respecto al promedio
obesidad I	30-34.9	alto
obesidad II	35-39.9	muy alto
obesidad III	> 40	grave

Una ventana a la lectura



Amplia tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:
René Drucker Collin et al., *Tercera serie de 400 pequeñas dosis de ciencia (memoria y azúcar, sociedad y obesidad)*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Cuadro 3.8 Clasificación del peso corporal respecto al índice de masa corporal. Estudios elaborados por científicos que toman como base dicho índice reportan que el riesgo de contraer enfermedades aumenta según se acumula peso en el cuerpo, por lo que es muy importante alimentarse de manera equilibrada.

Fuente: http://www.facmed.unam.mx/eventos/seam2k1/2007/ago_01_ponencia.html. (Consulta: 20 de enero de 2017).



Figura 3.20 Para prevenir el sobrepeso y la obesidad, cuida tu peso y procura que tu cintura mida 80 cm en promedio.

El sobrepeso y la obesidad se relacionan con varios problemas de salud, la enfermedad crónica silenciosa que se produce en estos casos es detonante de enfermedades crónico-degenerativas, como la diabetes tipo II, ya que se producen sustancias que favorecen la resistencia a la insulina, lo cual a su vez agrava el incremento de grasa en el cuerpo (figura 3.20). También aumentan los problemas de tipo cardiovascular, gastrointestinal, pulmonar, cerebro-vascular, de la piel, músculo-esquelético y psicológico, así como algunos tipos de cáncer.

Cuando la obesidad se presenta durante la adolescencia incrementa el riesgo de padecer hipertensión arterial, enfermedades vascular-cerebrales, infartos al miocardio, cáncer de colon y muerte prematura.

Cierre

En esta lección estudiamos cómo se mide la energía que requerimos y la que obtenemos de los alimentos. También estudiamos la gran diversidad de factores ambientales y personales que influyen para que una dieta sea adecuada en cuanto a la cantidad de energía que nuestro organismo requiere.

Para prevenir la obesidad y mantenemos saludables debemos:

- » mantenemos en el peso adecuado;
- » reducir la ingesta de grasas, prefiriendo el aceite de oliva, el aceite de semilla de uva o el aguacate en vez de mantequilla, manteca y las carnes grasosas;
- » aumentar el consumo de frutas, cereales integrales, hortalizas y legumbres;
- » reducir la ingesta de azúcar y sal;
- » hacer suficiente actividad física, y
- » beber agua y no consumir bebidas azucaradas.

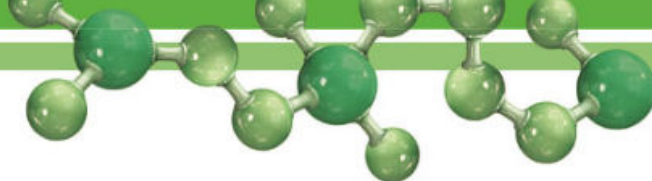
Amplio mis conocimientos



Entre los principales factores que provocan el sobrepeso y la obesidad destacan el sedentarismo o poca actividad física, el consumo excesivo de alimentos ricos en carbohidratos, grasas y sodio, así como el consumo de bebidas con azúcar.

Integro mis aprendizajes

1. Calcula tu IMC y mide la circunferencia de tu cintura. Puedes reunir más datos con compañeros y familiares.
 - » Responde en tu cuaderno.
 - a) De acuerdo con el cuadro 3.8 de la página anterior, ¿cómo clasificarías tu peso? ¿Está en riesgo tu salud? Explica.
2. Si no tienes un valor de IMC normal, ¿qué deberías hacer con respecto a tu alimentación para alcanzar el peso adecuado y no presentar riesgo de enfermedades?
3. Para que un adulto queme las calorías que hay en tres vasos de refresco debe caminar aproximadamente cinco kilómetros. Estima cuánto debes caminar para quemar las calorías de un refresco enlatado que contiene 115 kcal (emplea el cuadro 3.6, pág. 162).
4. Responde las siguientes preguntas y en tu cuaderno haz los cálculos necesarios.
 - » Calcula cuánto peso ganarías en un mes por agregar a tu consumo un vaso con 250 ml de refresco diariamente.
 - a. ¿Qué distancia tendrías que caminar para quemar las calorías contenidas en una lata de esta bebida?



En la RED



Para obtener más información acerca de las frutas y las verduras de temporada, consulta la página: <http://www.redir.mx/SQS-165>.

Una ventana a la lectura



Para que tengas más información respecto al aporte calórico de los alimentos, consulta este libro: José Luis Córdova Frunz, *La química y la cocina*, México, SEP-FCE, 2003.

5. Resuelve en tu cuaderno lo siguiente:

En el momento de compartir una rosca de reyes, un tío te comenta que subió tres kilogramos durante las fiestas decembrinas. Si un kilogramo de grasa corporal contiene 8 800 cal, ¿cuántas horas de práctica de fútbol debería hacer diariamente durante dos meses para regresar al peso que tenía antes?

6. Utilizando las verduras y frutas de temporada mostradas en el cuadro 3.9 y tomando en cuenta tus requerimientos energéticos diarios, elige cómo complementar tu dieta. Elabora un platillo, para ello, anota cada ingrediente, la cantidad que utilices y llévalo al colegio. Cada integrante de tu equipo debe aportar un platillo distinto para que lo degusten y compartan así varias opciones de alimentación sana.

Cuadro 3.9 Frutas y verduras de temporada para el primer trimestre del año

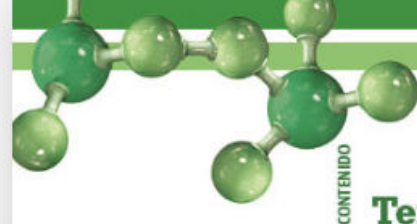
Enero	Febrero	Marzo
Verduras	Verduras	Verduras
acelga, ajo, apio, berenjena, betabel, cebolla, chile poblano, col, coliflor, elote, espinaca, lechuga, pepino, rábano, zanahoria	acelga, ajo, apio, berenjena, betabel, calabacita, cebolla, ciruela, chícharo, chile poblano, col, coliflor, ejote, elote, espinaca, jitomate, papa, pepino, rábano	acelga, alcachofa, ajo, apio, cebolla, chayote chícharo, col, coliflor, ejote, elote, espinaca, jitomate, huauzontle, nopales, papa, pepino, romeritos, zanahoria
Frutas	Frutas	Frutas
aguacate, tuna, chicozapote, chirimoya, coco, fresa, granada china, uva, jícama, lima, limón, mandarina, naranja, papaya, piña, plátano, tejocote, toronja, tamarindo, zapote negro	aguacate, ciruela, chirimoya, coco, fresa, guanábana, jícama, lima, limón, mandarina, melón, naranja, papaya, plátano, tejocote, toronja, tamarindo, zapote negro	aguacate, coco, fresa, guanábana, guayaba, limón, mamey, mango, melón, naranja, papaya, piña, plátano, sandía, toronja, tamarindo

7. Analiza el Plato del Bien Comer de la página 158, así como el cuadro de valores energéticos y nutricionales de algunos alimentos que se encuentra en el anexo 3 (página 27). Explica cómo se relacionan con la energía que una persona requiere.

¿Qué he aprendido?

Responde en tu cuaderno.

- a. ¿Cómo se mide el contenido energético de los alimentos?
- b. ¿De qué factores dependen los requerimientos energéticos de una persona?
- c. ¿Qué pasos se deben seguir para diseñar una dieta adecuada a nuestras necesidades energéticas?



CONTENIDO

Tercera revolución de la química

Lección 3 Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling. Uso de la tabla de electronegatividad

APRENDIZAJES ESPERADOS

- EXPLICA LA IMPORTANCIA DEL TRABAJO DE LEWIS AL PROPONER QUE EN EL ENLACE QUÍMICO LOS ÁTOMOS ADQUIEREN UNA ESTRUCTURA ESTABLE.
- ARGUMENTA LOS APORTES REALIZADOS POR PAULING EN EL ANÁLISIS Y LA SISTEMATIZACIÓN DE SUS RESULTADOS AL PROPONER LA TABLA DE ELECTRONEGATIVIDAD.
- REPRESENTA LA FORMACIÓN DE COMPUESTOS EN UNA REACCIÓN QUÍMICA SENCILLA, A PARTIR DE LA ESTRUCTURA DE LEWIS, E IDENTIFICA EL TIPO DE ENLACE CON BASE EN SU ELECTRONEGATIVIDAD.

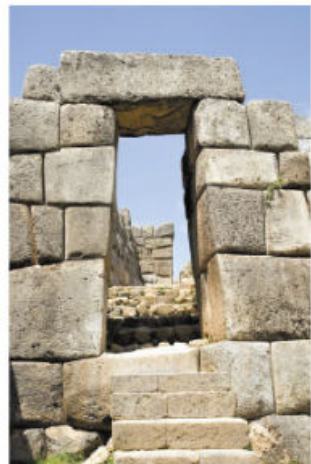


Figura 3.21 Esta construcción en Cuzco, Perú, data de hace miles de años y se ha mantenido de esta manera sin ningún pegamento entre las piedras.

Inicio

Para pensar...

Probablemente has jugado a armar castillos, puentes o pirámides con piezas de madera o de plástico y te habrás dado cuenta de que algunas de estas estructuras son muy estables y otras no, pues basta con mover una pieza para que todo se venga abajo.

En diversas zonas arqueológicas se ven construcciones como la que se muestra en la figura 3.21, que son sumamente estables y han resistido sin cambio durante todo este tiempo.

1. Comenta con tus compañeros las siguientes preguntas. Después, escriban una respuesta en el cuaderno.

- ¿De qué depende la estabilidad de una estructura?, ¿por qué?
- ¿Las propiedades de las sustancias se deberán a su estructura?, ¿por qué?

Desarrollo

En las lecciones anteriores hemos estudiado cómo han contribuido al avance de la química diferentes científicos, como Lavoisier, Dalton, Avogadro, Cannizzaro, Mendeleiev y muchos otros. Tan importantes fueron las aportaciones de algunos de estos filósofos de la ciencia que han sido consideradas verdaderas revoluciones, debido a que ampliaron el conocimiento químico y promovieron el avance de esta disciplina.

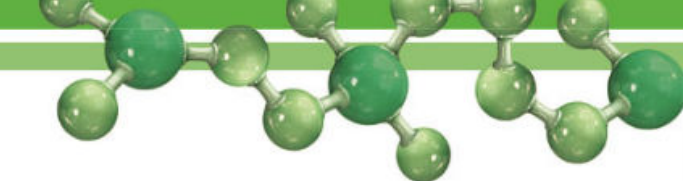
Recordarás que se llama primera revolución de la química al cambio que sucedió cuando Lavoisier estableció la ley de la conservación de la masa en el siglo XVIII. En el siglo XX, los conocimientos de las masas atómicas y moleculares, así como la organización de los elementos descubiertos hasta entonces, constituyeron la segunda revolución de la química, en la que los principales actores fueron Cannizzaro y Mendeleiev. Durante estos siglos se acumuló una gran cantidad de conocimientos químicos y surgieron preguntas acerca de cómo se mantenían unidos los átomos en los compuestos.

A principios del siglo XX, dos químicos estadounidenses, Gilbert Newton Lewis (1875-1946) y Linus Carl Pauling (1901-1994) desarrollaron propuestas respecto al enlace químico, las cuales son lo suficientemente importantes como para ser consideradas la Tercera Revolución de la Química.

Amplio mis conocimientos



Cabe mencionar que hasta antes del siglo XX a los investigadores que se dedicaban a lo que hoy llamamos ciencia no se les conocía como científicos, sino que se les llamaba filósofos de la naturaleza. La palabra científico surgió apenas en 1840. El inglés William Whewell (1794-1866) dijo: "Tenemos necesidad de encontrar un nombre para describir al cultivador de la ciencia, por mi parte me inclino a llamarlo científico".



Como un antecedente de sus trabajos, podemos considerar el de Niels Bohr, quien se interesó también en la forma en que se unen los átomos y en 1913 publicó la estructura de algunas moléculas. Él representó a los electrones de enlace en la molécula del hidrógeno (H_2) dibujándolos en un círculo entre los dos protones, como se muestra en la figura 3.22.

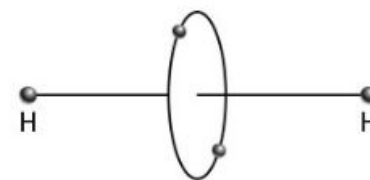


Figura 3.22 Representación de la molécula de hidrógeno según Bohr.

Por su parte, el químico alemán Walter Kossel (1888-1956) propuso que, dada la estabilidad de los gases nobles, es posible pensar que cuando se forma un compuesto entre un elemento de los halógenos (familia VIIA) y uno de los metales alcalinos (familia IA), este último transfiere un electrón al primero y ambos adquieren entonces la configuración de un gas noble.

Así, la atracción electrostática entre ambos iones era la responsable de formar el enlace, lo que da lugar al **enlace por transferencia** (o modelo de enlace iónico), que ya estudiamos con anterioridad (figura 3.23).

Lewis (figura 3.24) acomodó a los electrones de valencia en los vértices de un cubo y llamó a este modelo teoría cúbica del átomo. En la figura 3.25 se muestran los átomos de Lewis, tal como él los escribió.

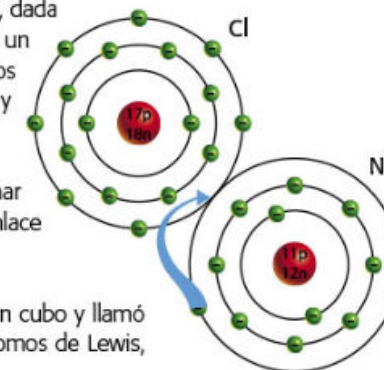


Figura 3.23 Propuesta de Kossel para la formación del cloruro de sodio.

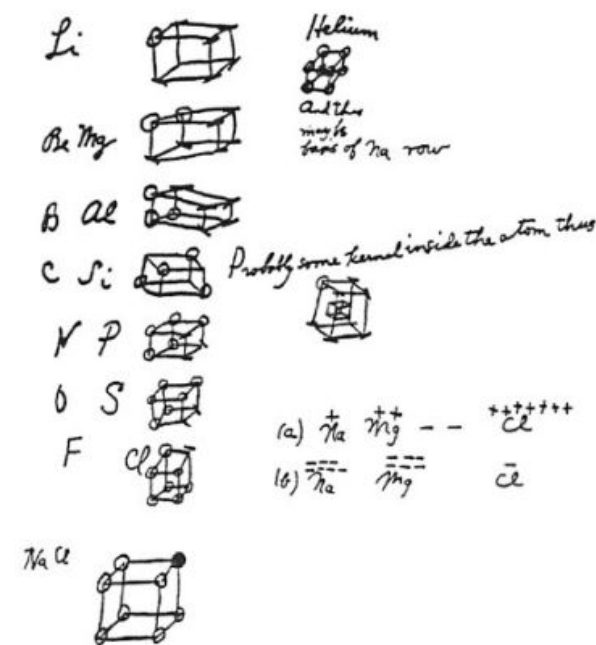


Figura 3.24 Lewis también incursionó en campos como la teoría de la relatividad y el tema de los ácidos y las bases.

Figura 3.25 Bosquejo elaborado por Lewis en 1902. Los elementos de la misma familia son representados de la misma forma.

En 1916, Lewis explicó que para formar un enlace era posible que dos átomos compartieran un par de electrones y de esta forma adquirieran también la configuración de un gas noble sin necesidad de una transferencia como proponía Kossel. A éste se le conoce como **modelo de compartición de electrones o covalente**.

En la **figura 3.26** se muestra la molécula de oxígeno de acuerdo con el modelo de cubos de Lewis. Como ves, en dicha molécula se comparten dos pares de electrones (en rojo) y así cada átomo cumple con la **regla del octeto**, la cual, en general, aplica para las familias representativas de la tabla periódica. Sin embargo, no todos los átomos en una molécula cumplen con ella.

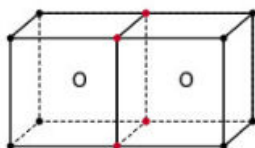


Figura 3.26 En la molécula de oxígeno, los átomos están unidos por un doble enlace: dos electrones en la parte superior de la cara de en medio y dos electrones en la parte inferior de esa misma cara.

Por ejemplo, en el cloruro de berilio (BeCl_2) y en el tricloruro de boro (BCl_3), la regla del octeto se cumple para el cloro (Cl), pero no para el berilio (Be) ni para el boro (B), como se aprecia en las siguientes estructuras (**figura 3.27**):

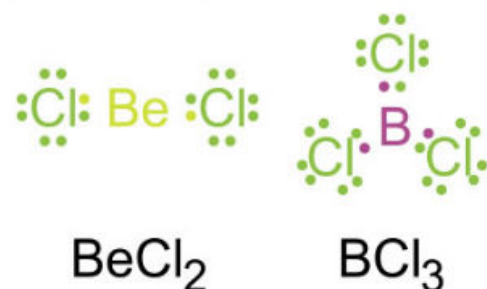


Figura 3.27 Representación de las moléculas de cloruro de berilio y tricloruro de boro con el modelo de Lewis.

Actividades de aprendizaje

1. Consulta la tabla periódica de la página 114 para saber cuántos electrones de valencia tiene el hidrógeno y cuántos el cloro.
2. Representa las moléculas de hidrógeno (H_2) y cloro (Cl_2) de la siguiente forma:
 - » con el modelo de cubos de Lewis,
 - » con una línea para cada enlace químico,
 - » con esferas unidas (una para cada átomo).
 - a. ¿Encuentras alguna ventaja o desventaja en representar con el modelo de cubos?, ¿cuál?

Posteriormente, tanto Lewis como Kossel propusieron un **modelo** en el que **los electrones se representaban mediante puntos**. Como ya se ha mencionado, estos científicos plantearon que los átomos tendrían a adquirir configuraciones electrónicas similares a las de los gases nobles y de esta forma explicaron la formación de los enlaces químicos.

Más tarde, el físico y químico **Irving Langmuir** (1881-1957) retomó las ideas de Lewis y se dio cuenta de lo importante que eran para explicar la formación de algunos compuestos. Pensaba que hasta entonces la estructura de los átomos había sido estudiada principalmente por físicos, quienes consideraban de manera muy pobre las propiedades químicas.

Langmuir propuso que las propiedades de los átomos estaban determinadas por el número y el arreglo de sus electrones en su capa exterior. También relacionó estos con su facilidad para cederlos o aceptar otros y, de este modo, alcanzar una forma estable. Este investigador trabajó además en otros campos del conocimiento y obtuvo el Premio Nobel en 1932 por sus investigaciones en química de superficies.

En la **figura 3.28** se representan algunas moléculas con el modelo de Lewis. Si observas estas estructuras para el amoníaco (NH_3) y el sulfuro de hidrógeno (H_2S), te darás cuenta de que no todos los electrones son compartidos en un enlace. Hay un par en el nitrógeno y dos en el azufre que permanecen sin compartir. A esos pares se les llama **electrones no enlazantes**. En el hidruro de silicio (SiH_4) todos los pares de electrones se encuentran enlazados.

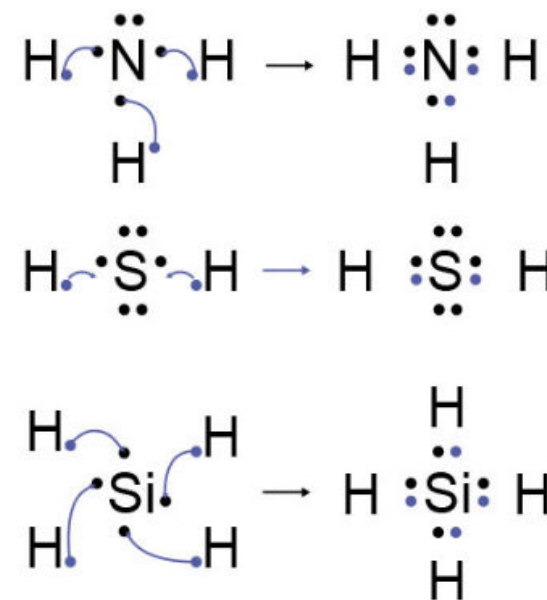


Figura 3.28 Representación de las moléculas de amoníaco, sulfuro de hidrógeno e hidruro de silicio con el modelo de Lewis.

Las moléculas también se pueden representar por medio de **fórmulas condensadas**, **semidesarrolladas**, **desarrolladas**, o bien, **modelos de esferas** en los que se representan físicamente todos los átomos y sus enlaces (**figura 3.29**).

Como podrás notar, en las estructuras de Lewis los electrones aparecen como puntos alrededor de los símbolos que representan a los átomos dentro de una molécula. Si **sustituimos cada par de electrones de enlace por una línea**, entonces tendremos una estructura a la que se le llama **fórmula desarrollada**.

En las fórmulas desarrolladas es importante representar con puntos los **electrones de valencia libres** (los electrones no enlazantes). Por último, si se omiten todos los enlaces y **electrones de valencia libres**, y sólo se representa la molécula escribiendo los símbolos con sus subíndices correspondientes, **agrupándolos de manera que se indique la secuencia de enlace en la estructura**, entonces tendremos una representación a la que se le llama **fórmula semidesarrollada**.

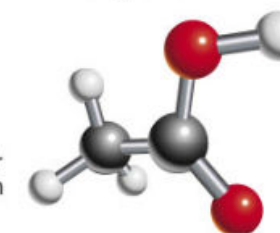
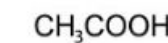
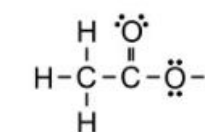
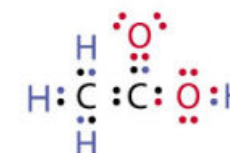


Figura 3.29 Representación de la molécula de ácido acético. La primera es la estructura de Lewis, la segunda es la fórmula desarrollada, la tercera es la fórmula semidesarrollada y la última corresponde al modelo de esferas.

Actividades de aprendizaje

A continuación se presentan las fórmulas condensadas de algunos compuestos: metano (CH_4), etano (C_2H_6) y etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

Haz lo siguiente en tu cuaderno.

- » Escribe la representación de cada una de acuerdo con el modelo de Lewis (con puntos) y las fórmulas desarrolladas.
- » Analiza las estructuras anteriores y señala cuáles átomos cumplen con la regla del octeto y cuáles no.

Enlaces dobles y triples

Ya hemos visto que los átomos se pueden unir mediante **enlaces sencillos**, pero también existen los **dobles** y los **triples enlaces**. Por ejemplo, cuando dos átomos de oxígeno se unen, comparten dos de sus seis electrones de valencia formándose entonces un doble enlace. La molécula se representa como se muestra en la figura 3.30.



El nitrógeno, al igual que el oxígeno, se presenta en la naturaleza como **molécula diatómica**. Cuando se unen dos átomos de nitrógeno, comparten tres de sus cinco electrones de valencia y forman un **triple enlace** (figura 3.31).



El carbono tiene cuatro electrones de valencia y puede combinarse con dos oxígenos, como se muestra en la siguiente figura. Como te darás cuenta, cada átomo de oxígeno, así como el de carbono, está rodeado por ocho electrones. Considera que los electrones compartidos, llamados *electrones de enlace*, cuentan para ambos átomos enlazados (figura 3.32).



Los compuestos de carbono también forman dobles y triples enlaces entre los átomos de carbono, como se muestra en las siguientes representaciones (figura 3.33).

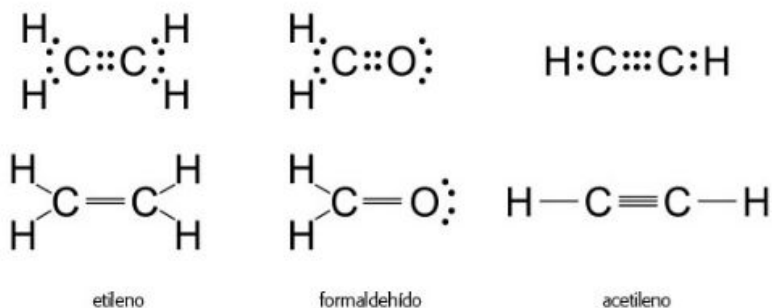


Figura 3.30 Representación de una molécula formada por dos átomos de oxígeno. Nota el doble enlace entre ellos.

Figura 3.31 Representación de una molécula formada por dos átomos de nitrógeno. Nota el triple enlace entre ellos.

Figura 3.32 Representación de una molécula de dióxido de carbono formada por dos átomos de oxígeno enlazados a uno de carbono.

Figura 3.33 Como te darás cuenta, la contribución de Lewis al entendimiento de los enlaces fue muy importante y sigue siendo válida para explicar la estructura de un buen número de moléculas.

Contribución de Pauling a la comprensión del enlace químico

Según Linus Carl Pauling, el enlace iónico y el covalente son los casos extremos de una escala donde pueden colocarse los enlaces polares. Introdujo el concepto **electronegatividad**, que es la propiedad de los átomos para atraer a los electrones del enlace.

Para definir su escala, Pauling se basó en la energía que se requiere para romper los enlaces, llamada **energía de disociación de enlace**.

Determinó que la energía necesaria para romper el enlace entre dos átomos de hidrógeno (H-H) era 103 kcal/mol, y que para romper el enlace establecido entre dos átomos de cloro (Cl-Cl) se precisaban 58 kcal/mol. Supuso entonces que la energía para romper el enlace entre un átomo de hidrógeno y uno de cloro (H-Cl) debía ser la **media geométrica** entre ambas, esto es, 77 kcal/mol.

Cuando comprobó experimentalmente que la energía necesaria para romper el enlace H-Cl era de 102 kcal/mol, mayor que la que él predijo, interpretó que debía existir una fuerza adicional y propuso entonces que los electrones no eran atraídos por los átomos con la misma fuerza, y que por esta razón se distribuían de forma que quedaban próximos a aquel que los atraía más. De esta manera se formaba un dipolo eléctrico (dos polos, uno positivo y otro negativo), por lo que debía aplicarse energía adicional para romper las atracciones electrostáticas entre ellos.

H							He
2.1							
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0	
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Xe
0.8	1.0	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8	
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Kr
0.8	1.0	1.7	1.8	1.9	2.1	2.5	
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
0.7	0.9	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	

Figura 3.34 En esta tabla se puede notar que la electronegatividad aumenta de izquierda a derecha en un periodo y disminuye hacia abajo en una familia.

Después de analizar las energías de disociación de enlace de muchos compuestos, elaboró una escala de electronegatividad y asignó un valor de 4 al flúor, que resultó ser el elemento más electronegativo. Con base en la electronegatividad del flúor se calcularon las de los demás elementos y se obtuvieron los valores de la figura 3.34.

Como ya se mencionó, Pauling consideraba a los enlaces covalente y iónico como los extremos de una escala en la cual se podían ordenar distintos enlaces de acuerdo con su polaridad.

Propuso entonces que si la diferencia entre los valores de electronegatividad de dos átomos unidos es mayor a 1.7, el enlace es **iónico**; si es menor que dicho valor, el enlace es **covalente polar**; y si la diferencia es cero, se le considera **covalente puro** o **covalente no polar**. Entre mayor sea la diferencia de electronegatividades, el enlace se polarizará más hasta convertirse (pasando la barrera de 1.7 de diferencia) en uno iónico (figura 3.35).

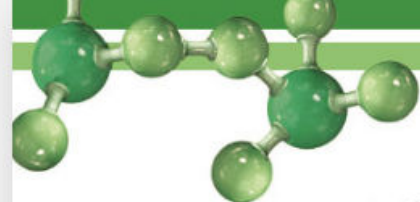
En la figura 3.34 se puede ver que las electronegatividades del oxígeno y del hidrógeno son 3.5 y 2.1, respectivamente, así que, como la diferencia es 1.4, el enlace entre ellos será **covalente polar**. El enlace entre el bromo y el hidrógeno también será covalente polar, ya que la diferencia de electronegatividades es 0.7. Sin embargo, el enlace O-H está más polarizado que el enlace Br-H, ya que la diferencia de electronegatividades es mayor.

Glosario

Media geométrica: es la raíz enésima del producto de n números. Por ejemplo, si son dos números, es la raíz cuadrada del producto de ambos.



Figura 3.35 Este esquema muestra, en el extremo superior, al enlace iónico y, en el inferior, al covalente. En medio se aprecian dipolos de diferente magnitud que representan moléculas polares.



La diferencia de electronegatividades entre el rubidio y el flúor es 3.2, por lo que estos dos elementos, cuando se unen, forman un compuesto con enlace iónico.

Además de los enlaces entre átomos, existen otros tipos de atracciones entre moléculas. Por ejemplo, como ya se mencionó en la lección 6 del bloque 1, el agua está formada por moléculas que presentan un dipolo. El oxígeno atrae a los electrones del enlace con mayor fuerza que el hidrógeno, lo que origina una carga eléctrica negativa del lado del primero y una carga eléctrica positiva del lado del segundo (figura 3.36).

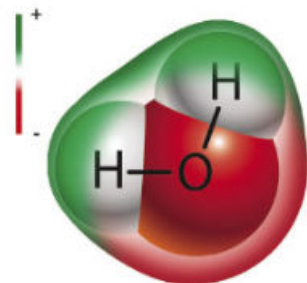


Figura 3.36 Dipolos en la molécula del agua.

Estos dipolos son tan fuertes como para que el polo negativo del oxígeno de una molécula atraiga al polo positivo de los hidrógenos de moléculas vecinas dando origen a un tipo de atracción intermolecular que se conoce como **punto de hidrógeno** (figura 3.37).

Debido a estos puentes, las moléculas de agua se atraen entre sí con la fuerza necesaria para agregarse en estado líquido. De hecho, si se compara la temperatura de ebullición del agua con las temperaturas de ebullición de los compuestos análogos de la familia VIA, se encuentra que ésta es muy alta (figura 3.38).

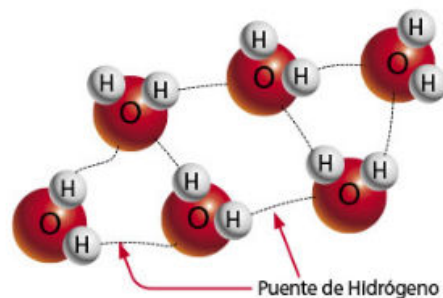


Figura 3.37 La vida debajo de los casquetes polares es posible gracias a que la densidad del hielo es menor que la del agua líquida, lo que se debe a los puentes de hidrógeno.

Esto quiere decir que se necesita mucha energía para separar las moléculas del agua en estado líquido y pasarlas al estado gaseoso. Esta energía es la requerida para romper los puentes de hidrógeno. Lo mismo ocurre con las moléculas de fluoruro de hidrógeno y de amoníaco.

Otra característica importante originada a partir de los puentes de hidrógeno en el agua es que su densidad en estado sólido (hielo) resulta menor que la del agua líquida, pues forma estructuras que se extienden y hacen que su volumen aumente, con lo cual disminuye la relación masa entre volumen y, por lo tanto, la densidad.

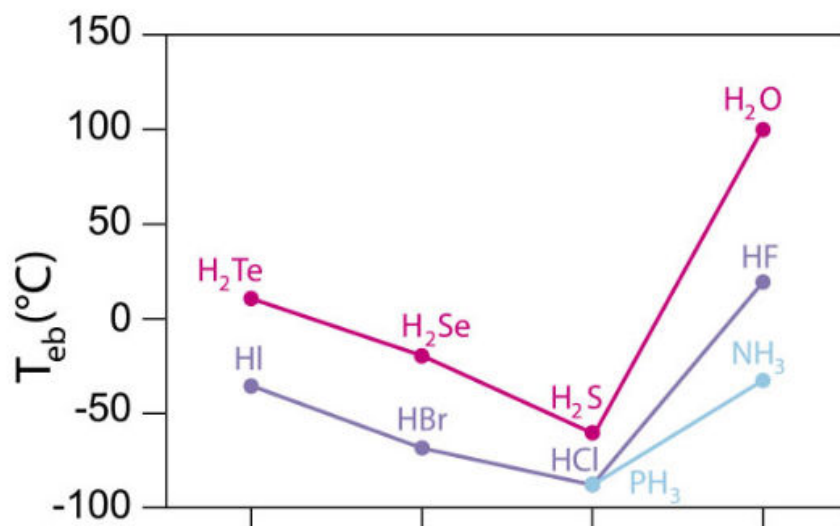
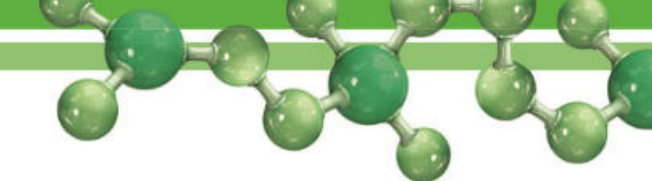
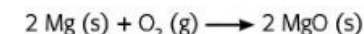


Figura 3.38 En la gráfica se muestra que en las series de los compuestos de los grupos VA, VIA y VIIA, la temperatura de ebullición aumenta significativamente para el elemento más electronegativo del grupo, lo cual se atribuye a que son sustancias en las que se forman puentes de hidrógeno.



Con la información que ya tenemos, podemos representar reacciones químicas por medio de **ecuaciones**. Supongamos que hacemos reaccionar magnesio sólido con oxígeno. La ecuación que representa esto se escribe de la siguiente forma:



El magnesio pertenece a la familia IIA y posee dos electrones de valencia, mientras que el oxígeno, de la familia VIA, cuenta con seis. Utilizando las estructuras de Lewis, la ecuación anterior quedaría como se muestra en la figura 3.39.

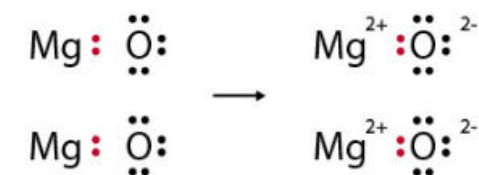


Figura 3.39 Representación mediante estructuras de Lewis de la reacción entre el magnesio y el oxígeno para formar óxido de magnesio.

La diferencia de electronegatividades entre el oxígeno y el magnesio es de 2.3, por lo que el enlace formado entre ambos átomos es iónico. Esta sustancia no se conforma de moléculas, sino que crea una estructura cristalina (figura 3.40), como las que estudiamos en la lección relativa a los enlaces químicos del bloque 2.

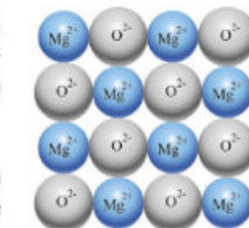


Figura 3.40 La estructura del óxido de magnesio es similar a la del cloruro de sodio. Otros óxidos con la misma estructura cristalina son el CaO, el SrO, el BaO, el CdO y el MnO.

Otro ejemplo. La ecuación que representa la reacción entre el aluminio (que tiene valencia tres) y el cloro (de valencia uno y que se encuentra como molécula diatómica) es la que se muestra en la figura 3.41.

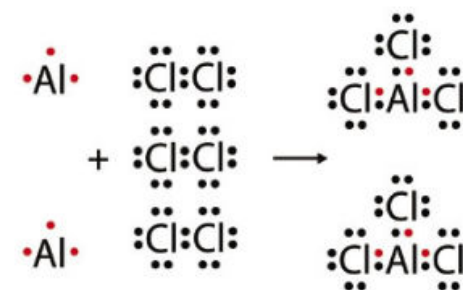
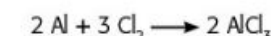


Figura 3.41 Representación mediante estructuras de Lewis de la reacción entre el aluminio y el cloro para formar cloruro de aluminio.

Como puedes ver en el diagrama anterior, una reacción química implica romper algunos enlaces (los de las moléculas de cloro) y formar otros (los establecidos entre el átomo de aluminio y los átomos de cloro). La anterior se puede escribir con la ecuación química correspondiente de la siguiente forma:



Aunque no se muestra en el diagrama, también deben romperse enlaces entre los átomos de aluminio de la red metálica.

Amplio mis conocimientos



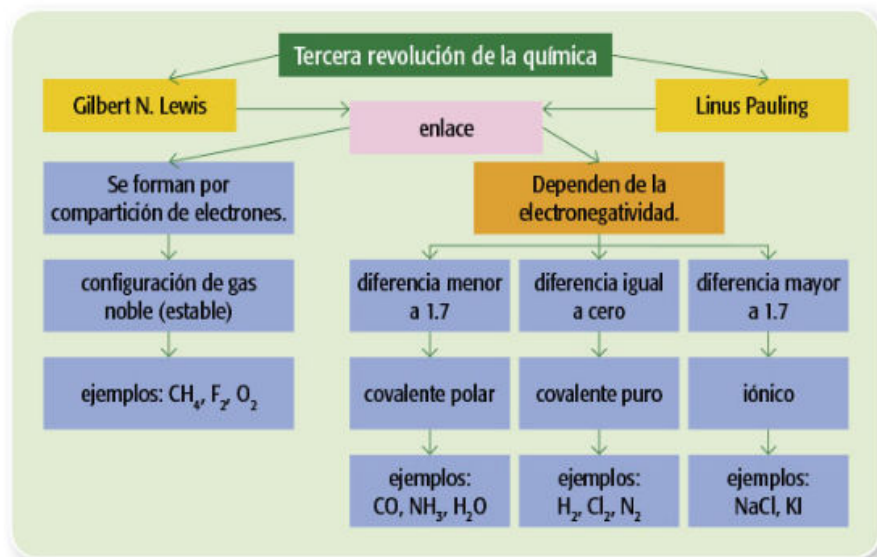
Linus Pauling se interesó desde muy joven por la naturaleza del enlace químico, inspirado por los artículos de Langmuir y los trabajos de Lewis acerca del comportamiento de los electrones entre átomos. Trabajó en Europa con Sommerfeld y Bohr. Escribió varios libros, entre ellos *La naturaleza del enlace químico*. Se interesó en campos tan diversos como la determinación de la estructura de los cristales, de las proteínas y de los anticuerpos, así como la de la hemoglobina. Por otro lado, luchó para que no hubiera guerras y se opuso a la utilización de armas nucleares. Obtuvo el Premio Nobel de Química en 1954 y el de la Paz en 1962. Puede decirse, con justicia, que es el químico más destacado del siglo xx.

Actividades de aprendizaje

- Reflexiona y responde la siguiente pregunta en tu cuaderno.
 - ¿Por qué ha sido tan útil la propuesta de usar la tabla de electronegatividades de Pauling?
- Ordena de menor a mayor los siguientes enlaces, según su polaridad. Explicalo a tu profesor.
 - » El enlace H-Cl en la molécula de HCl
 - » El enlace H-S en la molécula de H₂S
 - » El enlace Ba-Cl en la molécula de BaCl₂
 - » El enlace C-O en la molécula CO₂
 - » El enlace H-F en la molécula de HF
 - » El enlace N-O en la molécula de NO₂
 - » El enlace Cl-Cl en la molécula de Cl₂
 - » El enlace K-I en la molécula de KI
- Clasifica los enlaces anteriores como iónico, covalente polar o covalente no polar. Justifica tu respuesta.
- Escribe las ecuaciones que representan las reacciones de formación de las siguientes sustancias: hidruro de litio (LiH), yoduro de calcio (CaI₂) y óxido de aluminio (Al₂O₃). Teniendo en cuenta las electronegatividades de los elementos, indica si se trata de sustancias con enlaces iónicos, covalentes no polares o covalentes polares.

Cierre

En el siguiente esquema se presenta un resumen de las contribuciones que hicieron Lewis y Pauling a la comprensión del enlace químico.



Integro mis aprendizajes

- Consigue esferas de unicel de diferentes tamaños, palillos, pinturas y pinceles para que lleves a cabo las siguientes actividades.
 - » Ten en cuenta que no todos los átomos son del mismo tamaño, por lo que para que tu modelo represente de mejor manera las moléculas elegidas consulta en algún libro o en Internet el radio de los átomos que las conforman. Además considera el código de colores que se usa en química para representar diferentes elementos: blanco para el hidrógeno, rojo para el oxígeno, verde para el cloro o el flúor, negro para el carbono y azul para el nitrógeno.
 - » Elabora modelos para las siguientes moléculas: amoníaco (NH₃), agua (H₂O), tetracloruro de carbono (CCl₄), etanol (C₂H₆O), acetileno (C₂H₂) y dióxido de carbono (CO₂). Para ello:
 - Escribe la fórmula desarrollada de cada molécula.
 - Colorea las esferas respetando el código de colores y teniendo en cuenta el tamaño de los átomos.
 - Une las esferas coloreadas con los palillos.
 - Comparte tus modelos con tus compañeros y con tu profesor; si es necesario, haz las modificaciones que te sugieran.
- Dibuja la estructura de Lewis para la molécula de la acetona (C₃H₆O). Utiliza para ello la regla del octeto y el modelo de compartición de electrones.
- Señala la importancia de la propuesta de Lewis para explicar el enlace químico.
- Ordena los siguientes enlaces en orden creciente de polaridad.

» C-H	» C-S	» C-Br
» Si-Br	» Si-H	» S-H
- Teniendo en cuenta la valencia de cada elemento, escribe las ecuaciones que representan la reacción entre los siguientes pares de elementos para formar compuestos:
 - » hidrógeno (H₂) y oxígeno (O₂)
 - » calcio (Ca) y flúor (F₂)
 - » oxígeno (O₂) y nitrógeno (N₂)

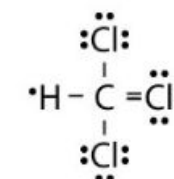
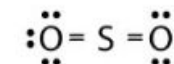


Figura 3.42 Algunas estructuras de Lewis que presentan errores.

¿Qué he aprendido?

- Comenta con tus compañeros las siguientes preguntas relacionadas con el bario (Ba).
 - ¿A qué familia de la tabla periódica pertenece? ¿Cuántos electrones de valencia tiene?
 - El bario no existe como molécula Ba₂, ¿por qué?
- Los esquemas de la figura 3.42 presentan errores de acuerdo con el modelo de Lewis.
 - Indica cuáles errores percibes y escribe la estructura correcta.
- En un esquema de árbol, como el que se muestra en la figura 3.43, escribe lo que has aprendido acerca de las contribuciones de Lewis y Pauling al entendimiento del enlace químico. En el tronco, anota los conceptos más importantes; en las ramas grandes, los conceptos de menor jerarquía, y en las ramas más pequeñas, los ejemplos.

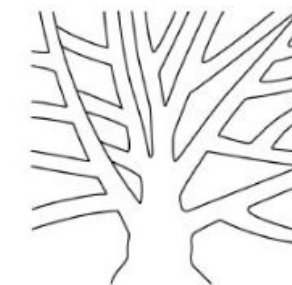


Figura 3.43 Ejemplo de esquema de árbol.

Comparación y representación de escalas de medida

Lección 4 Escalas y representación. Unidad de medida: mol

APRENDIZAJES ESPERADOS

- COMPARA LA ESCALA ASTRONÓMICA Y LA MICROSCÓPICA CONSIDERANDO LA ESCALA HUMANA COMO PUNTO DE REFERENCIA.
- RELACIONA LA MASA DE LAS SUSTANCIAS CON EL MOL PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE SUSTANCIA.

Inicio

Para pensar...

Jorge y sus amigos quedaron de verse para jugar fútbol. Mientras llegaban, él se sentó en la banqueta y se puso a girar su balón. Al mirar hacia el suelo encontró unas hormigas que avanzaban rápidamente cargando pequeñas piedras y trocitos de hojas verdes. "¿Será una carga pesada para ellas? ¿Cómo verán al mundo desde su lugar?", se preguntó.

1. Piensa en la escala en la que las hormigas observan lo que les rodea. Después, compárala con la que empleas y completa en tu cuaderno este texto.

Quizás, para una pequeña hormiga una miga de pan es como para nosotros un(a) _____. Uno de nuestros dedos es para ellas como un(a) _____ y un balón de fútbol es para una hormiga lo que para nosotros sería un(a) _____. El tamaño de un microbio es para nosotros lo que el tamaño de un(a) _____ es para una hormiga.

2. Responde en tu cuaderno.
 - a. ¿Cómo podemos medir cosas tan grandes como la distancia de aquí al Sol o demasiado pequeñas como el diámetro de un virus de varicela?
 - b. En un montón de naranjas, éstas pueden contarse una por una y saber cuántas docenas o gruesas hay, pero ¿cómo saber cuántas moléculas de azúcar hay en un gramo si no podemos verlas?

Desarrollo

Cotidianamente necesitamos contar cosas y comparar cantidades, ya sean distancias, tiempos, temperaturas, masas o tamaños y para ello hacemos mediciones. *Medir* es la acción de comparar la dimensión de un objeto con la dimensión de una unidad patrón, por ejemplo, medir el largo de un listón con una regla.

Nuestra estatura o la longitud de una pared se miden en metros, pero esa unidad no es tan útil cuando se expresan cifras tan grandes como la distancia entre dos ciudades o entre dos galaxias, o tan pequeñas como las dimensiones de los organelos celulares o el grosor de una hoja de papel. Por eso, necesitamos usar **escalas** diferentes según el objeto que necesitemos medir.

La distancia que recorremos de un punto a otro en nuestra colonia, el tiempo que tarda en llenarse una cubeta con agua, la altura de los árboles, lo que pesa una mochila o el número

de alumnos en tu colegio son ejemplos de lo que podemos percibir con nuestros sentidos y cuantificar con unidades como el metro, el segundo o el kilogramo en nuestra escala (escala humana).

Tomando como referencia dicha escala, podemos hablar de otras dos: la **astronómica**, la cual se refiere a dimensiones muy grandes (como las de los astros y los cuerpos celestes), cuya unidad de medida apropiada es el año luz (que equivale a 9.46×10^{15} m) y que se sirve de instrumentos de medición como los radares o los telescopios; y la **microscópica**, que se refiere a dimensiones muy pequeñas (como las de las células y los microorganismos) que no podemos notar a simple vista, sino mediante un microscopio, y para la que se usan unidades más pequeñas que el milímetro, por ejemplo, el micrómetro (μm), que es la milésima parte de un milímetro (mm).

Gracias a los avances científicos y tecnológicos, contamos con **aparatos que nos ayudan a ver objetos que no alcanzamos a percibir a simple vista** (menores a una décima de milímetro).

Desde la invención de la lupa (siglo XIII), pasando por el microscopio óptico (siglo XVI) y el microscopio electrónico (siglo XX), este tipo de aparatos ha evolucionado a tal grado que desde 1981 se cuenta con el microscopio de efecto túnel, con el que se obtienen gráficas computarizadas que permiten apreciar indirectamente los átomos de un material, como la que se muestra en la **figura 3.44**.

Cuando medimos un objeto no basta con indicar un número como resultado, también se debe especificar la unidad de medición para que esa cifra adquiera el significado correcto. Por ejemplo, si nos dicen que algo pesa 28.7, ¿cómo saber si se trata de gramos, miligramos o kilogramos? Para ello es necesario indicar las unidades.

Además, es conveniente utilizar potencias de 10 cuando se trata de números muy grandes o muy pequeños. Por ejemplo, la masa corporal de un joven de tu edad es más o menos de 55 kg y la de un lápiz nuevo de 4.5 g, ambas son cifras pequeñas de dos dígitos, pero cuando se trata de números mucho más grandes, como la cantidad de células bacterianas que pueblan nuestro colon (100 000 000 000 000), o mucho más pequeños, como el diámetro de un glóbulo rojo (0.0000075 m), se usa la **notación científica o exponencial** (potencias de 10) (**figura 3.45**).

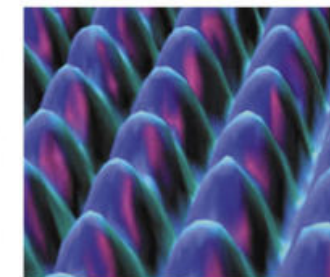


Figura 3.44 Imagen computarizada de átomos de níquel obtenida con un microscopio de efecto túnel.

Figura 3.45 Dimensiones de diferentes objetos en las escalas astronómica (a), humana (b) y submicroscópica (c).



(a) La galaxia NGC, nuestra vecina más próxima, está a 3×10^7 años luz (2.8×10^{23} m) de nosotros.

(b) La longitud promedio de una abeja es 2×10^{-2} m.

(c) El diámetro de un nanotubo de carbono es de 1.3×10^{-9} m.

Glosario

Escala: relación matemática que hay entre el tamaño real de un objeto y el de su representación con un modelo.

En dicha notación, los números mayores a la unidad se expresan con cifras multiplicadas por 10 elevado a una potencia positiva y para los números menores a 1 se usan cifras multiplicadas por 10 elevado a una potencia negativa (cuadro 3.10).

$$1 \times 10^3 = 1\,000$$

$$1 \times 10^{-4} = 0.0001$$

Una ventana a la lectura



Reflexiona la importancia de las escalas de medición al leer este libro: Francisco Noreña y Juan Tonda, *La medición y sus unidades*, México, SEP-Santillana, 2002.

Cuadro 3.10 Significado de algunas potencias de 10

Potencias	Cifra	
10^{18}	1 000 000 000 000 000 000	Mayores a la unidad
10^{15}	1 000 000 000 000 000	
10^{12}	1 000 000 000 000	
10^9	1 000 000 000	
10^6	1 000 000	
10^3	1 000	
10^2	100	
10^1	10	
10^0	1	Igual a la unidad
10^{-1}	0.1	Menores a la unidad
10^{-2}	0.01	
10^{-3}	0.001	
10^{-6}	0.000001	
10^{-9}	0.000000001	
10^{-12}	0.000000000001	
10^{-15}	0.000000000000001	
10^{-18}	0.000000000000000001	

Por ejemplo, el diámetro de un átomo de carbono es de 0.000000000154 m. ¿Cuál es la expresión en notación científica para este número?

Primero, debemos contar las cifras que hay desde el punto hasta inmediatamente después de la primera cifra que es diferente de cero (en este caso el 1); en nuestro ejemplo hay diez cifras. Luego, escribimos la primera cifra distinta de cero seguida por un punto decimal y por las cifras restantes, en este caso 54 (toma en cuenta que no siempre las hay). Entonces, el número que queda es 1.54.

Por último, agregamos a éste la expresión " $\times 10^{-n}$ ", donde $-n$ (el exponente de 10) es la cantidad obtenida en el primer paso de este procedimiento (es decir, 10); n lleva un signo negativo porque en nuestro ejemplo estamos trabajando con un número menor a 1. Así que el diámetro del átomo de carbono expresado en notación científica es 1.54×10^{-10} m.

Ahora expresemos un número muy grande en notación científica. El diámetro del Sol es de 1 392 000 000 m. ¿Qué hay que hacer para expresarlo en dicha notación?

Empecemos contando las cifras que tiene el número y restémosle 1. En el ejemplo del Sol tenemos 10 cifras, así que: $10 - 1 = 9$. Enseguida, escribimos la primera cifra del número, colocamos un punto decimal y anotamos el resto de las cifras que están antes de los ceros. Para nuestro ejemplo, esto queda como 1.392.

Finalmente, agregamos a ese número la expresión " $\times 10^n$ ", donde n es el número que obtuvimos en la resta inicial; en este ejemplo es 9. De esta manera, el diámetro del Sol expresado en notación científica es 1.392×10^9 m.

Como viste, la notación científica expresa cualquier número como otro multiplicado por una potencia de 10. Así que resulta una **herramienta matemática** valiosa para expresar cantidades enormes o muy pequeñas.

Las expresiones en notación científica siguen las reglas aritméticas de los exponentes, por lo que los números menores a la unidad llevan exponente negativo y los mayores a 1 se escriben con exponente positivo. Siempre debes escribir la unidad de medición al lado del número, no lo olvides.

Actividades de aprendizaje

1. Clasifica en tu cuaderno los siguientes objetos, de acuerdo con la escala de medición a la que corresponden. Elabora para ello una tabla con tres columnas o tres círculos, uno para cada categoría (escala microscópica, humana y astronómica).

cabello humano, mitocondrias, granos de arroz, Vía Láctea, casas, planetas, autobuses, virus, lunas, polen, asteroides, perlas, pared celular de una planta, estrellas, ácaro

2. En tu cuaderno, convierte a notación científica las siguientes cantidades. Luego, indica para cada una a qué escala pertenece (microscópica, humana, astronómica).

- » Masa de una bacteria: 0.00000000021 g
- » Número de galaxias en el universo observable, que es idéntico al número promedio de neuronas en el cerebro humano: 100 000 000 000 (cien mil millones).
- » Espesor de una hoja de papel: 0.000040 m
- » Distancia de la Tierra a la Luna: 384 000 000 m
- » Grosor de un cabello humano: 0.0001 m

Las dimensiones del mundo químico

Al estudiar química, son importantes tanto los cambios apreciables a simple vista como los que suceden entre las partículas (átomos, iones y moléculas) que interaccionan, pues las propiedades de los materiales son una consecuencia de su estructura interna.

Como vimos en lecciones anteriores, las propiedades de las sustancias, los enlaces entre átomos y las reacciones químicas son aspectos que explicamos mediante modelos, pues sólo percibimos sus manifestaciones macroscópicas (en la escala humana), tales como su densidad, cambios de color o de estado de agregación, entre otras.

Amplio mis conocimientos

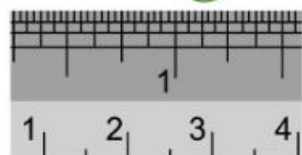


*Mientras hay quienes se preocupan de buscar señales de vida extraterrestre o microorganismos en medios ambientes extremos del planeta, otros se dedican a conocer el 'ecosistema' más cercano a nosotros: el grupo de microorganismos que ha evolucionado para adaptarse a vivir en todo nuestro intestino, sobre todo en el colon.

Para hacer este tipo de estudios, anteriormente los microbiólogos sólo podían cultivar microorganismos mediante las técnicas clásicas desarrolladas por Louis Pasteur y Robert Koch en el siglo xx, pero actualmente, con las técnicas modernas de la biología molecular, se ha podido descubrir un universo de microorganismos que de plano no se podían cultivar y, por lo mismo, nadie sabía que ahí estaban.

[...] En el colon hay alrededor de 500 especies de bacterias que sobreviven sin oxígeno (anaerobias), y que suman unas 10^{14} células, es decir, 100 veces un millón de millones o, dicho de otra forma, unas 10 veces más células de bacterias que el total de células en nuestro cuerpo. Una persona que pesa 70 kilogramos debe andar cargando unos dos kilogramos de bacterias*.

Tomado de Agustín López Munguía, "La vida interior", en *¿Cómo ves?*, núm. 106, septiembre de 2007, p. 11.



Dividida en un millón de partes = 0.000 001 mm

Figura 3.46 Si un milímetro (1×10^{-3} m) se divide en mil partes, cada sección es un micrómetro (1×10^{-6} m). Si esa milésima de milímetro se vuelve a fraccionar en mil partes, obtenemos un nanómetro (1×10^{-9} m), que es la unidad en que se miden las dimensiones de átomos y moléculas.

En la RED

Navega en esta dirección y descubre las dimensiones de algunos objetos:

<http://www.redir.mx/SQS-180>

¿De qué tamaño son las partículas que estudiamos en química? Los átomos, iones, moléculas y subpartículas (protones, neutrones y electrones) tienen dimensiones del orden de una mil millonésima parte de un metro (1×10^{-9} m), por lo que pertenecen a la **escala submicroscópica**, ya que no se pueden ver con los microscopios convencionales (figura 3.46).

En la figura 3.47 se comparan las dimensiones de algunos objetos en las escalas humana, microscópica y submicroscópica. Dependiendo del tamaño del objeto, éste se apreciará a simple vista o será necesario utilizar instrumentos como el microscopio compuesto o el electrónico.

Fíjate en que las unidades están expresadas en metros (m), centímetros (cm), milímetros (mm), micrómetros (μm) y nanómetros (nm) (figura 3.47). De acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades, estas magnitudes son **submúltiplos del metro** y su significado se muestra en el cuadro 3.11.

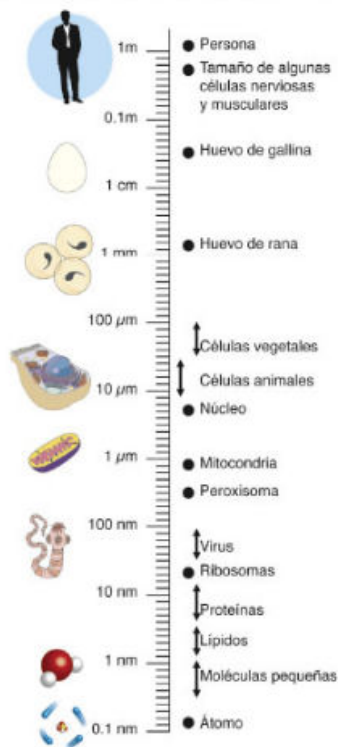


Figura 3.47 Dimensiones comparativas de varios objetos.

Cuadro 3.11 Significado de los submúltiplos del metro				
Símbolo	Prefijo	Orden de magnitud	Notación desarrollada o decimal	Cantidad
c	centi-	10^{-2}	0.01	centésimo
m	milli-	10^{-3}	0.001	milésimo
μ	micro-	10^{-6}	0.000001	millonésimo
n	nano-	10^{-9}	0.000000001	mil millonésimo
p	pico-	10^{-12}	0.000000000001	billonésimo
f	femto-	10^{-15}	0.000000000000001	mil billonésimo
a	atto-	10^{-18}	0.000000000000000001	trillonésimo



Otra unidad utilizada para expresar dimensiones atómicas es el **angstrom** (\AA), que equivale a 1×10^{-10} m (la diez mil millonésima parte de un metro).

Analicemos dichas dimensiones. Las minas de los lápices se hacen con grafito, un material constituido sólo por carbono. Una línea trazada con lápiz tiene un grosor aproximado de 0.2 mm. Considerando que el diámetro de un átomo de carbono es 1.54 \AA , ¿con cuántos átomos (uno delante de otro) se completa esa longitud?

Imagina una cantidad inicial. Ahora, calculemos esa cifra. Hay que utilizar factores de conversión para obtener dicha longitud y el tamaño de un átomo de carbono en las mismas unidades y, entonces, poder relacionarlas. Las operaciones matemáticas son:

$$0.2 \text{ mm} \left(\frac{1 \times 10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \right) \left(\frac{1 \text{ \AA}}{1 \times 10^{-10} \text{ m}} \right) \left(\frac{1 \text{ átomo}}{1.54 \text{ \AA}} \right) \approx 1.3 \times 10^6 \text{ átomos}$$

O, lo que es lo mismo, 1 300 000 átomos. ¡Una cantidad enorme! Si en un espacio tan pequeño caben tantas partículas, ya te imaginarás lo pequeñas que son.

Actividades de aprendizaje

1. Completa el cuadro 3.11 agregando ejemplos para la escala astronómica expresando todas las dimensiones en potencias de 10.
2. Escribe los siguientes números en notación decimal.
 - » 5.73×10^{-6} g
 - » 12×10^3 m
 - » 3×10^{-15} s
3. Expresa en picómetros y en angstroms las siguientes cantidades. Anota en tu cuaderno todas las operaciones que efectúes.
 - » Distancia entre el núcleo atómico y el electrón en un átomo de hidrógeno: 5×10^{-11} m
 - » Tamaño del virus del VIH: 130 nm
 - » Tamaño de un espermatozoide: 0.000055 m

Unidad de medida: mol

Cotidianamente contamos objetos de manera rápida, agrupándolos en conjuntos de dos unidades (pares), de doce unidades (docenas), en gruesas (144 piezas), en resmas (500 unidades) o en millares (1 000 objetos). Pero ¿qué debemos hacer cuando se trata de cantidades mucho más grandes?

Contar objetos en escala humana es sencillo, pero, en la submicroscópica, ¿cómo contar partículas tan pequeñas como los átomos y las moléculas? ¿Cómo saber cuántas moléculas de agua hay en una gota?

Conocer el **número de partículas que contiene un material** es importante en química, sobre todo cuando se trata de reacciones, pues la cantidad en masa de productos que se obtengan dependerá de la cantidad que se utilice de reactivos. En la preparación de disoluciones de concentración exacta también es fundamental saber qué masa de soluto hay que agregar al disolvente, dependiendo de la concentración requerida.

Una ventana a la lectura

Amplia tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:

René Drucker Colin et al., *Tercera serie de 400 pequeñas dosis de ciencia (poblanos ancestrales)*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Glosario

Mol: cantidad de sustancia que contiene tantas entidades (átomos, moléculas, iones u otras partículas) como átomos hay exactamente en 12 g del isótopo carbono-12.

Figura 3.48 En nuestro planeta, actualmente hay 1.17×10^{14} moles de personas. Si hubiera un mol, se necesitarían 85 400 000 000 000 planetas como la Tierra para albergarlas a todas.



Para indicar el número exacto de partículas en una sustancia, en química usamos el concepto de **mol**, que es la unidad de la magnitud llamada cantidad de sustancia.

Un mol equivale a 602 214 139 270 000 000 000 000 (seiscientos dos mil doscientos catorce trillones ciento treinta y nueve mil doscientos setenta billones) de entidades, número que, para términos prácticos, se expresa en notación científica como 6.02×10^{23} y que se conoce como **número de Avogadro** (representado con el símbolo N_A), en honor al científico italiano **Amedeo Avogadro** (1776-1856).

¿Te imaginas lo grande que es ese número? Si tuvieras un mol de clips y quisieras unirlos para formar una cadena, uniendo un millón de ellos por segundo, ¡te tomaría 191 millones de siglos terminar tu cadena! (figura 3.48). Haz la siguiente actividad para familiarizarte con el orden de magnitud del número de Avogadro.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Experimento

Conteo indirecto

Propósito. Estimar el número de objetos que hay en un recipiente sin contarlos uno por uno.

Materiales por equipo de dos personas

Bote, botella o frasco grande (de 1 o 2 litros de capacidad), cuchara sopera, objetos muy pequeños (lentejas, alpiste, sal de mesa, azúcar, piedritas, chaquiras o chochitos), en cantidad suficiente para llenar el recipiente, y balanza granataria.



Figura 3.49

Procedimiento

1. Reúnete con un compañero y llenen el recipiente con los objetos.
2. Estimen el número total de objetos que piensan hay en el recipiente. Argumenten su respuesta.
3. Propongan alguna manera de estimar rápidamente con cuántos objetos llenaron el recipiente.
4. Como segundo método, empleen la balanza para registrar la masa de un número conocido de objetos pequeños, por ejemplo, los que caben en una cucharada. Relacionen ese dato con la masa total de los que hay dentro del recipiente (figura 3.49).
5. Comparen los resultados obtenidos con ambos métodos y, si les es posible, cuenten uno a uno la cantidad de objetos del recipiente.

Análisis de resultados y conclusiones

Respondan las preguntas en el cuaderno.

- a. ¿Qué ventaja tiene estimar el número de objetos que llenaron el frasco pesando la masa de algunos?
- b. Si éste se llena con diferentes objetos, ¿se pueden contar con este método? Expliquen.
- c. ¿Cómo se podría utilizar este método para saber cuántas partículas hay en determinada masa de una sustancia?

Actividades de aprendizaje

Responde en tu cuaderno.

- a. Si formarás una torre con un mol de hojas de papel (grosor de una hoja: $40 \mu\text{m}$), ¿qué altura tendría? ¿Cómo sería esa longitud comparada con la distancia que hay de la Tierra al Sol ($149 \times 10^9 \text{ m}$)?
- b. Si tuvieras un mol de pesos y gastaras un millón por segundo, ¿cuántos años tendrías que vivir para gastar toda tu fortuna?
- c. Si repartieras un mol de peces entre el total de habitantes de nuestro planeta (7.07×10^9 al mes de abril de 2013), ¿cuántos le tocarían a cada uno?

De igual manera que una docena de tortillas o naranjas contienen doce unidades, **un mol de cobre, de carbono o de cualquier otra sustancia contiene exactamente 6.02×10^{23} partículas.**

Retomando el ejemplo de las docenas de tortillas o naranjas, estarás de acuerdo en que, aunque ambos conjuntos contienen el mismo número de objetos, no tienen la misma masa, ¿verdad?

Sabemos que no pesan lo mismo un par de uvas que un par de sandías, pues la masa de cada fruta es muy diferente.

Con los átomos sucede lo mismo, cada uno tiene una masa específica que depende del número de protones que hay en su núcleo, por lo que un mol de átomos de aluminio no pesa lo mismo que uno de calcio, aunque tengan la misma cantidad de átomos.

Un mol de moléculas de agua pesa 18 g, un mol de átomos de cobre pesa 63.55 g, y un mol de moléculas de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), el azúcar que comemos, pesa 342.30 g (figura 3.50). Sin embargo, en cada una de esas masas hay el mismo número de partículas: 6.02×10^{23} .

A la masa (en gramos) de un mol de unidades de una sustancia se le conoce como **masa molar**.

Para calcular la masa molar de una sustancia, basta con sumar las masas molares de cada uno de los elementos que la forman, es decir, las masas atómicas de estos, **pero expresadas en gramos por mol**. Como recordarás, las masas atómicas están registradas en la tabla periódica.

Por ejemplo, las masas molares de los elementos hidrógeno y oxígeno son, respectivamente, 1.008 g/mol y 16 g/mol . Si la fórmula del agua es H_2O , para calcular su masa molar hay que multiplicar la masa molar del hidrógeno por 2 y sumarla a la masa molar del oxígeno. Así tenemos que:

$$\text{Masa molar del H}_2\text{O} = 2 (1.008 \text{ g/mol}) + 16 \text{ g/mol} = 18.016 \text{ g/mol}$$

Una ventana a la lectura



Amplia tus conocimientos. Consulta estos libros de la Biblioteca Escolar y de Aula:

Maryb Gribbin y John Gribbin, *Del átomo al infinito. El universo a todas las escalas*, Barcelona, Oniro, 2007.

Jim Callan, *Sorpréndete con los grandes científicos*, México, Limusa-Wiley, 2005.



Figura 3.50 En todos los recipientes de la ilustración hay un mol de cada sustancia.

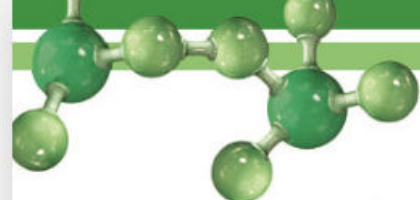


Figura 3.51 En un vaso que contiene 100 ml de agua hay 3.34×10^{21} moléculas de H_2O .

Una vez que conocemos la masa molar de una sustancia, así como el número de Avogadro, es posible calcular su masa, los moles y el número de partículas que contiene. Entonces, ¿cuántas moléculas de agua hay en una gota? (figura 3.51).

Si suponemos que una gota de agua pesa en promedio 0.05 g y relacionamos este dato con la masa molar del compuesto, tenemos que:

$$0.05 \text{ g } H_2O \times \frac{1 \text{ mol } H_2O}{18.06 \text{ g } H_2O} = 0.0028 \text{ mol } H_2O$$

Utilizando el número de Avogadro como factor de conversión, se obtiene que:

$$0.0028 \text{ mol } H_2O \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ moléculas } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 1.67 \times 10^{21} \text{ moléculas de } H_2O$$

Utilizando las masas molares y el número de Avogadro también podemos calcular la masa en gramos de una sola partícula. Por ejemplo, ¿cuál es la masa en gramos de un átomo de hierro?

Primero, conseguimos el dato de la masa molar de ese elemento, que es 55.85 g/mol. Luego lo relacionamos con el número de partículas que hay en un mol, para saber cuál es la masa de una sola:

$$\frac{55.85 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{6.02 \times 10^{23} \text{ átomos Fe}} = \frac{9.27 \times 10^{-23} \text{ g Fe}}{1 \text{ átomo Fe}}$$

Actividades de aprendizaje

1. Responde en tu cuaderno.

- » Haz todos los cálculos. Después, compara tus resultados con los de tus compañeros y consulta a tu profesor si tienes dudas.
- a. ¿Qué masa de oro necesitarías reunir para tener el número de Avogadro de átomos de dicho elemento?
- b. ¿Cuál es la masa en gramos de un átomo de carbono?

Es importante recordar que el mol no es una unidad de masa, sino una cantidad de sustancia a la que le corresponde una masa específica. Por ejemplo, un mol de plomo es una cantidad de metal que contiene exactamente 6.02×10^{23} átomos y a la que le corresponde una masa de 207.2 gramos.

Cierre

Hemos estudiado a qué se refieren las diferentes escalas con relación a las dimensiones humanas. Entonces, si nos preguntamos qué tan grandes o qué tan pequeños son los objetos, la respuesta es "depende de la escala".

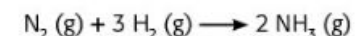
La escala astronómica es millones de veces mayor que la escala humana y ésta, a su vez, es millones de veces mayor que la escala submicroscópica. La Tierra es pequeña comparada con el Sol, pero enorme comparada con una pelota de tenis. Un eritrocito de 5 micras (μm) de ancho es enorme comparado con el diámetro de un nanotubo de carbono de 1.3 nm.



También aprendimos que las dimensiones atómicas son aun menores que las microscópicas. Vimos que la unidad para la cantidad de sustancia es el mol, el cual equivale a un número enorme de entidades (6.02×10^{23}), lo cual nos hace entender lo pequeñísimas que son esas partículas.

No podemos contar directamente los átomos y las moléculas de un compuesto, por lo que en química se utiliza un método indirecto para cuantificar el número de partículas que participa en las reacciones.

Por ejemplo, en la reacción de obtención del amoníaco, representada por la ecuación



tenemos que:

Sustancia	N_2	$3 H_2 (g)$	$2 NH_3$
masa en gramos	28	6	34
moles	1	3	2
número de partículas (moléculas)	6.02×10^{23}	18.06×10^{23}	12.04×10^{23}

Integro mis aprendizajes

Responde a lo siguiente en tu cuaderno.

1. La distancia entre la ciudad de Tijuana, Baja California, y la de Chetumal, Quintana Roo, es de 4 200 000 m. Expresa esa cantidad en kilómetros y en centímetros utilizando la notación científica.
2. El diámetro de un protón es de 0.000 000 000 000 010 m. Expresa esta cifra en picómetros, angstroms y nanómetros.
 - a. El helio es un gas que se usa en los tanques para buceo a grandes profundidades y para inflar globos. ¿Cuántos moles de átomos de helio (He) hay en 5 g de ese gas?
 - b. ¿Qué pesa más: una molécula de cafeína ($C_8H_{10}N_4O_2$) o un átomo de plomo?
 - c. Si la onza (28.35 g) de plata cuesta 287.44 pesos y tú quieres vender una joya con 2×10^{20} átomos de este metal, ¿cuánto recibirías por ella?

¿Qué he aprendido?

1. Completa el cuadro en tu cuaderno.

Objeto microscópico natural	Objeto microscópico artificial (creado por el humano)	Objeto submicroscópico natural	Objeto submicroscópico artificial (creado por el humano)
huevo de mosca	tornillo	O_2	nanotubos de carbono
			microchips que dosifican insulina

2. Calcula cuántas veces es más pequeño un glóbulo rojo ($5 \mu\text{m}$ de diámetro) que una hormiga (5 mm de largo).

3. Responde en tu cuaderno. Después, compara tus respuestas con las de tus compañeros.

- a. ¿Con cuántas personas de tu peso completarías la masa de nuestro planeta (5.97×10^{24} kg)?
- b. ¿Cuántos átomos de carbono pesan lo mismo que tú? ¿A cuántos moles equivale esa cantidad?

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

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

APRENDIZAJES ESPERADOS

- SELECCIONA HECHOS Y CONOCIMIENTOS PARA PLANEAR LA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS QUÍMICOS QUE RESPONDAN A INTERROGANTES O RESOLVER SITUACIONES PROBLEMÁTICAS REFERENTES A LA TRANSFORMACIÓN DE LOS MATERIALES.
- SISTEMATIZA LA INFORMACIÓN DE SU INVESTIGACIÓN CON EL FIN DE QUE ELABORE CONCLUSIONES, A PARTIR DE GRÁFICAS, EXPERIMENTOS Y MODELOS.
- COMUNICA LOS RESULTADOS DE SU PROYECTO DE DIVERSAS MANERAS UTILIZANDO EL LENGUAJE QUÍMICO Y PROPONE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS PLANTEADOS.
- EVALÚA PROCESOS Y PRODUCTOS DE SU PROYECTO, Y CONSIDERA LA EFECTIVIDAD Y EL COSTO DE LOS PROCESOS QUÍMICOS INVESTIGADOS.

Te invitamos a que, con tu equipo de trabajo, elabores una lista con los conceptos más importantes de los estudiados en este bloque y que estén relacionados con las preguntas que se sugieren o con alguna que a ustedes les interese. Elaboren un mapa mental o algún otro organizador gráfico con ellos.

A continuación encontrarás actividades que te serán de utilidad si eliges el proyecto "¿Cómo elaborar jabones?". Más adelante hay información respecto al segundo tema, "¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?", para que, junto con tu equipo, elijas la pregunta que más llame tu atención.

PROYECTO 1

¿Cómo elaborar jabones?

INICIO

1. En equipo, lean el siguiente párrafo relacionado con los jabones.

Los primeros relatos acerca del uso del jabón para bañarse vienen de los egipcios, alrededor del año 1500 a. C.; hacían el jabón de grasa animal y de aceite vegetal que mezclaban con sales alcalinas, como el carbonato de sodio. Alrededor del año 312 a. C., el jabón vino a ser muy popular con la construcción de los primeros baños romanos. Pero cuando el imperio romano cayó, el jabón dejó de usarse. No fue sino hasta el siglo XVII cuando la limpieza volvió a tener importancia en el estilo de vida, pero el jabón era considerado objeto de lujo. Durante este tiempo, los que hacían jabón guardaban sus fórmulas muy cuidadosamente. Fue en el siglo XX cuando se convirtió en un objeto que la mayoría de las personas podía adquirir. Algunos hasta contienen lociones y perfumes para suavizar la piel y dar una sensación de frescura. Para nosotros todo es más confortable, ¡gracias a la química, que proporciona tantas cosas para vivir mejor!

Adaptado de American Chemical Society, "Historias del jabón", en *Celebrando química*, Washington, ACS, octubre de 2002, disponible en https://portal.acs.org/preview/fileFetch/C/CSTA_015219/pdf/CSTA_015219.pdf American (Consulta: 6 de junio de 2013).

2. Con base en la lectura anterior, contesten en el cuaderno las siguientes preguntas.
 - a. ¿Qué sustancias químicas usaban para elaborar el jabón las culturas antiguas? ¿Se utilizan las mismas en la actualidad?
 - b. ¿Qué tipo de aditivos se han usado en los jabones?
 - c. ¿Consideras que el uso de jabones ha tenido consecuencias para la salud?, ¿cuáles?
3. Analicen los cuadros 3.12 y 3.13 de esta página y hagan lo que se indica. Investiguen qué ácido graso constituye a cada grasa y aceite del cuadro 3.12.
 - » Respondan en el cuaderno las siguientes preguntas.
 - a. ¿Cuántos átomos de carbono tiene cada ácido?
 - b. ¿Cómo se relaciona dicho número de átomos con la suavidad que los jabones dejan en la piel?
 - c. ¿Cuál es el precio de cada grasa y aceite?
 - d. ¿Qué aditivos consideran que son indispensables en un jabón?

Cuadro 3.12 Propiedades de algunos jabones dependiendo de su material base

Aceite o grasa base del jabón	Tipo de espuma	Propiedades limpiadoras	Acción sobre la piel
almendra	aceitosa, compacta y persistente	de medianas a buenas	muy suave
coco	no dura mucho, burbujas densas	excelentes	acción abrasiva, deja la piel áspera
oliva	aceitosa, compacta y persistente	de medianas a buenas	muy suave
ricino	espesa y duradera	suficientes	suave
soya	aceitosa, abundante, estable	suficientes	suave

Cuadro 3.13 Función de algunos aditivos para jabones

Aditivo	Función
glicerol	hidratar
colorante	modificar la apariencia o propiedades estéticas del jabón
fragancia	enmascarar el olor de la base del jabón
quelante y antioxidante	minimizar la oxidación de la base del jabón
aditivo para la piel	contrarrestar los efectos irritantes
agente antimicrobiano	como antiséptico

PLANEACIÓN

Para recordar qué actividades llevarán a cabo en ésta y las subsecuentes etapas, consulten el anexo 1, en el cual encontrarán sugerencias puntuales que les ayudarán con su proyecto. Algunas preguntas que se pueden hacer son las siguientes:

- a. ¿Se elaboraban jabones en el México prehispánico? ¿Cómo se hacían?
- b. ¿Cómo se hacen hoy los jabones? ¿Cuál es el impacto de su proceso de elaboración sobre el medio ambiente?
- c. ¿Cómo podemos elaborar un jabón en casa?

Si deciden hacer un jabón, deberán tener en cuenta las características que desean en su producto, por ejemplo, su efecto en la piel, su capacidad de hacer espuma, el costo de las materias primas, los aditivos que utilizarán, etcétera.

DESARROLLO

Investiguen algunas recetas para la elaboración de jabones y, con base en ellas, hagan una propia, teniendo en cuenta los ingredientes seleccionados para darle a su jabón las características deseadas.

Consulten con su profesor, en libros de la biblioteca o en Internet las precauciones que deben tomar para manipular cada ingrediente, así como la forma adecuada para desechar los sobrantes.

COMUNICACIÓN

Elijan la forma como van a transmitir los resultados de su proyecto. Por ejemplo, pueden elaborar un tríptico con la historia del jabón y una receta de elaboración, o bien, hacer una exposición de jabones fabricados por ustedes mismos.

EVALUACIÓN

Recuerden: la evaluación debe ser continua y les debe servir para tomar decisiones que respondan a la pregunta que guía su proyecto.

PROYECTO 2

¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

INICIO

En este bloque estudiaron cómo llevar una alimentación adecuada y acerca de la energía que proporcionan diferentes clases de alimentos. También aprendieron a elaborar una dieta correcta con base en el Plato del Bien Comer.

Para empezar a definir la pregunta que guiará el desarrollo de su proyecto, recuerden que, entre los macronutrientes, los carbohidratos contenidos en los cereales hacen una aportación muy importante a la energía que requerimos para que funcione nuestro cuerpo. Sin embargo, se sabe que para procesar esa energía se requieren micronutrientes y oligoelementos.

Consulten los cuadros de los anexos 2 y 3, en las páginas 270 y 271, éstos contienen información relativa a los alimentos y bebidas que, además de energía, proporcionan micronutrientes y oligoelementos para mantener el cuerpo en buen estado.

La mayor parte de los carbohidratos que consumimos se transforman en una azúcar llamada *glucosa*. En el hígado, ésta se transforma en una sustancia llamada *glucógeno*.

Una parte del glucógeno se almacena en los músculos y se utiliza para producir energía en situaciones que requieren una respuesta muscular rápida e intensa. Cuando el glucógeno rebasa cierta concentración, el nivel de glucosa en la sangre aumenta y, entonces, ésta se transforma en grasa que se acumula en el tejido adiposo como reserva energética (figura 3.52).



Figura 3.52 La acumulación de grasa en el cuerpo, que rebasa en 20% el máximo saludable, según la edad, el sexo y la actividad del individuo, se conoce con el nombre de *obesidad*.

Con base en la información anterior, se pueden plantear preguntas como las siguientes:

- ¿Qué ventajas y desventajas tiene consumir harinas y panes integrales?
- ¿Por qué es mejor consumir azúcar morena que blanca?
- ¿Qué carbohidratos contienen alimentos como el amaranto, la avena y la papa? ¿Qué criterio podríamos seguir para saber cuál conviene más?
- ¿Cuáles son los requerimientos energéticos para cada uno de los miembros de mi familia?
- ¿Cuál sería la mejor dieta para cada quien?
- ¿Cómo se relaciona esta dieta con su actividad física?
- ¿Cómo se puede organizar una familia para crear buenos hábitos de alimentación?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de consumir comida "rápida"?
- ¿Cuál es el costo, económico y para la salud, de beber refresco diariamente?
- ¿Qué enfermedades provoca la deficiencia de las diferentes vitaminas?
- ¿Cómo se mide el contenido energético de los alimentos?
- ¿Qué contiene la dieta básica de la población mexicana? ¿Es adecuada?

PLANEACIÓN

Dependiendo de la pregunta que escojan para su proyecto, deberán elegir las actividades que llevarán a cabo. Por ejemplo, buscar información relacionada con dietas y bebidas energizantes, hacer entrevistas, elaborar dietas para personas con características específicas (deportistas, adolescentes, niños, personas de la tercera edad, hipertensos o diabéticos), investigar los riesgos de no consumir una dieta balanceada, etcétera. Recuerden que deben planear sus actividades para terminar en el tiempo que se tiene destinado para el proyecto.

DESARROLLO

En esta etapa deben llevar a la práctica las actividades que planearon. Posiblemente, las entrevistas sean un buen instrumento para conocer los hábitos alimenticios de sus familiares y amigos. Será un buen punto de partida analizar esta información y diseñar dietas adecuadas o aquello que hayan establecido para su proyecto.

COMUNICACIÓN

Si eligen diseñar una dieta balanceada para personas con diferentes actividades, podrían, por ejemplo, elaborar un folleto y darlo a conocer en su colegio o comunidad. Este documento debe ser breve y claro. Por supuesto, pueden elegir el medio para comunicar sus resultados que mejor les parezca.

Por otro lado, si deciden abordar problemas relativos al consumo de bebidas energizantes, podrían organizar un debate con oradores a favor y en contra. También es viable hacer una presentación, muy bien fundamentada, en la cual expliquen por qué se debe evitar consumir azúcar y harinas refinadas.

EVALUACIÓN

Recuerden la importancia de evaluar la participación de cada integrante del equipo en el desarrollo del proyecto. Para ello, tengan en cuenta la rúbrica que se encuentra en la página 269 del anexo 1.

En la RED



Busquen en Internet información acerca de las bebidas energizantes. Pueden, por ejemplo, revisar la siguiente dirección electrónica:

<http://www.redir.mx/SQS-189>.

Es posible que les interese contestar preguntas como las siguientes:

- ¿Cuál es la diferencia entre las bebidas para deportistas y las energizantes?
- ¿Es conveniente ingerir bebidas para deportistas si no hacemos ejercicio?
- ¿Cuáles son los problemas que puede causar al organismo mezclar estas bebidas con bebidas alcohólicas?

Amplio mis conocimientos



Para prevenir la obesidad, las personas debemos procurar hacer ejercicio, llevar una dieta balanceada y cuidar que nuestra cintura no mida más de 80 cm en promedio.

Evaluación tipo PISA

Lee el siguiente texto y, a continuación, haz lo que se te solicita en cada reactivo.

La fijación del nitrógeno

A pesar de que el nitrógeno molecular está en el aire en un 80%, aproximadamente, las plantas no lo pueden asimilar de manera directa, ya que primero debe combinarse para formar compuestos; esto se consigue de manera natural o mediante fertilizantes que los humanos producen industrialmente, como es el nitrato de amonio. Este compuesto se genera cuando el amoniaco (NH_3), obtenido a altas presiones y temperaturas a partir de hidrógeno y nitrógeno molecular, reacciona con el ácido nítrico (HNO_3):



El nitrato de amonio es uno de los productos químicos de mayor producción en el mundo (figura 3.53); esto, a partir de la revolución verde, cuando la producción de alimentos vegetales —asociada al uso intensivo de productos agroquímicos— aumentó en gran escala.

En la naturaleza hay microorganismos capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en compuestos que sí pueden asimilar las plantas, como los iones amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-), y lo hacen a temperatura y presión ambiental por la acción de una enzima que se conoce como **nitrogenasa**. Las sales del ion amonio son muy solubles en agua; de esa manera, éste puede ser asimilado por los vegetales.



Figura 3.54 La planta de frijol es una leguminosa que forma nódulos en la raíz al asociarse de modo simbiótico con la bacteria *Rhizobium phaseoli*.

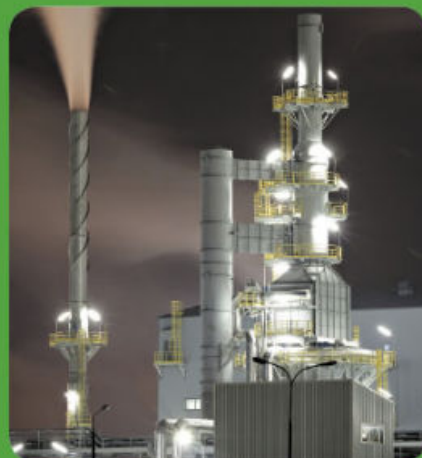


Figura 3.53 Planta industrial de nitrógeno.

También algunas bacterias logran fijar el nitrógeno por sí mismas, en vida libre, y otras lo hacen en relación simbiótica con las raíces de algunas plantas, en particular, con leguminosas como el frijol y el chícharo (figura 3.54). Sin embargo, en los suelos que constantemente utilizan fertilizantes se ha encontrado una disminución de dichas bacterias fijadoras de nitrógeno.

Desde la antigüedad, la humanidad ha aprovechado las cualidades de estas bacterias para proveer del nitrógeno que requieren para su desarrollo a cereales como el maíz, la cebada, el trigo, el amaranto y la avena.

En consecuencia, cuando consumimos vegetales obtenemos el nitrógeno que necesitamos para mantener en buen estado nuestro cuerpo.

Reactivo 1

Si de manera natural las plantas toman el nitrógeno que necesitan, ¿por qué crees que se usan fertilizantes nitrogenados? Responde en tu cuaderno aportando argumentos suficientes y pertinentes en términos científicos.

Reactivo 3

¿Cuál es la importancia del nitrógeno en nuestra dieta?

- Forma parte de las proteínas que sintetizan las plantas después de tomarlo del suelo.
- Es necesario para la formación de los huesos.
- Forma parte de las bacterias que ayudan a que el aparato digestivo lleve a cabo sus funciones.
- Se requiere para formar la enzima nitrogenasa.

Reactivo 5

Plantea dos preguntas relacionadas con el texto anterior, a partir de las cuales se pueda investigar más acerca de este tema.

Reactivo 2

Con base en la lectura anterior, para cada una de las siguientes afirmaciones encierra en un círculo la palabra *Sí* o *No*, según corresponda.

En los sembradíos de cereales, los suelos fertilizados con nitrato de amonio tienen también bastantes bacterias fijadoras de nitrógeno.	Sí	No
La producción de vegetales es mayor cuando se utilizan fertilizantes químicos.	Sí	No
La producción de fertilizantes deteriora los suelos y algunos cereales no pueden crecer en ellos.	Sí	No
Los humanos podemos vivir sin las bacterias que fijan el nitrógeno.	Sí	No

Reactivo 4

¿Cuál es la diferencia entre utilizar sales de nitrógeno sintéticas y naturales? Explica esta diferencia considerando todos los factores que creas importantes.



BLOQUE 4

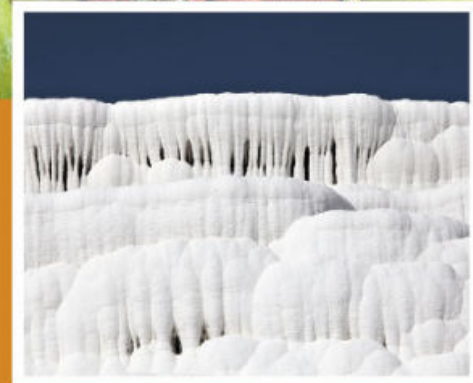
La formación de nuevos materiales

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

Lección 1 Propiedades y representación de ácidos y bases

Aprendizajes esperados

- Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.
- Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.
- Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.



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

Lección 2 Toma de decisiones relacionada con: importancia de una dieta correcta.

Aprendizajes esperados

- Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.
- Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.
- Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.

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

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

(Preguntas opcionales)

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

Aprendizajes esperados

- Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.
- Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.



Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

Lección 3 Características y representaciones de las reacciones redox. Número de oxidación

Aprendizajes esperados

- Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.
- Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.
- Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.



La química estudia las propiedades y la estructura de las sustancias, así como sus reacciones. En este bloque estudiaremos una parte de ese universo: los cambios en los que participan ácidos y bases, además de las reacciones de óxido y de reducción.

Gran parte de los compuestos que dan sabor a nuestra comida, que estructuran y equilibran la vida, los que tiñen a los lagos volcánicos, que dañan o ayudan a preservar el ambiente, que se usan en pilas, fertilizantes, cosméticos, jabones, colorantes, explosivos, bebidas, medicamentos, pinturas, detergentes y baterías de automóviles, entre otras muchas cosas, son ácidos, bases, oxidantes o reductores.

Reflexiona

- ¿Cómo son los ácidos y las bases?
- ¿Para qué sirven las sustancias oxidantes y reductoras?
- ¿Cómo podemos aprovechar el conocimiento de las propiedades de ácidos, bases, oxidantes y reductores en nuestro beneficio?

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

Lección 1 Propiedades y representación de ácidos y bases

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA ÁCIDOS Y BASES EN MATERIALES DE USO COTIDIANO.
- IDENTIFICA LA FORMACIÓN DE NUEVAS SUSTANCIAS EN REACCIONES ÁCIDO-BASE SENCILLAS.
- EXPLICA LAS PROPIEDADES DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES DE ACUERDO CON EL MODELO DE ÁRRHENIUS.

Inicio



Figura 4.1 Los cítricos y algunas verduras contienen ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) o *vitamina C*, un nutriente que debemos consumir en los alimentos, ya que nuestro cuerpo no lo sintetiza.

A lo largo de este libro has aprendido que la química está en todos lados: en lo que sucede en la naturaleza, en las actividades humanas, en nuestro organismo y en las estrellas y sus alrededores.

Veamos ahora la trascendencia de dos clases de sustancias químicas muy importantes para el buen funcionamiento de nuestro organismo, así como para la industria: los ácidos y las bases.

Para pensar...

Mi tío Camilo es plomero. Mi mamá lo llamó ayer para que nos ayudara a destapar la cañería. Ella había tratado de hacerlo antes de llamarlo, vertiendo agua caliente.

Observé que mi tío cortó un pedazo de la instalación, un tubo de cobre que dentro tenía algo parecido a una capa de roca incrustada. Después, puso un tubo nuevo y nos dijo:

—Para que no les vuelva a suceder, viertan por la coladera un poco de ácido muriático diluido de vez en cuando.

"¿Ácido? —pensé—. ¿Será algo así como el jugo de limón? ¿Y por qué evita que se forme esa roca en las tuberías?"

- ¿Cómo distingues entre un ácido y una base?
- ¿Qué sustancias se forman cuando reaccionan ambos?

Desarrollo

La palabra **ácido** proviene del latín *acidus*, que significa "agrio", y debido a esa propiedad característica podemos reconocerlos por su sabor. Así, decimos que el jugo de limón, la naranja o la piña son ácidos. También los tomates verdes y rojos, los chiles, el brócoli, los pimientos verdes, el vinagre y la leche cortada contienen sustancias ácidas (figura 4.1). Otro modo de distinguirlos es por su acción irritante o quemante sobre la piel.

En casa, a veces se utiliza ácido muriático para quitar el sarro, dicho producto es una mezcla de agua, cloruro de hidrógeno (HCl) y sales minerales, principalmente. Por otro lado, el líquido de las baterías para automóviles contiene ácido sulfúrico (H_2SO_4), que favorece la generación de energía eléctrica mediante reacciones químicas.

Ciertos analgésicos contienen compuestos ácidos, como la aspirina, que contiene ácido acetilsalicílico ($C_9H_8O_4$) como principio activo.

El ácido láctico ($C_3H_6O_3$) da su sabor característico a la leche y a todos sus derivados, como los quesos, la crema y los yogures. También es un ingrediente en cosméticos antiedad, ya que suaviza la piel y mejora su tono.

Las espinacas tienen un alto contenido de ácido oxálico ($C_2H_2O_4$). Los vinos contienen ácido tartárico ($C_4H_6O_6$), sustancia presente en las uvas con las que se fabrica esta bebida tan antigua como las civilizaciones humanas.

El vinagre, usado en guisos, ensaladas y para limpiar vidrios, es una mezcla entre cuyos ingredientes se encuentra el ácido acético ($C_2H_4O_2$). Los refrescos de cola contienen sustancias ácidas, por eso, consumirlos en exceso daña el esmalte dental.

Los ácidos también están presentes en el ambiente. Por ejemplo, el fenómeno conocido como **lluvia ácida** involucra las reacciones indicadas en las ecuaciones de la figura 4.2.

Cuando la lluvia es ácida daña edificaciones, esculturas de bronce, nuestra piel y cabellos, además de que afecta a otros seres vivos terrestres (árboles, aves, etcétera) y acuáticos (plantas y peces) (figura 4.3).

Las **bases** o **álcalis** (del árabe *al-qaliy*, "cenizas") son sustancias de sabor amargo, resbaladizas al tacto en presencia de agua y algunas irritan la piel. Los antiácidos, los líquidos des-tapacaños, los limpiadores de hornos, los jabones, las cremas para depilar y algunos desinfectantes contienen bases.

La cal (óxido de calcio, CaO) es una sustancia que al mezclarse con agua produce hidróxido de calcio (comúnmente conocido como **cal apagada**), un sólido de fórmula $Ca(OH)_2$ y que se usa para blanquear bardas o troncos de árboles. También fue muy utilizado por los pueblos mesoamericanos en la fabricación de **estuco**, material con el que decoraban sus edificaciones.

Otras sustancias alcalinas que se conocen desde el México prehispánico son el hidróxido de sodio (sosa, $NaOH$) y el carbonato de sodio (Na_2CO_3). A principios del siglo XIX, Alexander von Humbolt recorrió nuestro país y describió con detalle la vida y las costumbres de la época:

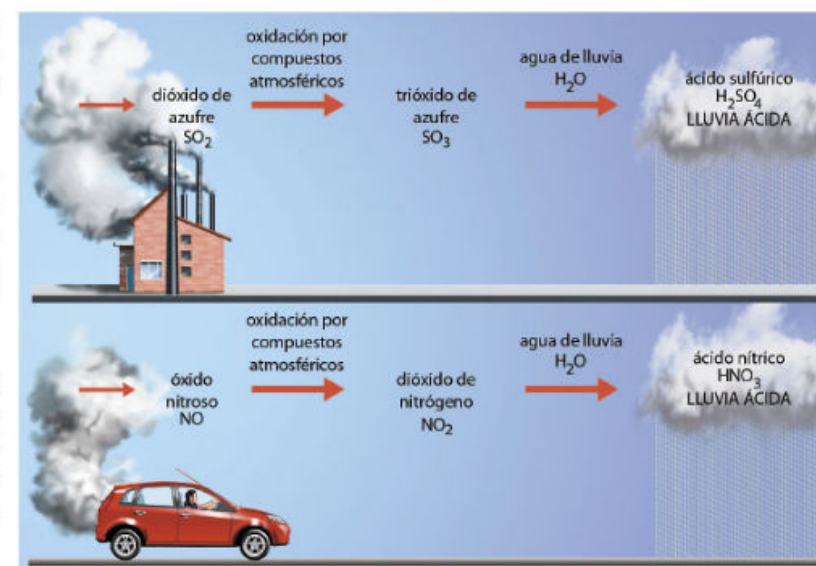


Figura 4.2 Los óxidos de azufre y de nitrógeno que se emiten como contaminantes al ambiente reaccionan con la humedad del aire y el agua de lluvia para formar ácidos, como el sulfúrico y el nítrico.



Figura 4.3 La lluvia ácida destruye esculturas históricas y grandes extensiones de áreas verdes, que son irreversibles, por desgracia.

Glosario

Estuco: pasta usada en la construcción. Contiene normalmente cal, polvo de mármol, yeso y pigmentos. Se usa para recubrir paredes y adornar techos.



Figura 4.4 Además de usarse en la fabricación de jabón, el tequesquite es un ingrediente importante en la cocina mexicana.

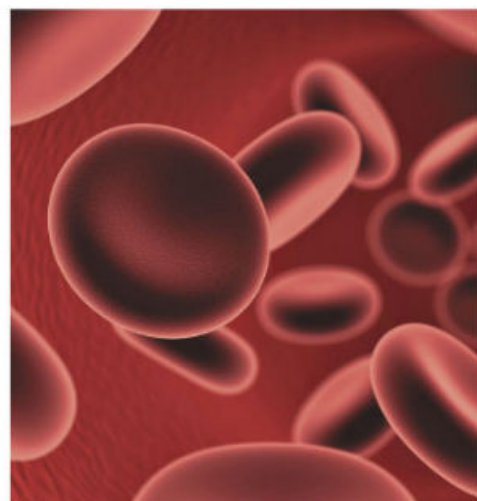
Respecto al comercio del jabón, menciona: En Puebla, México y Guadalajara, la fabricación de jabón sólido es objeto de comercio considerable. La primera de estas fábricas produce cerca de 200 000 arrobas al año [más de 17 000 kilogramos]. En la intendencia de Guadalajara se cuentan por el valor de 260 000 pesos. Favorece mucho a esta fabricación la abundancia de sosa, que se encuentra casi por todas partes en la meseta interior de México, a 2 000 o en el valle de México, en las orillas de los lagos de Texcoco, de Zumpango y de San Cristóbal; en los llanos que rodean a la ciudad de Puebla; en los que se extienden desde Celaya hasta Guadalajara... Ignoramos si se debe su origen a la descomposición de las rocas volcánicas o a la acción lenta de la cal sobre la sal. En México, por 62 pesos se compran 1 500 arrobas de tierra tequesquitos, una tierra arcillosa impregnada de mucho carbonato y de un poco de sal. Estas 1 500 arrobas, purificadas en las fábricas de jabón, dan 500 arrobas [43 kg] de carbonato de sodio puro [figura 4.4].

Tomado de Andoni Garriz y José A. Chamizo, *La química en México. Un poco de la historia científica mexicana*, México, IICE, [sin año], disponible en http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec_5.htm (22 de mayo de 2013).

Glosario

Hiperventilación: respiración rápida que puede presentarse cuando entramos en pánico o si hay enfermedades respiratorias o cardíacas. Ocasiona bajos niveles de dióxido de carbono en la sangre.

Figura 4.5 Los eritrocitos (glóbulos rojos) contienen hemoglobina, enzimas, iones bicarbonato y ácido carbónico, con lo cual regulan la acidez sanguínea.



Desde esa época, los ácidos y las bases han sido importantes en las actividades cotidianas. En la cocina mexicana, por ejemplo, se usa la misma cal que se usa en las construcciones, para hacer la masa de maíz para tortillas y preparar el maíz pozolero. En cambio, se emplean ácidos en la fabricación de bebidas y encurtidos y se producen en algunos fermentados.

Los cultivos de maíz y papa requieren tierra ligeramente ácida para prosperar, y muchas flores deben sus llamativos colores a las condiciones de acidez del suelo donde crecen, ya que sus pigmentos son sensibles a los ácidos y las bases.

Como ya mencionábamos al comienzo de esta lección, los ácidos y las bases tienen una función central en el funcionamiento de nuestro organismo. Muchas reacciones metabólicas, como las relacionadas con los procesos de respiración, digestión y desintoxicación de la sangre, suceden sólo si se tienen las condiciones de acidez o alcalinidad exactas.

Nuestra sangre es ligeramente ácida. Cuando ese nivel de acidez aumenta (acidosis) o disminuye (alcalosis) sobrevienen síntomas que de no atenderse adecuadamente ocasionan la muerte.

El control del nivel de acidez en la sangre involucra varios procesos químicos acoplados y complejos en los que intervienen sustancias como el dióxido de carbono (CO_2), el ácido carbónico (H_2CO_3) y el ion bicarbonato (HCO_3^-) (figura 4.5).

Las principales causas de la acidosis son fallas en el funcionamiento de los riñones, ingesta excesiva de antiácidos, vómito recurrente o enfermedades respiratorias. La alcalosis se produce por la toma de diuréticos y medicamentos alcalinos, la retención de bicarbonato en los riñones o por **hiperventilación** (figura 4.6 de la página siguiente).

Aunque sabemos qué sabor o qué sensación al tacto presentan los ácidos y las bases, nunca debes de tratar de reconocerlos pro-

bándolos o tocándolos, sobre todo porque se trata de sustancias tóxicas al ser ingeridas o inhaladas. Para ello existen técnicas como el uso de indicadores ácido-base.

A las reacciones químicas entre ácidos y bases se les conoce como **reacciones de neutralización**. Como en cualquier reacción química, los productos no tienen las mismas propiedades que los reactivos, ya que son sustancias diferentes, y en el caso de estas reacciones, la mezcla de productos que se obtiene al final no es ácida ni básica, es como el agua: neutra.

Lleva a cabo las siguientes actividades para seguir conociendo más acerca de los ácidos y las bases que nos rodean.

Actividad de aprendizaje

Escribe en tu cuaderno dos listas, una con productos ácidos que conoces y otra con los básicos o alcalinos. Anota los usos de cada uno.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Figura 4.6 Un remedio para la hiperventilación es respirar lentamente por la boca dentro de una bolsa de papel. Así se reabsorbe el CO_2 , que exhalamos y se restaura poco a poco la acidez sanguínea.



Experimento ¿Ácido o base?

Propósito. Clasificar varios productos de uso cotidiano como ácidos o bases usando un indicador (en este caso papel tornasol) y observar la reacción de un ácido con una base.
Nota: El tornasol es un indicador de la acidez o la basicidad, ya que adquiere un color diferente en una u otra condición.

Materiales

Productos domésticos diferentes, papel tornasol, vasos de precipitados o frascos de vidrio pequeños, dos frascos con tapa (para guardar los sobrantes), agitador de vidrio o popote largo, etiquetas adheribles o plumón, ácido muriático, hidróxido de sodio sólido (sosa cáustica), agua destilada, jeringa o pipeta graduada de 5 ml, probeta de 100 ml o taza medidora, espátula o cuchara de plástico, balanza.

Experimento 1

Procedimiento

1. Coloca un poco del producto que analizarás en uno de los vasos.
2. Tócalo con una tira de papel tornasol y observa qué color toma ésta. Los ácidos la cambian de azul a rojo y las bases, de rojo a azul (figura 4.7).
3. Haz lo mismo con el resto de las muestras y clasifícalas como ácidos o bases.

Contesta

¿Coincide esta clasificación con la de la actividad de aprendizaje anterior?
¿Qué criterios usaste entonces?



Figura 4.7

Actividad experimental

Experimento 2

Procedimiento

1. Las disoluciones que ocuparás provocan **abrasiones** en la piel y desprenden vapores tóxicos, así que usa guantes, bata y lentes de protección para evitar quemaduras en los ojos. En caso de salpicaduras en la piel, debe lavarse con chorro de agua corriente por 15 minutos para diluirlo; si ha caído sobre la ropa hay que quitar la prenda y lavar la piel.
2. Coloca 46 ml de agua destilada en la probeta. Con mucho cuidado, toma 4 ml de ácido muriático con la jeringa y agrégalos. Mezcla bien. Trasvasa a uno de los frascos con tapa y etiquétalo como HCl al 2%.
3. Comprueba que es una disolución ácida usando el papel tornasol.
4. Enjuaga la probeta y la jeringa con agua de la llave.
5. Pesa en una balanza 1 g de hidróxido de sodio (para colocar el sólido, usa el frasco donde guardarás la disolución). Retira de la balanza el recipiente con la sosa, mide 50 ml de agua destilada con la probeta y agrégasela (figura 4.8).
6. Agita hasta disolver el sólido. Etiqueta el frasco como NaOH a 2%.
7. Comprueba que es una disolución básica con el papel tornasol.
8. En otro vaso, coloca 10 ml de cada muestra; agita la mezcla y usa papel tornasol para saber si la disolución resultante es ácida o básica.
9. Registra en tu cuaderno todos los resultados. Desecha por el drenaje esta última disolución y conserva los sobrantes para el próximo experimento.



Figura 4.8

Contesta

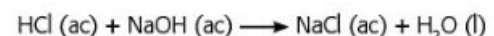
¿Cómo es la acidez de la disolución final comparada con la de las iniciales? Explica a qué se deben las diferencias.

Los ácidos, las bases y las sales

Tanto ácidos como bases se usan ampliamente como materias primas en diversas industrias porque al reaccionar entre ellos producen sustancias con usos variados como, por ejemplo, los fertilizantes.

Las **reacciones de neutralización** (ácido más base) generan como productos agua (H₂O) y una **sal**, nombre que reciben los compuestos formados por la unión de iones positivos y negativos (cationes y aniones).

Veamos el caso de la reacción entre el ácido clorhídrico (HCl) y el hidróxido de sodio (NaOH). La ecuación balanceada que representa este cambio químico es:



La sal que se obtiene es el cloruro de sodio (NaCl), a la cual probablemente conoces muy bien, ya que la usamos todos los días para condimentar nuestros alimentos. Por ser una sal soluble en agua, en la ecuación lleva la abreviatura (ac). Como queda en disolución acuosa, para recuperarla hay que calentar hasta que se evapore todo el líquido.

Glosario

Abrasión: ulceración poco profunda de la piel o de las mucosas por quemadura o traumatismo.

El cloruro de sodio es una sal importantísima por sus miles de usos. Industrialmente sirve para producir sosa cáustica (NaOH) y cloro (Cl₂); también como conservador y saborizante de alimentos (figura 4.9), en la preparación de salmueras, electrolitos orales y productos lácteos como la mantequilla, los helados y los quesos; es ampliamente usada en el curtido de pieles, la fabricación de adhesivos, perfumes, cerámicas, polímeros, insecticidas, pinturas, papel y lubricantes, así como en los procesos metalúrgicos, el teñido de telas, el tratamiento de aguas negras y para derretir el hielo en las carreteras, entre muchísimas otras aplicaciones.

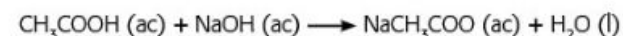
La reacción de neutralización entre el carbonato de calcio, una base que se deposita en el interior de los calentadores de agua y obstruye su flujo, y el ácido muriático, cuyo ingrediente principal es el ácido clorhídrico, se representa como:



Cuando la base es un carbonato, además de agua y una sal, se obtiene dióxido de carbono como producto.

El cloruro de calcio (CaCl₂) se usa como desecante (absorbe la humedad), suplemento alimenticio y aditivo en la fabricación de plásticos, así como en la elaboración de queso, la síntesis de cloro gaseoso y el tratamiento de aguas residuales, entre otras cosas.

Otro ejemplo de reacción de neutralización sucede entre el ácido acético (CH₃COOH), presente en el vinagre, y el hidróxido de sodio:



La sal que se obtiene es el acetato de sodio, una sustancia empleada en las industrias del papel y los textiles, en el curtido de pieles y en la fabricación de caucho sintético. También se utiliza como saborizante y conservador de alimentos, y en las bolsas térmicas que se aplican como compresas calientes (figura 4.10).

Observa las fórmulas del ácido, la base y la sal en cada una de las ecuaciones anteriores.

Para escribir la fórmula de las sales obtenidas en una reacción de neutralización hay que unir al anión (especie negativa) del ácido con el catión (especie positiva) de la base:

HCl	NaOH
NaCl	

Para escribir la fórmula del acetato de sodio (NaCH₃COO) se procede de manera similar:

CH ₃ COOH	NaOH
NaCH ₃ COO	



Figura 4.9 Los procesos de salado y secado son muy eficaces en la conservación de productos cárnicos.



Figura 4.10 Estas compresas contienen un gel con una disolución saturada de acetato de sodio. Al doblar la lámina central se activa la cristalización de la sal, lo que desprende energía calorífica; por eso se usan para desinflamar, para calentar biberones o en los tortilleros de tela.

Amplíe mis conocimientos



La sal de mesa es, en realidad, una mezcla de sales: cloruro de sodio, dióxido de silicio, fluoruro de potasio, yodato de potasio y ferrocianuro de sodio. Se obtiene de rocas extraídas de las minas o por evaporación del agua marina.

En la antigüedad era tan preciada que en los lugares del mundo donde escaseaba se utilizaba como moneda y se le llamaba *salarium*, vocablo latino del que proviene la palabra *salario*.

Como ves, las especies químicas sobrantes, luego de unir los iones que forman la sal, son las que forman las moléculas de agua (H^+ y OH^-).

Actividades de aprendizaje

1. Escribe la fórmula química de las sales que se forman en las siguientes reacciones de neutralización.
 - » $HNO_3 + LiOH$ » $Ca(OH)_2 + HF$ » $HBr + NaOH$
2. Compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo y luego pidan a su profesor que revise si están bien escritas.
3. Un reto más: escribe las ecuaciones químicas balanceadas para cada proceso de neutralización.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental

Equivocadamente se piensa que las sales producidas con las reacciones de neutralización son precisamente neutras, es decir, que no son ácidas ni básicas. Esto no es necesariamente así, pues existen sales ácidas, neutras y básicas.

El cloruro de sodio es neutro, el cloruro de calcio es ácido y el acetato de sodio es alcalino o básico.

En el cuadro 4.1 se muestran varias sales que se obtienen mediante reacciones de neutralización. Se señalan sus fórmulas y sus principales usos.

Cuadro 4.1 Fórmulas y usos de algunas sales		
Nombre de la sal	Fórmula	Usos
sulfato de amonio	$(NH_4)_2SO_4$	fertilizante
bicarbonato de sodio	$NaHCO_3$	antiácido, desodorante, polvos para hornear
cloruro de potasio	KCl	sustituto de la sal de mesa
carbonato de sodio	Na_2CO_3	ablandador de agua, fabricación de vidrio
sulfato de bario	$BaSO_4$	suspensión que se administra como medio contrastante en la toma de radiografías
fluoruro de sodio	NaF	síntesis de compuestos orgánicos como el teflón
sulfato de magnesio	$MgSO_4$	fuelle de magnesio en agricultura, purgante, inyecciones contra los calambres

Actividades de aprendizaje

- De acuerdo con lo explicado anteriormente en cuanto a la escritura de las sales obtenidas por reacciones de neutralización, haz lo siguiente.
1. Escribe en tu cuaderno las ecuaciones químicas de las reacciones con las que se forman las sales mostradas en el cuadro 4.1.
 2. Intercambia tu trabajo con un compañero y revisen las respuestas. En caso de ser necesario, soliciten a su profesor que las revise y les ayude a corregir aquellas ecuaciones que están equivocadas.



Experimento
¿Es o no es un electrolito?

Propósito. Analizar la conductividad eléctrica de las disoluciones acuosas de un ácido, una base y una sal.

Materiales
Disoluciones de ácido muriático e hidróxido de sodio a 2%, sal de mesa, azúcar (sacarosa), vinagre, bicarbonato de sodio, agua destilada, etiquetas o plumón, siete frascos o vasos de precipitados pequeños, circuito eléctrico (construido con dos minas de grafito o dos trozos de alambre de cobre, una pila de 9 V, un foco de 5 a 10 W y tres cables con pinzas caimán).



Figura 4.11 Circuito eléctrico para probar la conducción eléctrica de disoluciones.

- Procedimiento**
1. Construye el circuito eléctrico (figura 4.11).
 2. Etiqueta los frascos con el nombre de cada muestra.
 3. Coloca el mismo volumen de cada muestra líquida (ácido muriático a 2%, hidróxido de sodio a 2%, vinagre y agua destilada) en el frasco que le corresponda.
 4. Para las muestras sólidas, coloca una pizca del material en el frasco correspondiente y agrégale 20 ml de agua destilada. Agita hasta disolver.
 5. Introduce los electrodos del circuito en cada muestra y registra los resultados en un cuadro como el siguiente (determina la conductividad en este orden):

Muestra	¿Conduce la corriente eléctrica (enciende el foco)?
agua destilada	
azúcar	
vinagre	
ácido muriático	
hidróxido de sodio	
bicarbonato de sodio	
cloruro de sodio	

6. Entre muestra y muestra, enjuaga con agua limpia los electrodos y sécalos.

Contesta

- a. ¿Cuáles sustancias son electrolitos y cuáles no los son?
- b. ¿Cómo se explica que unas conduzcan la corriente eléctrica y otras no?

Actividad experimental

Modelo de Arrhenius

Ya estudiaste qué ácidos y qué bases están en nuestro entorno, cuáles son algunos de sus usos y cómo reaccionan entre ellos. La actividad experimental de las páginas 197 y 198 te sirvió para saber cómo se comportan ácidos, bases y sales en contacto con el agua.

En tu curso de Ciencias II viste que la conducción de la corriente eléctrica se presenta en un material cuando existen partículas con carga eléctrica (positiva o negativa) con libertad de movimiento. En este curso vimos que los metales y los sólidos iónicos fundidos son buenos conductores de la electricidad.

De acuerdo con los resultados del experimento anterior, también hay disoluciones (llamadas **electrolitos**) que son buenas conductoras de la corriente eléctrica. Son electrolitos las sustancias que conducen la electricidad cuando están disueltas en agua.

Para que se encienda el foco en el dispositivo que armaste, la corriente aportada por la pila debe llegar de un electrodo al otro, de modo que se cierre el circuito; esto sólo es posible si hay iones en la disolución. Lo anterior nos hace pensar que los electrolitos contienen partículas cargadas eléctricamente.

Uno de los modelos científicos que explican la conductividad eléctrica de los ácidos, las bases y las sales es el propuesto por **Svante August Arrhenius** (1859-1927) en 1884.

Este científico sueco investigó la conductividad de las disoluciones acuosas de diferentes sustancias en su tesis de doctorado. A partir de los resultados que obtuvo, concluyó que algunas sustancias en disolución acuosa conducen la corriente eléctrica porque, al entrar en contacto con el agua, se separan en iones que se mueven con cierta libertad a través de ese medio.

Aunque en un principio la comunidad científica no aceptó del todo la idea, 19 años más tarde, en 1903, su llamada **teoría de la disociación electrolítica** fue el motivo por el cual le otorgaron el Premio Nobel de Química.

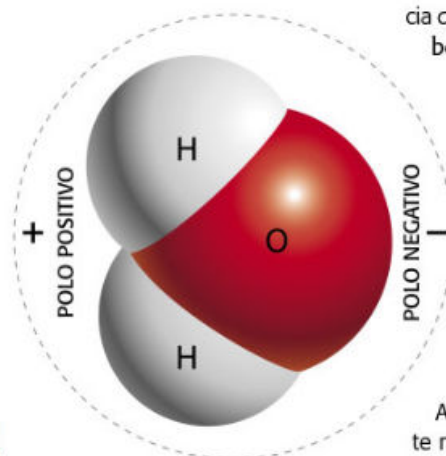


Figura 4.12 Representación de la molécula del agua, que indica sus polos eléctricos.

La teoría de Arrhenius dice que un ácido es una sustancia que al disolverse en agua se disocia (o ioniza) y libera cationes H^+ (llamados protones) y aniones.

Por otro lado, una base es aquella sustancia que al entrar en contacto con agua se disocia (o ioniza) y libera aniones OH^- (llamados iones hidroxilo, oxhidrilo o hidróxido) y cationes.

¿Qué sucede cuando un sólido iónico como el cloruro de sodio entra en contacto con un disolvente como el agua?

Aunque las moléculas del agua son eléctricamente neutras, tienen una zona positiva y otra negativa, conocidas como polos. La figura 4.12 ilustra dicha situación.



Los iones Na^+ y Cl^- son rodeados por las moléculas del agua, que se orientan de manera diferente según se trate del catión o del anión. Recuerda que cargas iguales se repelen y cargas opuestas se atraen.

Este proceso, conocido como **solvatación**, se explica en la figura 4.13.

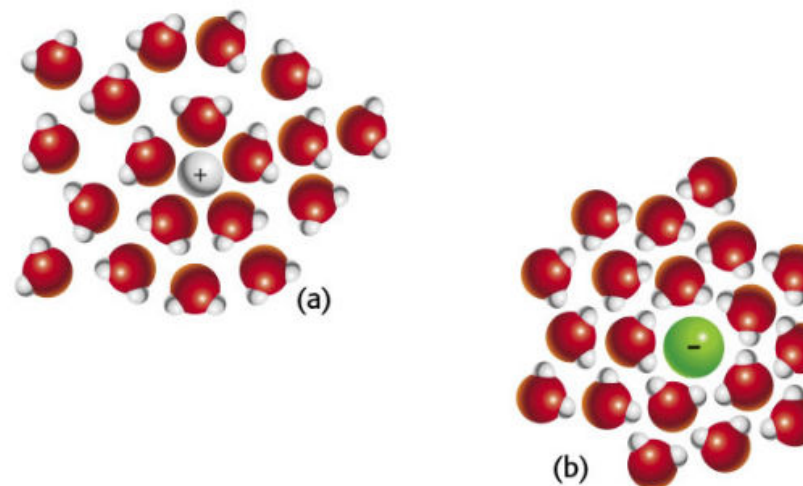


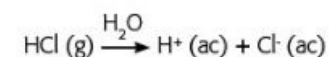
Figura 4.13 Representación del fenómeno de solvatación, de un catión (a) y de un anión (b).

Cada catión (Na^+), de color plateado, es rodeado por moléculas de agua que orientan su polo negativo hacia él (figura 4.13a), y cada anión (Cl^-), de color verde, queda rodeado de moléculas que ubican su polo positivo hacia ese ion (figura 4.13b).

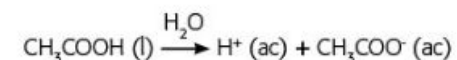
Cuando el soluto ya contiene iones en su estructura y el agua sólo aísla los iones presentes, se dice que se ha **disociado**.

¿Y cómo interaccionan los ácidos y las bases con el agua, según Arrhenius?

En el caso de los electrolitos que no son sustancias iónicas, por ejemplo, en el doruro de hidrógeno (HCl), que es una sustancia covalente, la interacción con el agua es tal que los elementos se separan y quedan como iones en la disolución:

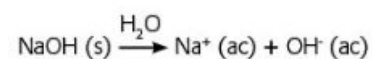


Un proceso similar sucede con el ácido acético, sustancia que da su sabor característico al vinagre:



En ambos casos se dice que el agua ha ionizado al soluto. Como se ve en las ecuaciones, la solvatación de esas sustancias produce iones H^+ (protones), por lo que son ácidos de Arrhenius.

En el caso de una base como el hidróxido de sodio (NaOH), la ecuación que representa su disolución en agua es:



Este soluto es una sustancia iónica, se disocia en el agua y como genera iones OH^- (hidroxilo) se clasifica como base de Arrhenius.

Otros conceptos que se derivan de esta teoría son los de ácido o base fuerte y ácido o base débil.

En la figura 4.14 se ve que en un ácido fuerte en disolución (a) todas las moléculas se ionizan y generan partículas con carga eléctrica, mientras que en un ácido débil sólo se ioniza un pequeño porcentaje, lo que produce, por tanto, una cantidad menor de iones en el agua, en comparación con el ácido fuerte.

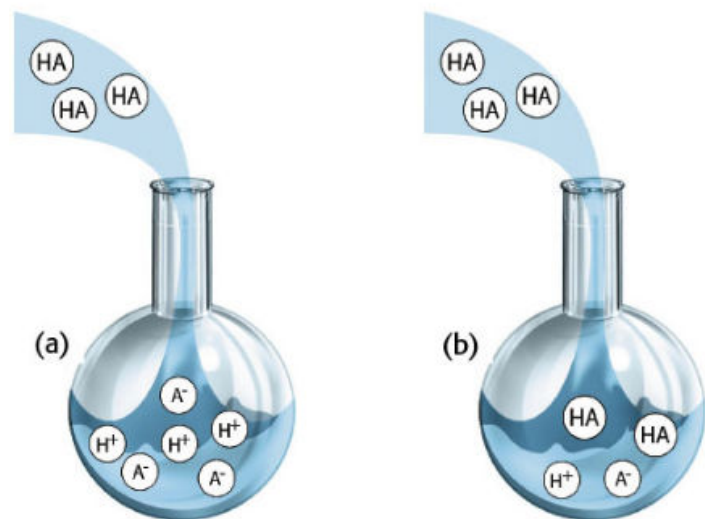


Figura 4.14 Esquema que representa un ácido fuerte (a) y uno débil (b) en disolución.

Así, la fuerza de un ácido o una base depende de cuánto se ionice en disolución acuosa. Para los electrolitos en general, a mayor concentración de iones en la disolución corresponde mayor conductividad eléctrica, aunque si la concentración del ácido es demasiado alta, en lugar de favorecer el paso de la corriente, aumenta su resistencia.

Las disoluciones acuosas se clasifican en electrolitos y no electrolitos. Los primeros, a su vez, se dividen en fuertes y débiles. Algunos ejemplos se muestran en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Sustancias que son electrolitos (fuertes y débiles) y no electrolitos

Electrolito fuerte	Electrolito débil	No electrolito
HCl	CH_3COOH	$C_{12}H_{22}O_{11}$, sacarosa
H_2SO_4	HF	C_2H_6O , etanol
NaOH	HNO_2	
compuestos iónicos	agua pura	

Actividad de aprendizaje

Dibuja en tu cuaderno un esquema que represente la interacción del agua con el hidróxido de potasio (KOH) y la interacción con el ácido fluorhídrico (HF). Escribe las ecuaciones químicas respectivas.

Glosario

Logaritmo: función matemática donde un número x es igual a la potencia y de un número base a . De tal forma que $y = \log_a x$ implica que $x = a^y$. Así, $pH = -\log [H^+]$, donde $[H^+]$ es la concentración molar (mol/L) del ion H^+ .

El pH

Gracias a la teoría de la disociación electrolítica se desarrollaron métodos y aparatos para cuantificar la acidez de las disoluciones.

En 1909, Søren Peter Lauritz Sørensen (1868-1939), químico danés, propuso una escala numérica para expresar la acidez o basicidad de las sustancias, la cual va desde el cero hasta el 14 y se conoce como escala de pH.

Las sustancias ácidas tienen valores de pH entre 0 y 7; en las neutras, el pH es igual a 7; y en las básicas o alcalinas presentan valores de pH mayores que 7.

Como se trata del inverso de los valores de la escala **logarítmica** de base 10, los valores pequeños de pH significan altas concentraciones de iones H^+ , tal como sucede en las disoluciones ácidas.

Por el contrario, los valores grandes de pH se refieren a una baja concentración de iones H^+ en la disolución, situación típica en las disoluciones acuosas de las bases.

En la figura 4.15 (página siguiente) se muestra la relación entre el pH y la concentración molar (mol/L) de protones e iones hidroxilo en una disolución. También se indica el pH de algunos productos cotidianos.

En la RED



Desde antes de la Conquista, los pobladores del Valle de México sabían de la existencia de las sales alcalinas y las aprovechaban.

Averigua más al respecto en la siguiente dirección electrónica:

<http://www.redir.mx/SQS-206>

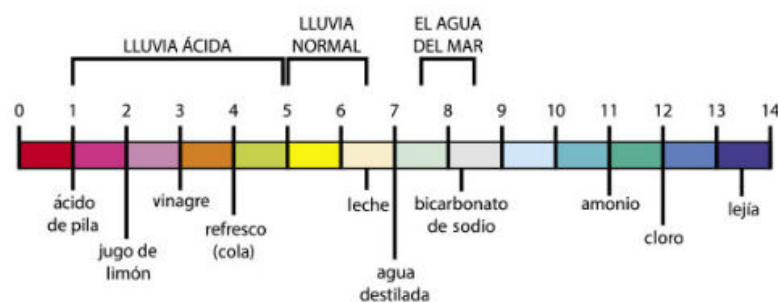
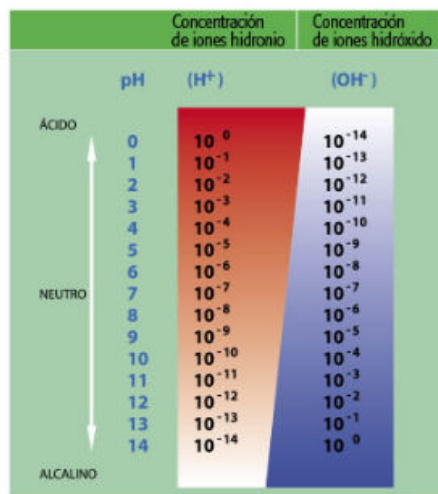


Figura 4.15 Escala de pH que muestra la concentración de iones H⁺ y OH⁻ en cada caso (a) y valores de pH para algunas disoluciones (b).

Muchas reacciones químicas, como las que se llevan a cabo en los reactores de las industrias, en los matraces de los laboratorios y en nuestras células, ocurren sólo si existen valores específicos de pH, por eso es tan importante medir ese parámetro.

Actividades de aprendizaje

Haz lo siguiente en tu cuaderno.

1. Escribe en notación desarrollada las concentraciones 1×10^{-3} y 1×10^{-8} de H⁺.
2. Indica cuál disolución es más ácida y explica por qué.

Cierre

Todos los días convivimos con ácidos y bases. Después de estudiar esta lección, probablemente comprendas mejor por qué son dos grupos de sustancias tan importantes en química, al igual que las sales, producto de su reacción. Conociste además un modelo científico que nos explica sus propiedades en escala molecular, los iones que generan al contacto con el agua y el lenguaje químico que se usa al escribir ecuaciones químicas para las reacciones de neutralización.

Una ventana a la lectura



En este libro encontrarás información acerca de algunos ácidos y bases que se emplean en la vida cotidiana y en la industria: Roberto Rugi, *La química, México, ser-Alejandro*, 2003.

De México al mundo



El Dr. J. Rodolfo Rendón Villalobos, del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (Ceprobi) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), trabaja con su equipo de investigación en el proyecto de tortillas enriquecidas con semilla de chía, que muelen y agregan a la harina de maíz nixtamalizado. La chía (*Salvia hispanica L.*) es una fuente de fibra dietética, proteínas, antioxidantes y ácidos grasos omega 3, que puede ayudar a prevenir padecimientos cardiovasculares, de ahí la importancia de introducirla en un alimento de consumo tan popular.

Integro mis aprendizajes

1. La sensación que producen las bebidas gaseosas (cosquilleo) se debe al dióxido de carbono que contienen. ¿Cómo determinarías qué bebidas (de diferentes marcas o sabores) son las más ácidas?
2. Las siguientes figuras representan un ácido débil y un ácido fuerte; las moléculas de ambas sustancias contienen un anión y dos protones. Se simboliza con una esfera grande a los aniones y con esferas pequeñas a los protones; se han omitido las del disolvente para simplificar.



Indica cuál esquema corresponde a la ionización del ácido fuerte y cuál a la del ácido débil. Argumenta tu respuesta.

3. A continuación se muestran los valores de pH óptimos para ciertos cultivos:

papas	5.5 a 6.5
zanahorias	6.0 a 7.5
lechuga	6.5 a 7.5
maíz	5.5 a 6.5
habas	5.5 a 7.0

Si el pH de un terreno para sembrar es de 6.0, ¿qué cultivos prosperarán con éxito? Explica tu respuesta.

¿Qué he aprendido?

1. Insectos como las hormigas y las abejas tienen venenos ácidos, y otros, como las avispas, producen veneno de naturaleza alcalina. Aplica lo que sabes acerca de las reacciones de neutralización para explicar cuál sustancia aplicarías para curar un piquete de abeja y cuál para curar uno de avispa.
2. El benzoato de sodio y el sulfito de sodio son dos sales ampliamente usadas como conservadores en alimentos procesados. Investiga su fórmula química y la ecuación de la reacción de neutralización mediante la que se obtienen. También busca información respecto a los riesgos para la salud que conlleva su consumo.
3. Aplica la teoría de la disociación electrolítica de Arrhenius para explicar por qué no debemos manipular con las manos mojadas aparatos que usen energía eléctrica para funcionar (planchas, secadoras de pelo, televisores, etcétera).

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

Lección 2 Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA LA ACIDEZ DE ALGUNOS ALIMENTOS O DE AQUELLOS QUE LA PROVOCAN.
- IDENTIFICA LAS PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS QUE NEUTRALIZAN LA ACIDEZ ESTOMACAL.
- ANALIZA LOS RIESGOS A LA SALUD POR EL CONSUMO FRECUENTE DE ALIMENTOS ÁCIDOS, CON EL FIN DE TOMAR DECISIONES PARA UNA DIETA CORRECTA QUE INCLUYA EL CONSUMO DE AGUA SIMPLE POTABLE.

Inicio

Para pensar...

Mauricio y María Elena tuvieron que cambiar su estilo de vida, ya que emigraron del campo a la ciudad. Ahora, con frecuencia no tienen tiempo de preparar sus comidas, mientras que en el campo disponían de hasta dos horas para hacerlo, consumían tortillas hechas a mano, frijoles, frutas, verduras y carne fresca. Su dieta actual se basa en conservas y productos procesados.

También comen fuera de su hogar varias veces a la semana. El otro día fueron a un restaurante de comida "rápida" con atractivas ofertas. En ese lugar sólo vendían bebidas azucaradas y platillos muy ricos, pero con mucha grasa, condimentados con chile y acompañados de verduras en vinagre. Media hora después de ingerir los alimentos, sintieron ardor en el estómago.

Comenta con tus compañeros el caso de Mauricio y María Elena. Respondan en el cuaderno las siguientes preguntas.

- ¿Por qué sintieron ese malestar estomacal?
- ¿Qué consecuencias para la salud tiene ingerir alimentos ácidos?
- ¿Qué alimentos pueden ocasionar acidez estomacal?
- ¿De qué forma se contrarresta el exceso de acidez en el estómago?

Desarrollo

Nuestra comida es la mezcla de una cantidad enorme de sustancias con propiedades químicas específicas, como la acidez.

Los ácidos hacen que alimentos como los cítricos, los pepinos en vinagre y el kiwi tengan un sabor agrio. Entre más bajo es el pH, más agrio es el sabor; entre más alto, más amargo (figura 4.16).

Tanto nosotros como los vegetales, animales y hongos que degustamos en los alimentos tenemos distintos tipos de ácidos: los aminoácidos, que forman las proteínas estructurales; los ácidos grasos, presentes en las membranas celulares; los ácidos nucleicos, que son el material genético; algunas vitaminas, como el ácido fólico; algunos carbohidratos, como el ácido hialurónico, el cual le da estructura a los cartílagos; los ácidos biliares, que ayudan



Figura 4.16 El jitomate contiene aproximadamente 0.1% de ácido cítrico, esto le confiere su acidez característica. Para que se preserven por más tiempo, las salsas pueden acidificarse con vinagre o limón.

Amplio mis conocimientos



Durante muchos años se pensó que el jugo gástrico no permitía el crecimiento de bacterias debido a su alta acidez, sin embargo, dos investigadores australianos encontraron que el microorganismo *Helicobacter pylori* es capaz de crecer en el estómago y causar gastritis y úlceras, entre otros padecimientos.

a la excreción del colesterol sobrante y a la absorción de las grasas; los ácidos que forman parte del metabolismo, como los ácidos tricarbóxicos; el ácido láctico y el ácido pirúvico.

Nuestro organismo también contiene sustancias básicas, como el ion bicarbonato (HCO_3^-), este se genera a partir del ácido carbónico proveniente de la disolución en agua del dióxido de carbono (CO_2), producto de la respiración y sustancia muy importante en el mantenimiento de un nivel adecuado de acidez en la sangre, como se mencionó en la lección anterior.

Todos los alimentos sufren transformaciones físicas y químicas al ser ingeridos por los seres vivos. La digestión implica procesos mecánicos, que permiten que los alimentos sean desintegrados en partes más pequeñas, y procesos químicos, que comienzan desde la boca (donde hay enzimas como la amilasa que descompone el almidón) y continúan en el estómago con ayuda del jugo gástrico (que contiene ácido clorhídrico y enzimas).

Después los alimentos desintegrados prosiguen en el páncreas, el hígado y terminan finalmente en los intestinos, donde los nutrientes son absorbidos para llegar a las células del cuerpo que los necesitan (figura 4.17).

Sustancias como el agua, algunos minerales y carbohidratos se absorben directamente sin experimentar cambios químicos. El proceso de digestión comienza en la boca con la masticación (digestión mecánica), continúa en el estómago con ayuda de los jugos gástricos (digestión química) y concluye en el hígado, el páncreas y el intestino delgado.

El tiempo que permanece en el estómago la mezcla del alimento ingerido con el jugo gástrico (llamada *quimo*) depende de muchos factores. Por ejemplo, si los alimentos son ricos en grasas, estarán más tiempo que si tienen muchos carbohidratos.

Cuando los alimentos llegan al estómago, se "disparan" señales y se segrega jugo gástrico en gran cantidad. Este líquido es muy ácido, por ello se desnaturalizan las proteínas y mueren muchas bacterias. Además, contiene otras enzimas, como la pepsina, que fragmenta las proteínas en cadenas más cortas de aminoácidos.

Además de que los lípidos, comúnmente conocidos como grasas, son sustancias que prácticamente no se digieren hasta llegar al intestino.

Estas sustancias envuelven los fragmentos pequeños de alimento e impiden la acción del ácido clorhídrico, por lo que si se consumen en exceso, provocarán que el jugo gástrico sea segregado durante un tiempo más prolongado y causarán cierto nivel de indigestión ácida o acidez estomacal.



Figura 4.17 El estómago y los intestinos están conectados a una red de neuronas conocida como segundo cerebro, que controla la digestión mediante hormonas.

Glosario

Antiinflamatorios esteroideos: hormonas naturales o sintéticas, derivadas del colesterol, con propiedades antiinflamatorias. La más común es la prednisona.

Amortiguador: sistema encargado de evitar grandes variaciones en el valor de pH. Consiste en disoluciones de ácidos débiles y sus bases conjugadas, o de bases débiles y sus ácidos conjugados.

Gastritis: inflamación de la superficie estomacal interna provocada por infecciones o exceso de acidez y que produce molestias como ardor, dolor, distensión e inflamación abdominal.

Otros factores que provocan indigestión ácida son los siguientes:

- » comer demasiado o ingerir muchos alimentos ácidos, grasosos y picantes;
- » el estrés, causante de descargas de adrenalina, sustancia que retarda o detiene la digestión al impedir que el músculo del estómago empuje el alimento, además de disminuir su irrigación sanguínea;
- » los horarios de comida cambiantes así como la espera prolongada entre comidas;
- » el consumo de **antiinflamatorios no esteroideos**;
- » la ingesta frecuente de aspirina (ácido acetilsalicílico), la cual también puede causar gastritis, ya que aumenta la acidez estomacal.

Consumir agua potable ayuda a acarrear los nutrimentos obtenidos de los alimentos y también facilita la eliminación de los desechos alimenticios y las toxinas de la sangre mediante el aparato urinario y la piel. Sin embargo, el consumo de agua en cantidad excesiva con los alimentos también diluye el jugo gástrico (es decir, disminuye su concentración).

El mecanismo de regulación del hambre está controlado en gran parte por hormonas como la gastrina. Éste es un péptido de 17 aminoácidos que el estómago secreta a la sangre y se activa con las proteínas, los aminoácidos o la disminución de la acidez gástrica.

La gastrina "enciende" señales para que el estómago aumente la secreción de jugo gástrico, adquiera movilidad y se induzcan las funciones de absorción de nutrientes.

La superficie del estómago no es atacada por el jugo gástrico gracias a la mucina, un polisacárido que forma parte de las secreciones mucosas, entre ellas, las del moco gástrico, que inhibe la pepsina y funciona como **amortiguador** del pH.

A la salida del estómago, en el duodeno, se segrega otra hormona, la cual se encarga de regular el pH y neutralizar el jugo gástrico para que la digestión continúe con las enzimas pancreáticas, las cuales son inhibidas en medios muy ácidos.

Cuánto podemos y debemos ingerir de cada alimento tiene que ver con nuestras necesidades nutrimentales y energéticas, pero también con su grado de acidez, ya que al consumir frecuentemente alimentos o bebidas que aumentan la acidez del estómago o que son irritantes (como los jugos, los refrescos, el chile, los condimentos, el café, el alcohol y las grasas) con el tiempo podemos padecer **gastritis**, que puede convertirse en una úlcera.

El pH y los alimentos

En la **figura 4.18** y el **cuadro 4.3** de la página siguiente verás que hay **alimentos de naturaleza ácida**, como las frutas, pero también hay otros que se **acidifican** con fines de preservación, como las conservas de pepinillo o los chiles en vinagre, ya que un pH ácido inhibe el crecimiento de bacterias y hongos.

Los alimentos también se clasifican como **ácidos o alcalinos** según el efecto que tienen en el organismo humano después de la digestión, y no sólo con el pH que presentan antes de ser ingeridos.

Muchas veces, un alimento de sabor ácido tiene un efecto alcalino, como en el caso del limón, ya que los minerales que deja en el cuerpo después de la digestión ayudan a eliminar iones de hidrógeno y, en consecuencia, la acidez de los fluidos del cuerpo.

Amplio mis conocimientos

La col morada contiene compuestos coloridos solubles en agua conocidos como **antocianinas**. Otras plantas con antocianinas son el maíz azul, las hortensias y las moras.

Una ventana a la lectura

Amplía tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:
Luis Lesur, *Manual de nutrición*, México, Trillas, 2010.

Amplio mis conocimientos

El pH de los medios biológicos es fundamental para el mantenimiento de los procesos vitales, ya que dentro y fuera de las células se llevan a cabo reacciones químicas en intervalos estrictos de pH. En el humano, los valores extremos de pH compatibles con la vida están entre 6.8 y 7.8, aunque los que se consideran normales están entre 7.35 y 7.45. Para que un organismo funcione de manera adecuada, es preciso mantener un equilibrio dinámico conocido como homeostasis. Para ello se requieren sistemas amortiguadores que mantengan un pH fisiológico constante mediante el equilibrio de ácidos y bases, además, éstos son la primera defensa frente a los cambios de pH de los líquidos corporales. Entre los amortiguadores destacan los sistemas fosfato, el bicarbonato y la hemoglobina.

Los ácidos son neutralizados por las sales de minerales alcalinos, por ejemplo, el citrato de potasio, el cual se encuentra en frutas y verduras, se separa en iones potasio y citrato que, al metabolizarse, pueden aceptar iones hidrógeno y crear un efecto amortiguador.

Nuestros huesos contribuyen al mantenimiento de los balances ácido-base cuando el pH interno se acidifica, liberando calcio, ya que son reservorios naturales de este mineral.

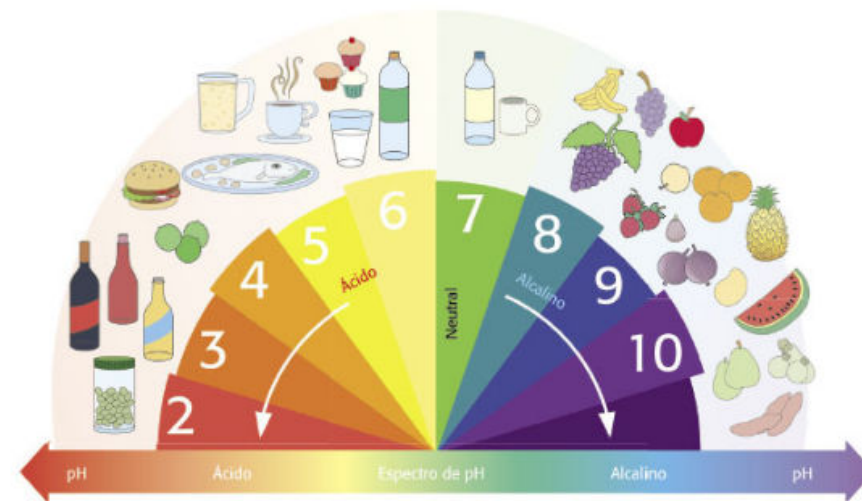


Figura 4.18 Esquema que muestra el efecto pH de algunos alimentos.

Cuadro 4.3 Alimentos que se consideran ácidos o alcalinos por su efecto ácido-base en el cuerpo			
Tipo de alimento	Alcalino	Cercano a la neutralidad	Ácido
Edulcorantes	stevia	miel	azúcar
Frutas	limón	piña	ciruela
Vegetales	ajo	zanahoria	
Leguminosas	frijol	ejotes	lentejas
Cereales	amaranto	maíz	pasta
Aceites	aceite de oliva	aceite de maíz	grasa animal
Carnes		trucha	res
Productos lácteos		leche materna	queso cottage
Bebidas	té verde	té negro	refrescos de cola

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental (página 212).



Experimento
Determinación de la acidez en algunos alimentos

Propósito. Determinar el grado de acidez de algunos alimentos. La col morada tiene un pigmento que funciona como indicador, es decir, que altera su color dependiendo de la acidez o basicidad en la que se encuentra.

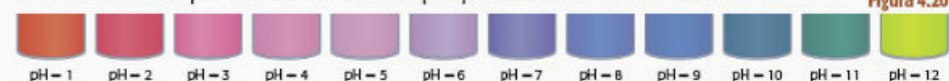
Materiales y reactivos para un equipo de cuatro personas

Limón, naranja, guayaba, xoconostle, trozo de piña, dos o tres hojas de col morada, chile, dos cucharadas de caldo de verduras, papa, pera, jugo de zanahoria, trozo de chocolate, aceite vegetal, jitomate, hojas de yerbabuena, 1/4 L de refresco de color claro, agua simple, 1/4 L de leche, bicarbonato de sodio, agua de la llave o etanol suficiente para llenar la mitad de un frasco mediano, mortero o molcajete, 18 tubos de ensayo (se pueden sustituir por tapas de plástico medianas donde quepa una cucharada sopera de líquido o por frascos de vidrio transparente), gradilla, dos frascos medianos, coladera, cuchara sopera, cuchillo y plumón indeleble.

Procedimiento

1. Preparan el extracto de col morada:
 - » tomen las hojas de col y córtenlas en trozos pequeños de un centímetro cuadrado o menos,
 - » coloquen los trozos de col en un frasco y agreguen agua o etanol hasta cubrirlos,
 - » acomódenla en un lugar seguro durante 2 horas para que se macere, es decir, que el agua extraiga el colorante que contiene. Después, con ayuda de la coladera, cuelen el extracto en el segundo frasco (con etanol permanece en buenas condiciones por más tiempo y se puede guardar en el refrigerador).
2. Rotulen los tubos de ensayo con el nombre del alimento que contendrán.
3. Muelan uno a uno los alimentos sólidos en el mortero, utilizando una cucharada de alimento y otra de agua. Ayudándose con un popote, cuelen y agreguen más o menos 5 ml (una cucharada) de la muestra en el tubo que corresponda. Laven el mortero cada vez que hagan esta operación para evitar la contaminación de la siguiente muestra (figura 4.19).
4. Expriman el limón en el tubo correspondiente. Hagan lo mismo con la naranja. Agreguen aproximadamente 5 ml de cada uno.
5. Coloquen 5 ml de las muestras líquidas directamente en los tubos correspondientes.
6. Agreguen alrededor de 5 ml de extracto de col a cada tubo. Observen y anoten los cambios de color que sucedan.
7. Compárenlos con la siguiente escala (figura 4.20) para saber qué acidez (pH) tiene cada muestra de alimento. Después, desechen los líquidos en el drenaje.

Nota: Guarden un poco de extracto de col porque lo necesitarán más adelante.



Análisis de resultados y conclusiones

1. Clasifica los alimentos con los que trabajaste en ácidos y básicos de acuerdo con su pH.
2. ¿Qué otros alimentos con carácter básico o ácido podrías mencionar? Consíguelos y determina su pH con este método.
3. Compara los valores de pH del refresco y del agua simple. Explica cuál de los dos conviene ingerir para evitar acidez en los dientes y en el aparato digestivo.



Figura 4.19 El agua facilita la molienda y extracción de jugos del alimento sólido con un mortero.

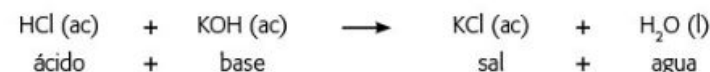
Actividad experimental

Antiácidos

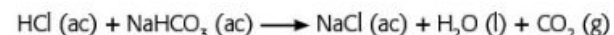
¿Cómo se cura la acidez estomacal? La acidez, la indigestión y el dolor se tratan disminuyendo la producción de ácido en el estómago con medicamentos conocidos como **bloqueadores histamínicos** o **neutralizando la acidez** con sustancias básicas comúnmente llamadas **antiácidos**.

Como ya vimos, las reacciones de neutralización son las que se llevan a cabo al mezclar un ácido con una base, con lo que se produce una sal y agua.

Por ejemplo, la reacción de neutralización del ácido clorhídrico (HCl) con hidróxido de potasio (KOH) se representa mediante la siguiente ecuación:



De igual manera, la reacción entre un ácido y una sal alcalina puede considerarse de neutralización. Tal es el caso de la reacción entre el ácido clorhídrico (HCl) y el bicarbonato de sodio (NaHCO₃), el cual es la sal derivada del ácido carbónico:



Cuando se hornean algunas pastas y masas para pan también se produce una reacción de neutralización. Por ejemplo, el ácido tartárico del polvo para hornear reacciona con el bicarbonato de sodio y, al estar muy calientes, crean burbujas que se expanden, lo que produce una textura esponjosa en el pan. Los materiales que provocan que las masas y pastas culinarias se inflen se conocen como **leudantes**.

Desde antes de la llegada de los españoles, los antiguos pobladores del Valle de México conocían y aprovechaban las sales alcalinas que en épocas de sequía se encontraban alrededor del lago de Texcoco. Estas sales, conocidas como **tequixquilt** ("tequesquite") están compuestas principalmente de carbonato de sodio (Na₂CO₃ en 45%) y cloruro de sodio (NaCl en 34%), y aún se utilizan para cocer elotes, nopales, chayotes y frijoles, así como para curar ciertos tipos de indigestión ácida, comúnmente llamada **empacho**.

La mayoría de los antiácidos comerciales se conforman de uno o varios de los siguientes compuestos alcalinos: hidróxido de aluminio (Al(OH)₃), hidróxido de magnesio (Mg(OH)₂), carbonato de calcio (CaCO₃) y carbonato de sodio (Na₂CO₃).

Utilizando estos productos, el pH aumenta de 2 a 4, lo que alivia los síntomas. Su efecto es bastante rápido (en un minuto, cuando mucho) y dura entre diez minutos y una hora y media. Los bloqueadores histamínicos, o antihistamínicos, tardan más tiempo en producir alivio (entre dos y tres horas), pero su efecto es más prolongado (hasta 24 horas) (figura 4.21).

Actividades de aprendizaje

Reflexiona y responde en tu cuaderno. Después, comenta tu respuesta con tus compañeros y tu profesor.

1. ¿Por qué sirve el tequesquite para curar el empacho o indigestión?

Glosario

Histamina: sustancia (amina idazólica) que regula las funciones gástricas y las respuestas del sistema inmune. Actúa también como neurotransmisor en el sistema nervioso central.

Amplio mis conocimientos



Una lata de alimentos inflada no se debe destapar ni mucho menos consumir. El *Clostridium botulinum*, una bacteria muy tóxica, se encuentra en vegetales frescos y crece en ambientes anaerobios, es decir, en ausencia de oxígeno. Esta bacteria no se desarrolla en condiciones de alta acidez (pH < 4.6), por ello, el riesgo de contaminación es mucho mayor en alimentos con un pH más grande, como los que se encuentran clasificados como naturalmente alcalinos.



Figura 4.21 Las sustancias antiácidas deben ser recetadas por un médico, pues es importante encontrar la causa del trastorno, además de que tomar prolongadamente antiácidos provoca otros problemas de salud.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental (página 214).



Experimento Neutralización

Propósito. Comprender cómo funcionan los antiácidos.

Materiales por equipo de cuatro personas

Limón partido por la mitad, agua potable, cepillo de dientes, pasta dental, cenillos, seis tubos de ensayo, globo mediano, agua destilada, mortero, cinco antiácidos de diferente marca (fíjense bien en el componente que contienen) y un antiácido efervescente extra, extracto de col morada, plumón para vidrio o etiquetas.

Procedimiento

- Experimento 1
1. Prueben la mitad del limón. Describan en su cuaderno cómo sabe.
 2. Ahora empleen un poco de pasta dental y el cepillo para limpiar su dentadura. Describan en el cuaderno a qué sabe la pasta.
 3. Prueben nuevamente el limón. Anoten en su cuaderno los cambios que perciben.
- Experimento 2
4. Trituren en el mortero un antiácido. Después, depositen el polvo en un vaso. Rotulen el vaso con el nombre del antiácido.
 5. Repitan la operación con el resto de los medicamentos.
 6. Viertan un poco de agua en el primer vaso y disuelvan el antiácido. Agreguen 2 ml de extracto de col morada y observen qué sucede. Describanlo en su cuaderno (figura 4.22).
 7. Repitan el paso anterior para el resto de los vasos. Analicen sus resultados y ordenen los antiácidos de menor a mayor acidez.
- Experimento 3
8. Agreguen la cuarta parte de un antiácido efervescente a un tubo de ensayo con agua y tápenlo con un globo rápidamente. Observen cómo se infla el globo (figura 4.23). El gas que se desprende es dióxido de carbono.
 9. Acerquen un cerillo a la boca del globo y dejen escapar el gas que lo llena sobre la flama. Expliquen en su cuaderno qué sucede.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Expliquen en su cuaderno por qué después de lavarse los dientes el sabor del limón cambia.
2. Investiguen de qué está hecha la pasta dental y cuál de sus ingredientes neutralizó los ácidos cítrico y ascórbico del limón.
3. Averigüen la composición del antiácido efervescente y escriban la reacción de neutralización que genera el dióxido de carbono.
4. Respondan en su cuaderno.
 - a. ¿Qué pasó con el pH del agua al agregar el antiácido?
 - b. ¿Cuál será el antiácido más efectivo, en función de su basicidad?
 - c. ¿Qué experimento propondrían para determinar cuál antiácido tiene un efecto más duradero en el estómago?



Figura 4.22

Actividad experimental



Figura 4.23

Cierre

En esta lección recordaste que la dieta correcta es completa, variada, suficiente, higiénica, equilibrada y adecuada a las necesidades de cada quien.

Ahora sabes que la acidez estomacal puede provocarse cuando los alimentos permanecen un tiempo prolongado en el estómago, ya que debido a ello se segrega más jugo gástrico. Cuando hay un consumo exagerado de grasas, comemos más de lo necesario o ingerimos de manera sistemática muchos alimentos ácidos e irritantes podemos presentar acidez estomacal que puede causar después gastritis.

También aprendiste a distinguir entre alimentos ácidos y básicos, a reconocer una reacción de neutralización y cómo se relaciona ésta con el tratamiento de la acidez estomacal.

Integro mis aprendizajes

1. Reproduce en tu cuaderno la figura 4.24 de la naranja, pero del tamaño de una hoja.
 - » Escribe en cada gajo los factores de los cuales depende la acidez estomacal.

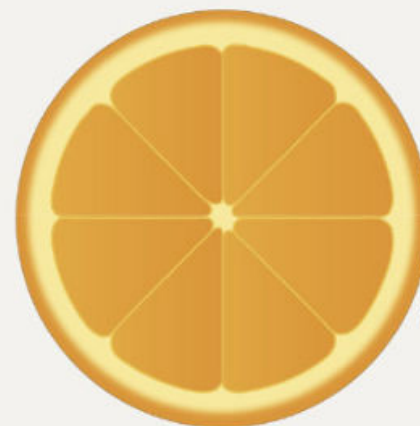


Figura 4.24

¿Qué he aprendido?

1. Responde en tu cuaderno estas preguntas.
 - a. ¿Por qué las grasas de los alimentos cuando se consumen en exceso causan acidez estomacal?
 - b. ¿Qué alimentos ácidos conoces?
 - c. ¿Cómo se determina el grado de acidez de un alimento?
 - d. ¿Qué tipo de alimentación provoca acidez estomacal?
2. Da dos razones por las cuales es más recomendable tomar agua simple que refrescos.
3. Explica a tu profesor de qué se compone una disolución amortiguadora y cómo funcionan los antiácidos.

De México al mundo



El científico Jorge Álvarez Ousset y su equipo de investigadores del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, en colaboración con científicos de Cuba, han desarrollado una cura para la gastritis y la úlcera gástrica basada en un aceite extraído de la planta conocida como limonaria o té de limón (*Cymbopogon citratus*). Un 80% de la población mundial presenta alguno de estos padecimientos ocasionados por la bacteria *Helicobacter pylori*.

Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

Lección 3 Características y representaciones de las reacciones redox. Número de oxidación

APRENDIZAJES ESPERADOS

- IDENTIFICA EL CAMBIO QUÍMICO EN ALGUNOS EJEMPLOS DE REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN EN ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y EN SU ENTORNO.
- RELACIONA EL NÚMERO DE OXIDACIÓN DE ALGUNOS ELEMENTOS CON SU UBICACIÓN EN LA TABLA PERIÓDICA.
- ANALIZA LOS PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE ELECTRONES EN ALGUNAS REACCIONES SENCILLAS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN EN LA VIDA DIARIA Y EN LA INDUSTRIA.

Inicio

Para pensar...

Seguramente habrás notado que los artículos de plata se ennegrecen con el tiempo (figura 4.25). Esto se debe a que dicho metal se oxida por la presencia de pequeñas cantidades de compuestos de azufre en el ambiente. A continuación te invitamos a elaborar un experimento que consiste en limpiar de manera rápida y sencilla aretes, pulseras y anillos o cualquier objeto de plata.

*
Ahora puedes
llevar a cabo
la actividad
experimental.

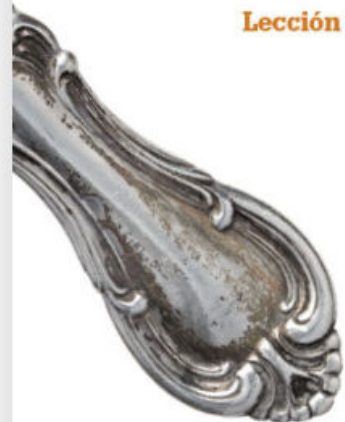


Figura 4.25 En el siglo XVIII se pensaba que las reacciones de oxidación estaban necesariamente relacionadas con el oxígeno. El experimento de esta página es un claro ejemplo que contradice tal idea.



Experimento ¡A limpiar plata!

Materiales y reactivos para un equipo de cuatro personas

Objeto de plata, sal de mesa, bicarbonato de sodio (NaHCO_3), un poco de papel de aluminio, recipiente para hervir agua, cucharita cafetera, parrilla eléctrica o la estufa de tu casa.

Procedimiento

1. Lava con agua y jabón el objeto de plata. Envuélvelo en papel de aluminio y acomódalo en el recipiente.
2. Vierte agua hasta cubrir el objeto envuelto. Después, agrega una cucharita de sal y una de bicarbonato de sodio. Remueve hasta que se disuelvan (figura 4.26).
3. Coloca el recipiente en la fuente de calentamiento y, por diez minutos, hierva el agua con los materiales que agregaste.
4. Suspende el calentamiento. Deja enfriar el agua y saca el paquete que contiene el objeto de plata.
5. Desenvuélvelo y enjuégalo con agua de la llave. Por último, sécalo.

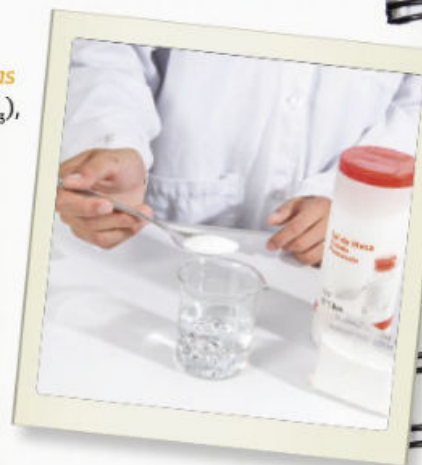


Figura 4.26

Análisis de resultados y conclusiones

1. ¿Qué cambios percibiste en el experimento?
2. ¿Qué reacción es la responsable de la limpieza de la plata?
3. ¿Qué reacción hace que los objetos de plata se ennegrezcan?
4. Escribe una ecuación balanceada para las reacciones de las preguntas 2 y 3.
5. En ambos casos, ¿cómo saber si se produjo un cambio por óxido-reducción?
6. ¿Funcionará este método de limpieza con objetos de otro metal (por ejemplo, cobre o hierro)? Explica por qué.

Desarrollo

Reacciones de óxido-reducción en nuestro entorno

A nuestro alrededor hemos observado algunas veces una serie de cambios como el ennegrecimiento de algunas frutas y verduras que, una vez peladas, se exponen al ambiente. Esto probablemente lo has visto en aguacates, manzanas y plátanos, entre otras.

Los fenómenos mencionados, así como el envejecimiento de las personas y la respiración, tienen en común que son procesos de óxido-reducción, a los que también se les conoce con el nombre de procesos redox.

Otro ejemplo son las pilas que se utilizan para un sinnúmero de aparatos. ¿Te imaginas un mundo sin ellas? ¿Habría celulares y computadoras? ¿Se moverían los automóviles sin acumuladores? En las pilas alcalinas ocurre una reacción de óxido-reducción entre el dióxido de manganeso (MnO_2) y el cinc (Zn), que es lo que proporciona la energía. Estos dispositivos utilizan el hidróxido de potasio (que es una base o álcali) como electrolito, de ahí su nombre (figura 4.27).

En la cocina también ocurren este tipo de reacciones. Por ejemplo, los aceites y las grasas generan olores desagradables cuando se exponen a la humedad del aire, ya que se vuelven rancios debido a la oxidación. También en la cocina, la combustión del gas butano en las estufas es una reacción de óxido-reducción cuyos productos son dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O).

Otro tipo de sustancias que se utilizan en el hogar en bajas concentraciones son los **antisépticos**, los cuales actúan como agentes oxidantes. Algunos ejemplos son la tintura de yodo, el agua oxigenada y la disolución de hipoclorito de sodio (que también se usa como blanqueador de ropa).

Cuando el agua oxigenada se aplica a una herida, se descompone por la intervención de una enzima llamada peroxidasa, reacción que sucede de acuerdo con la siguiente ecuación:



El oxígeno que se desprende es un fuerte oxidante y por esta razón se utiliza como antiséptico. La luz también descompone el agua oxigenada, por ello se guarda en recipientes oscuros.

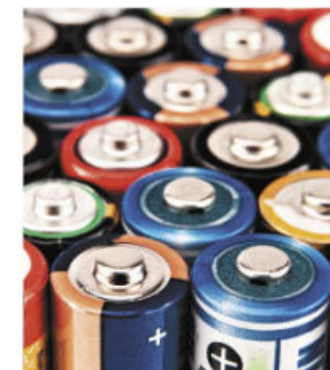


Figura 4.27 En las pilas ocurren reacciones de óxido-reducción que proporcionan la energía necesaria para que funcionen muchos aparatos electrónicos.

Glosario

Antiséptico: sustancia que destruye los microbios que infectan un organismo.

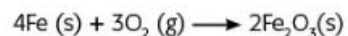
Por otro lado, al disolver hipoclorito de sodio en agua, éste se separa en iones hipoclorito (ClO^-) y iones sodio (Na^+), como se muestra en la siguiente ecuación:



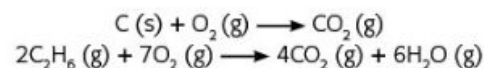
El ion hipoclorito reacciona con los materiales de las manchas y, mediante reacciones de óxido-reducción, genera productos incoloros. Como puedes ver, este tipo de reacciones está presente en nuestra vida cotidiana de muy diversas formas.

Evolución de los conceptos de oxidación y reducción

En un principio se utilizó la palabra oxidación para describir la reacción de una sustancia con el oxígeno, por ejemplo, la oxidación del hierro, que se representa con la siguiente ecuación:



Cuando la oxidación es acompañada por desprendimiento de luz y calor, recibe el nombre de **combustión**. Las siguientes ecuaciones representan reacciones de este tipo:

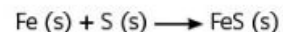


El término **reducción** se utilizaba para un proceso en el cual un compuesto perdía oxígeno. Ejemplos de ello son las siguientes ecuaciones:



En las reacciones anteriores, la reducción del óxido de cobre (II) a cobre metálico implica la oxidación del carbono o del hidrógeno. Por lo tanto, **cuando ocurre una reducción hay simultáneamente una oxidación**. Posteriormente, la oxidación y la reducción se definieron en función de la ganancia y la pérdida de electrones; así, en ellas no necesariamente participa el oxígeno.

Por ejemplo, la reacción que ocurre entre el hierro y el azufre cuando se calientan para formar sulfuro de hierro (II) se representa con la siguiente ecuación:



El proceso anterior se puede describir mediante dos semiecuaciones:



Donde el símbolo e^- representa a los electrones. De aquí se desprende que la oxidación del hierro implica una pérdida y la reducción del azufre una ganancia de electrones.

Otro ejemplo de proceso redox en el cual no interviene el oxígeno es la reacción que se lleva a cabo entre el aluminio (Al) y el cloruro de cobre (II) (CuCl_2) para obtener cloruro de aluminio (AlCl_3) y cobre metálico.

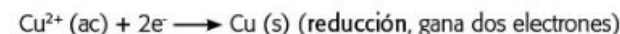
Para comprender mejor este proceso, estudiemos la reacción en partes. Primero, el cloruro de cobre (II) en disolución acuosa se separa en iones (se disocia):



Después, el aluminio metálico se transforma en un ion:



Luego, el ion cobre pasa de cobre (II) a cobre metálico:



Cada átomo de aluminio pierde tres electrones y cada átomo de cobre gana dos. Se necesitan, por tanto, dos átomos del primero por cada tres del segundo para que el número de electrones ganados por el cobre sea igual al número de electrones perdidos por el aluminio. Así, la ecuación para la reacción de óxido-reducción se escribe de la siguiente forma:



Generalizando, se puede decir que la **oxidación** es el proceso mediante el cual una sustancia **pierde uno o más electrones**, y que la **reducción** es el proceso mediante el cual un átomo **gana uno o más electrones**. Estos dos procesos siempre ocurren simultáneamente. Si un átomo pierde electrones, otro debe ganarlos.

Números de oxidación

En la actualidad, los términos oxidación y reducción se explican con el cambio en los números de oxidación. La definición que atiende este criterio la presentaremos después de que aprendas cómo determinar dichos números.

Un recurso para saber si un elemento se oxidó o se redujo es conocer el cambio en su *número de oxidación*, que es un número positivo o negativo asignado a un elemento en un compuesto y que se relaciona con el número de electrones que pierde o gana al formarlo.

Para asignar dichos números se toman en cuenta las siguientes reglas:

1. El número de oxidación es cero para cualquier elemento sin combinar, por ejemplo, el oxígeno (O_2), el cobre (Cu), el hierro (Fe), el carbono (C), etcétera.
2. El número de oxidación del oxígeno es -2 en casi todos sus compuestos, excepto en los peróxidos (como el H_2O_2), en los cuales es -1.
3. El hidrógeno tiene número de oxidación +1, excepto en los hidruros, en los cuales es -1. Éstos son compuestos formados entre el hidrógeno y un metal, por ejemplo, el NaH.
4. El número de oxidación de los iones monoatómicos es igual a la carga del ion, por ejemplo, el número de oxidación del Na^+ es +1 y del Cl^- es -1.
5. La suma de los números de oxidación de todos los átomos que forman un compuesto es cero.
6. La suma de los números de oxidación de los átomos que constituyen un ion es igual a la carga del ion.

Amplí mis conocimientos



Nuestro cuerpo, como el de otros seres vivos, tiene células con un ambiente reductor controlado por enzimas. Cuando se generan demasiados peróxidos y otra forma del oxígeno que se conoce como superóxido, el entorno se vuelve oxidante, generándose una condición llamada **estrés oxidativo**, que incluso puede inducir la muerte celular. Lo anterior es normal, pero al intensificarse esta condición pueden presentarse algunas enfermedades. Por esta razón, los antioxidantes que contienen algunas frutas y verduras nos ayudan a controlar la oxidación dentro de límites que nos mantengan saludables.



Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental (página 220).



Experimento
Un ejemplo de óxido-reducción

Propósito. Efectuar una reacción de óxido-reducción en la que no interviene el oxígeno, pero participa el azufre de las proteínas.

Materiales para un equipo de cuatro personas

Un clavo, una lija, un huevo, una fuente de calor (puede ser una parrilla eléctrica o de gas), un recipiente para cocer el huevo, agua (150 ml aproximadamente), una cuchara y un trapo.

Procedimiento

1. Viertan el agua en el recipiente y acomoden el huevo dentro de él.
2. Colóquenlo sobre la fuente de calor; cuando el agua haya hervido 20 min, suspendan el calentamiento.
3. Mientras tanto, lijén el clavo para eliminar algún recubrimiento que pueda tener.
4. Retiren el recipiente de la fuente de calor empleando el trapo. Háganlo con mucho cuidado para evitar quemaduras.
5. Retiren el huevo del agua, ayudándose con la cuchara. Tengan cuidado de no quemarse.
6. Tomen el huevo con el trapo y retiren la mitad del cascarón como se muestra en la figura 4.28.
7. Antes de que se enfríe introduzcanle el clavo como se muestra en la figura 4.29. Observen qué sucede y descríbanlo en su cuaderno.
8. Esperen entre 10 y 15 minutos para sacar el clavo, y observen si ha cambiado su aspecto.

Nota: Si introducen el clavo cuando la clara ya está fría, deberán esperar mucho tiempo para notar algún cambio.

Análisis de resultados y conclusiones

Respondan en el cuaderno.

- a. ¿Con cuál de los elementos presentes en la clara reacciona el hierro del clavo?
- b. ¿Cuál es la reacción que se produce?
- c. ¿Cuál elemento se oxida y cuál se reduce?
- d. ¿Cómo se podría limpiar el clavo utilizando una reacción de óxido-reducción?



Figura 4.28



Figura 4.29

Actividad experimental

En la figura 4.30 aparecen los números de oxidación de la mayor parte de los elementos de la tabla periódica. Como notarás, hay cierta regularidad entre éstos y los números de las familias representativas a las que pertenecen, por ejemplo, los elementos del grupo 1 tienen número de oxidación +1, y los del grupo 2, +2.

Números de oxidación de los elementos de la tabla periódica

1	Números de oxidación de los elementos de la tabla periódica																18
H +1	2											13	14	15	16	17	He
Li +1	Be +2											B +3	C +2,+4	N +3,+5,-3	O -2	F -1	Ne
Na +1	Mg +2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al +3	Si +2,+4	P +3,+5	S +2,+4,+6	Cl +1,+3,+5,+7	Ar
K +1	Ca +2	Sc +3	Ti +2,+3,+4	V +2,+3,+4,+5	Cr +2,+3,+6	Mn +2,+3,+4,+6,+7	Fe +2,+3	Co +2,+3	Ni +2,+3	Cu +1,+2	Zn +2	Ga +1,+3	Ge +2,+4	As +3,+5	Se +2,+4,+6	Br +1,+3,+5,+7	Kr
Rb +1	Sr +2	Y +3	Zr +3,+4	Nb +3,+4,+5	Mo +3,+4,+5,+6	Tc +4,+5,+6,+7	Ru +2,+3,+4,+5,+6,+7	Rh +2,+3,+4,+5,+6	Pd +2,+4	Ag +1	Cd +2	In +1,+3	Sn +2,+4	Sb +3,+5	Te +2,+4,+6	I +1,+3,+5,+7	Xe
Cs +1	Ba +2	La +3	Hf +3,+4	Ta +3,+4,+5	W +3,+4,+5,+6	Re +3,+4,+5,+6,+7	Os +2,+3,+4,+5,+6,+7	Ir +2,+3,+4,+5,+6	Pt +2,+4	Au +1,+3	Hg +1,+2	Tl +1,+3	Pb +2,+4	Bi +3,+5	Po +2,+4,+6	At +1,+5	Rn
Fr +1	Ra +2	Ac +3	Rf +3,+4	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

Figura 4.30 El número de oxidación máximo que puede tener un elemento es el número de su familia representativa. Por ejemplo, el azufre pertenece a la familia VIA y su número de oxidación máximo es +6, el cloro pertenece a la familia VIIA y su número de oxidación máximo es +7 (consulta la tabla periódica de la pág. 114).

¿Cómo se determina el número de oxidación de un elemento en un compuesto?

Para determinar el número de oxidación de cada átomo en la molécula de óxido de calcio (CaO), basta con saber que el número de oxidación del oxígeno es -2 y, como la suma de los números de oxidación de los elementos en el compuesto debe ser cero, el número de oxidación del calcio será +2. Además sabemos que el calcio está en la familia 2 o IIA, por lo que su número de oxidación máximo será +2, como ya se ha mencionado. Otro ejemplo: la fórmula del cloruro de hidrógeno es HCl, si el número de oxidación del hidrógeno es +1, el del cloro debe ser -1 para que al sumarlos el resultado sea cero.

El número de oxidación del aluminio en el cloruro de aluminio (AlCl₃) es +3, puesto que está en la familia 3 o IIIA. Por lo tanto, el del cloro es -1. Si el número de oxidación del aluminio es +3 y el del oxígeno es -2, ¿cuál será la fórmula del óxido de aluminio?

Escribamos cada elemento con tantas cargas (+ o -) según sea su número de oxidación y la fórmula será entonces la siguiente:



Así que para que el óxido de aluminio sea un compuesto con carga eléctrica cero, se requieren dos átomos de aluminio por cada tres de oxígeno.

Por otro lado, recordemos que la suma de los números de oxidación de los elementos que constituyen un ion debe ser igual a la carga de éste y resultar cero si se trata de un compuesto. Enseguida mostramos algunos ejemplos:

		Suma de cargas	
$\overset{(+1)}{\text{Na}}_2 \overset{(+6)}{\text{S}} \overset{(-2)}{\text{O}}_4$	4 oxígenos	(-2)	= -8
	2 sodios	(+1)	= 2
	1 azufre	(+6)	= 6
	suma		= 0
$\overset{(+5)}{\text{N}} \overset{(-2)}{\text{O}}_3^-$	3 oxígenos	(-2)	= -6
	1 nitrógeno	(+5)	= 5
	suma		= -1

Actividades de aprendizaje

1. Copia el siguiente cuadro en tu cuaderno. Teniendo en cuenta las reglas anteriores, determina el número de oxidación del elemento que se indica en cada compuesto.

Compuesto	Elemento	Número de oxidación
MgO	magnesio (Mg)	
K ₂ O	potasio (K)	
Al ₂ O ₃	aluminio (Al)	
SO ₃	azufre (S)	
H ₂ SO ₄	azufre (S)	
K ₂ CrO ₄	cromo (Cr)	
Na ₂ SO ₃	azufre (S)	

2. Explica en tu cuaderno cuál es la relación entre el número de oxidación y la posición de un elemento en la tabla periódica.

3. En tu cuaderno, determina el número de oxidación para cada átomo de cada elemento de las siguientes especies químicas: CO₃²⁻, PO₄³⁻, K₂S, HClO₄.

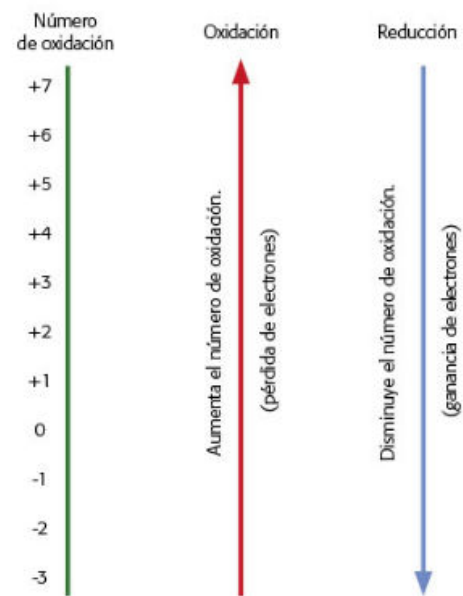


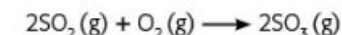
Figura 4.31 Escala de números de oxidación. Cuando un átomo pierde electrones, su número de oxidación aumenta; mientras que si gana electrones, su número de oxidación disminuye.

Ahora que sabes determinar los números de oxidación de los elementos en los compuestos, te será fácil utilizar el criterio de los cambios en éstos para identificar cuándo ha ocurrido una reducción o una oxidación.

Oxidación es un cambio químico en el cual una sustancia cede electrones, es decir, uno de sus elementos **aumenta su número de oxidación**.

En la **reducción**, una sustancia acepta electrones, con lo que uno de sus elementos disminuye su número de oxidación (figura 4.31).

Veamos un ejemplo. La siguiente ecuación representa la formación del trióxido de azufre, que es un contaminante de la atmósfera:



En el dióxido de azufre (SO₂), el azufre tiene número de oxidación +4 y en el trióxido de azufre (SO₃), cambia a +6. Como el número de oxidación aumentó significa que el azufre perdió electrones. Este proceso corresponde entonces a una **oxidación** por la acción del oxígeno, que es el **agente oxidante** en este caso.

El dióxido de azufre será entonces el **agente reductor**, ya que reduce al oxígeno. Este último cambió su número de oxidación de 0 a -2, proceso que corresponde a una **reducción**. En el siguiente diagrama se resume la información de toda la reacción:



Para aclarar este concepto, hagamos una analogía: imagina que tienes papel secante (absorbente) y una superficie con una gota de agua, entonces colocas el papel sobre la superficie y ésta se seca, pero el papel se humedece, es decir, el papel la seca, pero al hacerlo se moja. Del mismo modo, el oxidante oxida y al hacerlo se reduce, y el reductor reduce, pero al hacerlo se oxida.

Aplicamos los conceptos mencionados a la siguiente ecuación, que representa la reacción entre el magnesio y el ácido clorhídrico:



Amplio mis conocimientos

Las pilas tienen un sinnúmero de usos. Uno muy importante es en los marcapasos que funciona con pilas pequeñas y de larga duración. Este aparato electrónico consiste de dos partes fundamentales: el estimulador y la sonda. La sonda envía al estimulador las señales eléctricas que el corazón emite cuando se contrae normalmente. Cuando el corazón se detiene, dejan de llegar esas señales y se enciende el estimulador, que está programado para producir los impulsos que restablecen el ritmo del músculo cardíaco.

Los números de oxidación correspondientes a cada elemento que participó en la reacción anterior son:

Reactivos	Núm. de oxidación del elemento en negritas	Productos	Núm. de oxidación del elemento en negritas
HCl	+1	H ₂	0
HCl	-1	MgCl ₂	-1
Mg	0	MgCl ₂	+2

En el cuadro se nota que los elementos que cambian su número de oxidación son el hidrógeno y el magnesio. El cloro tiene el mismo número de oxidación en los reactivos y en los productos, lo cual significa que no se oxidó ni se redujo en esa reacción.

Las semiecuaciones para los elementos que cambian su número de oxidación son:



Entonces el magnesio metálico es el reductor y el ion H⁺ es el oxidante; recuerda que el reductor se oxida y el oxidante se reduce.

Como ya se mencionó, las reacciones redox tienen lugar en procesos cotidianos tales como la respiración y la fotosíntesis. Este último fenómeno es muy complejo, pero puede representarse con la siguiente ecuación:



Esta reacción requiere la presencia de luz y clorofila, que actúa como catalizador. El elemento que se oxida es el oxígeno, pues en el agua tiene número de oxidación -2 y cambia a 0 en el oxígeno elemental (O₂). El elemento que se reduce es el carbono, aunque el cambio en su número de oxidación no se percibe fácilmente; para determinarlo en la glucosa, deben tenerse en cuenta factores como la electronegatividad. Por el momento, basta saber que su número de oxidación disminuye.

Actividades de aprendizaje

Se tienen las siguientes ecuaciones, las cuales representan reacciones de óxido-reducción:

- $\text{PbO} (\text{s}) + \text{CO} (\text{g}) \longrightarrow \text{Pb} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$
- $\text{MgO} (\text{s}) + \text{H}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{g}) + \text{Mg} (\text{s})$
- $2\text{CO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2 (\text{g})$
- $\text{Zn} (\text{s}) + 2\text{HCl} (\text{ac}) \longrightarrow \text{ZnCl}_2 (\text{ac}) + \text{H}_2 (\text{g})$

- Determina los números de oxidación de cada elemento (en reactivos y productos).
- Con base en lo anterior, indica cuál elemento se oxida y cuál se reduce.
- Escribe en tu cuaderno las semiecuaciones de oxidación y reducción.
- Menciona cuál sustancia es el agente oxidante y cuál es el reductor en cada reacción.

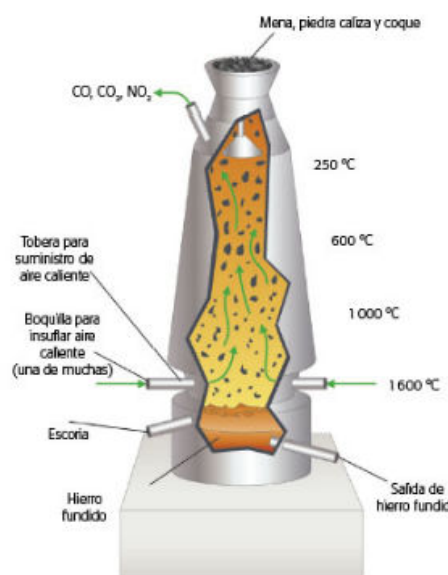


Figura 4.32 El diagrama muestra la composición de un alto horno.

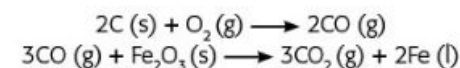
son los más utilizados para su extracción. También son importantes como menas de hierro la siderita (FeCO₃) y la pirita (FeS).

La obtención de hierro se lleva a cabo en las siderúrgicas, en las cuales se encuentran los llamados altos hornos. En México se encuentra la gran siderúrgica Las Truchas (en Lázaro Cárdenas, Michoacán).

El hierro se obtiene mediante un proceso de reducción de sus menas. El agente reductor es el carbono en forma de coque. El proceso se efectúa en un horno, que es una construcción cilíndrica ensanchada en la parte inferior y cuyo interior está recubierto con ladrillo refractario, pues se requieren altas temperaturas durante el proceso (figura 4.32). El horno se alimenta en la parte superior, de forma alternada, con carbón, piedra caliza (carbonato de calcio) y el mineral de hierro.

Cuando este último llega a la parte inferior, prácticamente se encuentra ya reducido y convertido en hierro.

Las principales reacciones que tienen lugar durante el proceso están representadas por las siguientes ecuaciones:



El hierro se extrae en la zona inferior del alto horno en estado líquido, el cual recibe el nombre de hierro colado, y es vaciado en moldes para formar lingotes.

Según fuentes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), en el año 2011 se produjeron 633 411 toneladas de hierro en México.

Ejemplos de reacciones redox en la industria y en la vida diaria

Las reacciones de óxido-reducción son importantes en la industria, por ejemplo, para la obtención del acero y de los metales a partir de sus minerales, así como en los procesos diseñados para evitar su corrosión.

La mayoría de los metales se encuentran en la naturaleza combinados químicamente en forma de minerales. Se llama mena al depósito mineral cuya concentración es adecuada para extraer un metal específico.

Fabricación del acero

El hierro se encuentra en la corteza terrestre combinado en varios minerales, como la hematita (Fe₂O₃) y la magnetita (FeO·Fe₂O₃ o Fe₃O₄), que

Glosario

Coque: combustible sólido, ligero y poroso que resulta al calcinar ciertas clases de carbón mineral.

Lingote: masa sólida que se obtiene vaciando el metal líquido en un molde.

También reconociste la importancia de las reacciones de óxido-reducción y que sin ellas no funcionaría un sinnúmero de aparatos que ahora usamos. Por último, aprendiste el significado del número de oxidación y su utilidad en las reacciones redox.

Integro mis aprendizajes

1. Investiga la fórmula de la glucosa y en qué se transforma cuando reacciona con el permanganato de potasio (KMnO_4). Escríbelo en tu cuaderno.
2. Escribe una ecuación para la reacción entre el ácido clorhídrico (HCl) y el cinc (Zn) para obtener el cloruro de cinc (ZnCl_2). Señala el número de oxidación de cada elemento, los agentes oxidante y reductor, la semiecuación de oxidación y la de reducción.
3. Escribe los números máximos de oxidación de los siguientes elementos según su posición en la tabla periódica: litio, calcio, silicio, fósforo, azufre y cloro.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Experimento El manganeso y sus números de oxidación

Propósito. Reconocer algunos de los números de oxidación que presenta el manganeso mediante un experimento atractivo.

Materiales y reactivos por equipo de cuatro personas

Tres lentejas de hidróxido de sodio, algunos cristales de permanganato de potasio, agua de la llave, algunos caramelos o paletas de dulce, recipiente (puede ser un vaso de precipitados o un frasco transparente), agitador de vidrio o cuchara de plástico, probeta o taza medidora.

Procedimiento

1. Viertan 100 ml de agua en el recipiente.
2. Añadan tres cristales de permanganato de potasio (KMnO_4) y, con el agitador, mezclen hasta disolverlos.
3. Introduzcan en el mismo recipiente un caramelo y las tres lentejas de hidróxido de sodio. Revuelvan con el agitador.
4. Observen qué cambios de color ocurren y regístralos en el cuaderno. Cada color corresponde a un compuesto de manganeso.
5. Si su maestro no indica otra cosa, desechen los residuos del experimento con bastante agua por el drenaje.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Hagan lo que se pide en el cuaderno.
- » De acuerdo con las reglas aprendidas, determinen el número de oxidación del manganeso en el ion permanganato (MnO_4^- de color violeta), en el ion manganato (MnO_4^{2-} de color verde) y en el dióxido de manganeso (MnO_2 de color café) (figura 4.35, página siguiente).

¿Qué he aprendido?

1. La reacción que se efectúa al acercar un cerillo encendido al dicromato de amonio, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, para formar óxido de cromo (III), Cr_2O_3 , se representa con la siguiente ecuación:



- » Utilizando la tabla periódica, copia en tu cuaderno la reacción y asigna el número de oxidación a cada elemento.
 - » Indica cuál se oxidó y cuál se redujo.
2. En el blanqueamiento del papel con hipoclorito de sodio (NaClO) suceden algunas reacciones de óxido-reducción.
 - » Investiga cuáles son.
 - » Señala al oxidante y al reductor. Escribe en tu cuaderno las semiecuaciones.
 3. Lee el siguiente texto y escribe en tu cuaderno qué propones para disminuir el daño ocasionado a la naturaleza por este proceso. Comparte tu trabajo con el grupo, con la dirección de tu profesor.
 - » Se sabe que para fabricar una tonelada de papel blanco se requieren 2 300 kg de madera procedentes de catorce árboles de 15 a 20 años de edad, 15 m³ de agua y 9 600 kWh (kilowatt-hora) de electricidad, además de los productos químicos utilizados para blanquearlo. Durante su elaboración se emiten cinco toneladas de dióxido de carbono (CO_2), lo cual contribuye a aumentar el efecto invernadero.

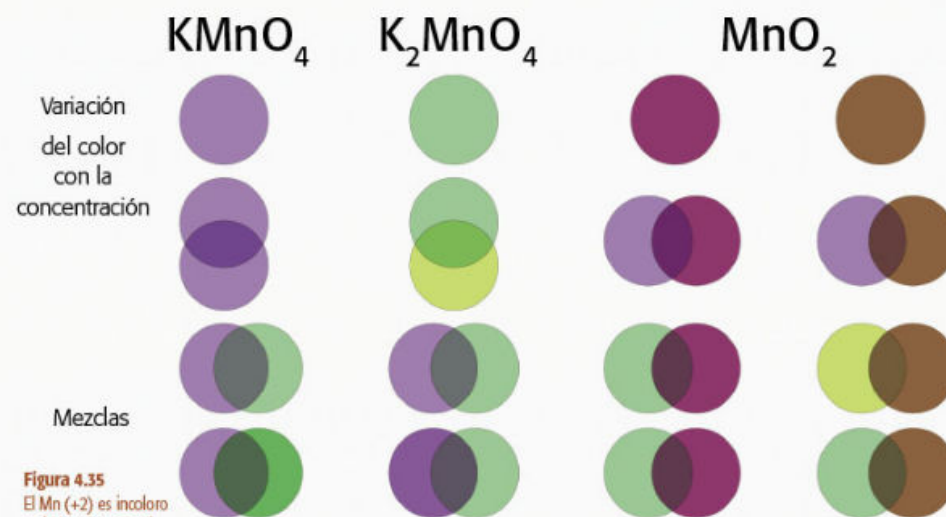


Figura 4.35
El Mn (+2) es incoloro y el Mn (+5) es azul.

- » Comparen los colores que observaron en el experimento con la información proporcionada en el inciso anterior y señalen qué especies se formaron.
- » Respondan las siguientes preguntas.
 - a. ¿El manganeso se oxidó o se redujo?
 - b. ¿Qué le pasó al azúcar de los caramelos (se oxidó o se redujo)?
 - c. ¿Cuál reactivo es el agente oxidante?
 - d. ¿Cuál es el agente reductor?

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?

APRENDIZAJES ESPERADOS

- PROPONE PREGUNTAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN A SITUACIONES PROBLEMÁTICAS PLANTEADAS, CON EL FIN DE TOMAR DECISIONES RELACIONADAS CON EL DESARROLLO SUSTENTABLE.
- SISTEMATIZA LA INFORMACIÓN DE SU PROYECTO A PARTIR DE GRÁFICAS, EXPERIMENTOS Y MODELOS, CON EL FIN DE ELABORAR CONCLUSIONES Y REFLEXIONAR SOBRE LA NECESIDAD DE CONTAR CON RECURSOS ENERGÉTICOS APROVECHABLES.
- COMUNICA LOS RESULTADOS DE SU PROYECTO DE DIVERSAS FORMAS, PROPONIENDO ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN RELACIONADAS CON LAS REACCIONES QUÍMICAS INVOLUCRADAS.
- EVALÚA PROCESOS Y PRODUCTOS DE SU PROYECTO CONSIDERANDO SU EFICACIA, VIABILIDAD E IMPLICACIONES EN EL AMBIENTE.



Figura 4.36 Una manera de proteger los metales contra la corrosión es utilizar recubrimientos, por ejemplo, el esmalte automotriz.

INICIO

Lean en equipo los conceptos abordados en el bloque que aparecen en el siguiente esquema y escriban en su cuaderno aquellos que les parezcan importantes, así como una breve explicación de cada uno.

La formación de nuevos materiales

Ácidos y bases

Óxido-reducción

El medio ambiente

Los alimentos

El cuerpo humano

PROYECTO 1

Si eliges trabajar con el proyecto "¿Cómo evitar la corrosión?", la siguiente información te resultará de utilidad.

La oxidación de metales como el hierro, destruye artefactos y aparatos fabricados con este material. A este proceso se le conoce con el nombre de **corrosión** (figura 4.36). En contraste, metales como el platino, el oro y la plata son resistentes a los factores ambientales y no se corroen.

El deterioro de objetos tales como las varillas que se utilizan en las construcciones debe evitarse, ya que éstas forman parte de la estructura que mantiene a una obra en pie. También es importante tomar las medidas necesarias para proteger de la oxidación a los ductos que transportan fluidos corrosivos, inhibiendo dicho proceso. Para ello se utilizan algunos recubrimientos.

Hay factores que cambian la velocidad de dicho proceso, como son la brisa marina, el contacto directo del agua, la presencia de otros metales y las altas temperaturas (figura 4.37).



Figura 4.37 Los metales de puentes expuestos a alta humedad ambiental y calor se corroen más rápido.

Con la siguiente actividad experimental deducirás la influencia de algunos factores ambientales en la corrosión del hierro.



Experimento Estudieemos la corrosión

Propósito. Distinguir los efectos de la corrosión en algunos metales.

Materiales y reactivos para un equipo de cuatro personas

Quince tubos de ensayo o frascos pequeños de vidrio, gradilla (en caso de utilizar tubos), agua salada (se prepara disolviendo una cucharada de sal en medio vaso de agua), agua de la llave, etiquetas, papel aluminio, quince clavos, barniz transparente para uñas, vinagre, refresco de cola, cinco trozos de estaño o plomo (puede ser soldadura), dos cucharas, una lupa y pinzas con cortador de alambre.

Procedimiento

1. Predigan cuál de los metales que van a utilizar tendrá mayor y cuál menor resistencia a la corrosión.
2. Etiqueten 12 de los recipientes, tal como se muestra en la zona verde del siguiente cuadro.

Material	Vinagre	Agua	Agua salada	Aire
clavo	Fe + HAc	Fe + H ₂ O	Fe + H ₂ O + NaCl	Fe
papel de aluminio	Al + HAc	Al + H ₂ O	Al + H ₂ O + NaCl	Al
soldadura de plomo	Pb + HAc	Pb + H ₂ O	Pb + H ₂ O + NaCl	Pb

3. Coloquen un clavo en los cuatro tubos que les corresponde, y papel aluminio en otros cuatro. Corten cuatro trozos de aproximadamente 0.5 cm de soldadura de plomo con las pinzas y pónganlos en los tubos respectivos. Para cada metal deben tenerse los cuatro ambientes: vinagre, agua, agua salada y aire.
4. Agreguen el líquido correspondiente a los primeros tres tubos con cada material; el último servirá como testigo, sólo con el aire ambiental. El vinagre contiene ácido acético, que se abrevia HAc.
5. Llenen con agua salada tres tubos más. En uno se colocará un clavo previamente recubierto con tres capas de barniz, en otro, un clavo y un trozo de plomo y en el último sólo el clavo.
6. Esperen de tres a cinco días y observen con la lupa el metal de cada recipiente. Anoten sus características.
7. Lávense muy bien las manos al terminar de manipular el plomo, ya que es un metal tóxico. Al concluir el experimento, no tiren el plomo a la basura, es mejor reutilizarlo como soldadura.

Análisis de resultados y conclusiones

1. Organicen la información de forma que puedan inferir conclusiones, por ejemplo, en una tabla, en un cuadro sinóptico o con algún organizador gráfico que consideren adecuado.
2. Con base en los resultados, expliquen a su profesor cuáles son los factores que protegen al hierro de la corrosión.

Con la información que conocen ahora respecto al tema, pueden sugerir preguntas como las siguientes para trabajar en su proyecto escolar.

- ¿Qué condiciones ambientales favorecen la corrosión de los metales?
- ¿Cómo podemos proteger la herrería de nuestra vivienda?
- ¿Qué tanto afecta a la economía de nuestro país?
- ¿Cómo se evita la corrosión de clavos, tuercas y tornillos?
- ¿Cómo se protege el casco de un barco?
- ¿Qué cuesta menos, tener pérdidas por corrosión o invertir en su prevención?
- ¿Se puede recuperar un metal una vez que se ha convertido en óxido?

PLANEACIÓN

Ahora deberán elegir la pregunta que guiará su trabajo para plantear los objetivos y hacer el cronograma de actividades respectivo. Si eligen, por ejemplo, "¿Cómo podemos proteger la herrería de nuestra vivienda?", el propósito puede ser proteger nuestro hogar de la corrosión o dar a conocer a la comunidad las maneras de proteger sus viviendas.

En el **anexo 1** de este libro se dan algunas sugerencias a tener en cuenta en esta etapa y en las subsecuentes. Consúltenlo en equipo.

Aquí mostramos el cronograma de un equipo que decidió filmar un video.

Responsable	Material necesario	Actividad	Núm. de semana
Ana, Carlos, Mario y Olga	libros de la biblioteca, equipo de cómputo con acceso a Internet	búsqueda, selección y análisis de información	uno a cuatro
Ana, Carlos, Mario y Olga	equipo de cómputo	escritura de un guion	tres a cuatro
Mario y Ana	cámara de video	grabación del video	cinco
Carlos y Olga	equipo de cómputo con paquetería para edición de video	edición del video	seis
Ana y Olga	carta de petición del espacio con firma del director y sello del colegio	conseguir el espacio y equipo para exponer	seis a siete
Ana, Carlos, Mario y Olga	sala de proyecciones	exposición	siete
Ana, Carlos, Mario y Olga	hoja de cotejo con los aspectos a evaluar	evaluación	uno a siete

Amplio mis conocimientos



En países que cuentan con estudios sobre el impacto económico de la corrosión, como Estados Unidos o Perú, se reportan pérdidas de entre 3 y 8% del producto interno bruto por este fenómeno.

DESARROLLO

Ahora llevarán a cabo las actividades que planearon en su cronograma una por una. Para comenzar, les sugerimos que averigüen en qué bibliotecas hay información relativa a la corrosión y que observen su entorno para detectar imágenes que les puedan servir. En Internet encontrarán datos y gráficas referentes a los niveles de contaminación ambiental de algunas ciudades, esto les servirá para analizar cuáles son los contaminantes que hay en una zona, cuáles de éstos son corrosivos, en qué concentración están y en qué condiciones aumentan, para poder informar a su comunidad y saber qué medidas tomar en tal situación.

Para que el video fuera claro, Ana, Carlos, Mario y Olga decidieron grabar en lugares seguros con suficiente iluminación. Para que se entendiera bien el audio, buscaron a quiénes tenían una voz más fuerte y mejor dicción.

Recuerden que el cronograma sirve para guiarse y trabajar de manera organizada, pero deben ser flexibles si surgen opciones interesantes o si se presentan problemas: quizá pensaban hacer un video, pero se presentó la oportunidad de hablar en una estación de radio; o no tienen cámara de video, pero cuentan con una muy buena cámara fotográfica. Evalúen sus recursos y avances, así como las ventajas de seguir un camino u otro.

COMUNICACIÓN

Elijan una manera de comunicar los resultados de su investigación a sus compañeros y a la comunidad estudiantil de su colegio (**figura 4.38**). Recuerden que esta etapa es importante porque es aquí donde integran todos sus aprendizajes.

Si piensan exponer su trabajo de forma oral, recuerden que deben dirigirse amablemente a todo el público, utilizar una entonación clara y fuerte para que los escuchen y respetar el tiempo acordado para este fin. Los recursos gráficos que utilicen (cartel, presentación con diapositivas u otros) deberán estar completamente terminados a tiempo para que el profesor los revise y les dé sus sugerencias antes de la exposición. También pueden presentar un periódico mural.

El equipo que decidió hacer un video pidió con anticipación un salón de proyecciones y consiguió el equipo para su presentación.

EVALUACIÓN

El desarrollo del proyecto debe evaluarse de principio a fin, para ello respondan, primero de manera individual y luego como equipo, preguntas como las siguientes:

- ¿Se respondió la pregunta central del proyecto?
- ¿Todos cumplieron sus compromisos?
- ¿Cómo se resolvieron los problemas que se presentaron?
- ¿Qué piensa cada cual de cómo trabajó cada integrante del equipo?
- El video, cartel, grabación o lo que elaboraron, ¿quedó como lo pensaron?
- La comunicación de sus resultados (exposición) ¿fue clara?
- ¿Qué proponen para evitar o minimizar la corrosión de los metales?
- ¿Qué conocimientos aporta la química en la resolución de ese problema?
- ¿Es rentable aplicar medios de protección para evitar la corrosión?



Figura 4.38 Para hacer una presentación atractiva, toma ideas de visitas a museos de ciencia o busca en Internet la página de alguno para ver cómo presentan diversos temas. Por ejemplo, puedes ver la exposición de un museo de ciencias en el sitio <<http://www.redir.mx/SQS-233>>.

PROYECTO 2

Si el proyecto de su elección es "¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?", lean la siguiente información.

En este bloque has aprendido acerca de las reacciones ácido-base y las de óxido-reducción. Los combustibles se queman mediante un proceso de óxido-reducción y generan óxidos de azufre y de nitrógeno, los cuales, al entrar en contacto con la humedad ambiental, forman la lluvia ácida.



Figura 4.39 En diciembre de 1952 murieron en Londres aproximadamente 4 000 personas debido a la fuerte contaminación ambiental provocada principalmente por el humo de las chimeneas de casas y fábricas, así como por el producido por los automóviles.

México genera electricidad de distintas maneras, las principales son la utilización de combustibles fósiles como el combustóleo y, en menor medida, el carbón. Así, cuando utilizamos energía, contribuimos a la emisión de contaminantes a la atmósfera (figura 4.39).

Ahora, en equipo, lean los siguientes datos, tomados de la "Nota descriptiva" núm. 292 de la ows, publicada en septiembre de 2011. El texto completo se encuentra disponible en la página:

<http://www.redir.mx/SQS-234>.

- » Cada año, cerca de 2 millones de personas mueren prematuramente de enfermedades atribuibles a la contaminación del aire de interiores por el uso doméstico de combustibles sólidos.
- » Cerca del 50% de las muertes por neumonía en menores de cinco años se deben a la inhalación de partículas contaminantes del aire de interiores.

Aunque esta información se refiere al problema en espacios cerrados, la presencia de contaminantes en el exterior también es importante en algunas localidades. Tengan en cuenta que la contaminación ambiental por combustibles va más allá de los gases que se producen al quemarlos, también la gasolina, el gas y otros combustibles, contaminan el aire al evaporarse y difundirse en él o al derramarse en el agua o verterse en el suelo.

PLANEACIÓN



Figura 4.40 El convertidor catalítico se coloca en los tubos de escape de los coches para disminuir la toxicidad de los gases que emiten, pues: a) oxida el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos sin quemar, con lo que producen dióxido de carbono y agua, y b) reduce los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂) a nitrógeno y oxígeno molecular.

Después de leer la información anterior, hagan una lista de las actividades diarias que requieran de la utilización de combustibles.

Investiguen cuáles son los principales contaminantes que se producen con el uso de combustibles. Recuerden que no sólo la gasolina o el diésel se utilizan como combustibles, consideren también al carbón y a la madera (figura 4.40).

Planteen preguntas interesantes que se relacionen con este problema. Por ejemplo:

- a. ¿Qué pasa si respiramos diariamente los gases emitidos por un motor?
- b. ¿Cómo evaluamos el efecto ambiental de la combustión en nuestra vida cotidiana?
- c. ¿Cómo separar los contaminantes del aire para limpiarlo?
- d. ¿Cómo influye el uso de combustibles en el calentamiento global?

Una vez elegida la pregunta, continúen con el desarrollo de su proyecto.

DESARROLLO

Si la pregunta del proyecto es "¿Cómo separar los contaminantes del aire para limpiarlo?", primero deben averiguar cuáles son las fuentes principales de contaminación del aire en su localidad o alguna ciudad cercana (figura 4.41), qué tipo de sustancias producen y qué problemas de salud generan. Después, elijan un contaminante e investiguen si es posible separarlo mediante algún método físico o si se tienen que utilizar métodos químicos.



Una ventana a la lectura

En este libro puedes obtener más información acerca del uso del petróleo como combustible y para la elaboración de diversos materiales que empleamos cotidianamente: Gloria Valek Valdés, *El fascinante mundo del petróleo*, México, SEP-Instituto Mexicano del Petróleo, 2004.

Figura 4.41 La contaminación ambiental que se produce en un lugar se mezcla con el aire y es arrastrada grandes distancias por el viento, hasta llegar a lugares en donde no se generó. Por eso, la contaminación en cualquier punto del planeta nos afecta a todos.

Si la pregunta es "¿Cómo influye el uso de combustibles en el calentamiento global?", podrían investigar en qué consiste éste y qué factores lo provocan, así como buscar y analizar gráficas acerca de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos en la ciudad en la que viven o en la capital de su estado. No pierdan de vista que las actividades seleccionadas deben hacerse dentro del tiempo asignado para el proyecto escolar.

COMUNICACIÓN

Los estudiantes de un equipo decidieron salir a la calle a presentar sus resultados. Hablaron con las autoridades de la presidencia municipal, de quienes consiguieron que les prestaran una mampara. Después, hicieron un cartel acerca de la filtración de partículas suspendidas en el aire y lo presentaron un domingo en la casa de la cultura local.

EVALUACIÓN

Reúnanse en equipo y respondan las siguientes preguntas.

- a. ¿Qué tuvieron que hacer para exponer en el lugar que eligieron?
- b. ¿Cómo fue la participación de cada integrante?
- c. ¿En qué porcentaje cumplieron con lo que acordaron?
- d. ¿Qué piensa cada cual de lo que aportó cada integrante del equipo?
- e. ¿Qué hicieron para que el producto quedara como lo planearon?
- f. ¿Qué respuesta tuvieron del público en la exposición?
- g. ¿Qué acciones proponen para disminuir la contaminación por la utilización de combustibles en sus hogares?

@

En la RED

Localiza vía Internet información y estadísticas acerca de este tema. Por ejemplo, en los portales web de instituciones, como la Organización Mundial de la Salud, el Instituto Nacional de Geografía e Informática y universidades.

Intenta, por ejemplo, en: <http://www.redir.mx/SQS-235>.

Evaluación tipo PISA

Lee el siguiente texto y, a continuación, haz lo que se te solicita en cada reactivo.

La nixtamalización

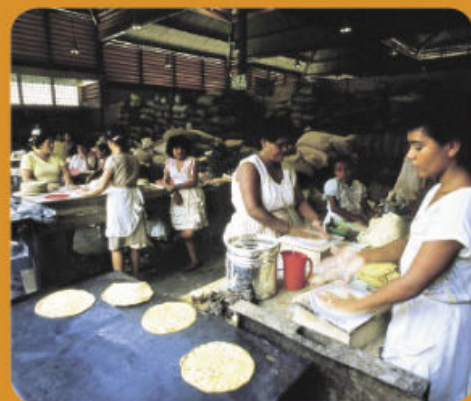
Desde el México prehispánico se conocen algunas sustancias alcalinas como la sosa cáustica (hidróxido de sodio, NaOH), el carbonato de sodio (Na_2CO_3) y la cal (óxido de calcio, CaO). Esta última es una sustancia que, al mezclarse con agua, produce hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, comúnmente llamado **cal apagada**, un sólido de color blanco que actualmente se usa para blanquear bardas o troncos de árboles, pero que en la antigüedad era utilizado por los pueblos mesoamericanos para fabricar el estuco con el que decoraban sus edificaciones.



Asimismo, la cal apagada tiene una estrecha relación con la alimentación y el conocimiento de los ácidos y las bases, descubrimiento importante hecho por las culturas de Mesoamérica, conocidas como *civilizaciones del maíz*, ya que este grano, junto con el trigo y el arroz, sostiene gran parte de la alimentación mundial.

El caso particular de la domesticación de la planta del maíz por nuestros antepasados y el profundo conocimiento acerca de sus propiedades (como lo es la acidez de este alimento) permitieron obtener sus beneficios mediante la nixtamalización, que nos proporciona como producto una masa cuyo pH se encuentra entre 6.7 y 7.5, dependiendo del tipo de maíz y de cómo se lleve a cabo el proceso.

La nixtamalización es un desarrollo tecnológico que consiste en remojar y poner a hervir el maíz con la cal, mezcla que después se deja en reposo para completar el proceso. Posteriormente, al grano se le quita la cáscara para hacerlo más maleable, a fin de elaborar, entre otros productos, masa y tortillas que, como sabemos, son dos alimentos básicos en la dieta mexicana. Además, la nixtamalización permite desacidificar el grano, lo que lo convierte en



una excelente fuente de proteínas, ya que mejora la biodisponibilidad de aminoácidos, fibra, almidón, fósforo, niacina y, por supuesto, calcio.

Pero el fruto de la planta del maíz no sólo se utiliza para obtener tortillas, pozole o tamales, los derivados de este cultivo se emplean también para la producción de refrescos, pastas de dientes, chocolates, cervezas, medicamentos, jarabes, aceites, almidones, dulces, gelatinas, glicerinas y biocombustibles, entre otros productos.

Reactivo 1

Explica por qué una tortilla hecha con determinada variedad de maíz presenta un nivel de acidez diferente con respecto a otra variedad, como pudiera ser el maíz usado para hacer palomitas.

Reactivo 3

Son dos aportaciones fundamentales de las culturas prehispánicas para el aprovechamiento del maíz.

- A. El hidróxido de calcio y el pH del maíz.
- B. La nixtamalización y el conocimiento acerca de la acidez del maíz.
- C. La fabricación del estuco y el tratamiento con cal apagada.
- D. La domesticación de la planta del maíz y el uso del hidróxido de sodio.

Reactivo 4

¿Por qué a pesar de no emplear una metodología científica los pueblos mesoamericanos conocían ampliamente la química, en especial la acidez y la alcalinidad de algunas sustancias?

Reactivo 2

A partir de la lectura acerca de la nixtamalización, para cada una de las siguientes afirmaciones encierra en un círculo la palabra *Sí* o *No*, según corresponda.

El descubrimiento de la cal y su utilización en Mesoamérica sirvió exclusivamente para la nixtamalización del maíz.	Sí	No
La utilización del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mejoró la disponibilidad de algunos nutrientes del maíz.	Sí	No
Las culturas originarias de lo que hoy es la nación mexicana tenían gran conocimiento de las sustancias ácidas y alcalinas.	Sí	No
La nixtamalización permite emplear al maíz como fuente de proteínas y carbohidratos.	Sí	No

Reactivo 5

Escribe tres problemas o dificultades a las que quizá tuvieron que enfrentarse las culturas mesoamericanas con el uso de las sustancias alcalinas o básicas. Emplea un cuadro como el que se presenta a continuación.

Problema	Preguntas
1	
2	
3	



BLOQUE 5

Química y tecnología

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

(Preguntas opcionales)

- » ¿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?

Aprendizajes esperados

- » Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis con el fin de obtener evidencias empíricas para argumentar sus conclusiones, con base en los contenidos estudiados en el curso.
- » Diseña y elabora objetos técnicos, experimentos o modelos con creatividad, con el fin de que describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y la obtención de productos químicos.
- » Comunica los resultados de su proyecto mediante diversos medios o con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación, con el fin de que la comunidad escolar y familiar reflexione y tome decisiones relacionadas con el consumo responsable o el desarrollo sustentable.
- » Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, tomando en cuenta la relación del costo con el impacto ambiental.

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



La química y la tecnología contribuyen a cubrir la creciente demanda mundial de alimentos. El desarrollo de fertilizantes, plaguicidas, especies más resistentes y maquinaria agrícola que no dañe el ambiente son avances que debemos a la actividad científica.

Reflexiona

- » ¿Cuáles son las aportaciones más importantes de la química y la tecnología?
- » ¿Cómo fomentar una cultura de la prevención de daños a la salud y al ambiente?
- » ¿Cuáles son los alcances y limitaciones de la ciencia y la tecnología actuales?

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

¿Cómo se sintetiza un material elástico?

Amplio mis conocimientos



Las propiedades de los polímeros varían mucho. A los que son blandos y elásticos (que pueden ser deformados y recuperar su forma inicial) se les denomina **elastómeros** (figura 5.1). Un ejemplo de ellos es el caucho. En cambio, otros polímeros como el polietileno, se deforman por encima de cierto límite de tensión y conservan la forma adquirida. Estos polímeros se moldean al fundirse con calor y son denominados **termoplásticos**. Por otro lado, hay otros que al calentarlos se convierten en sólidos más rígidos, esos polímeros se denominan **termoestables**.

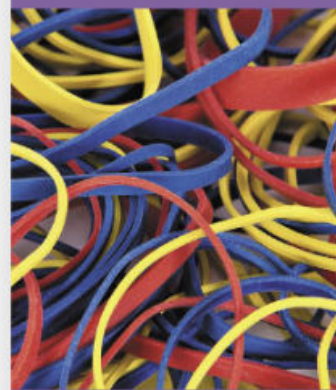


Figura 5.1 Las bandas elásticas están fabricadas con elastómeros que tienen la capacidad de regresar a su forma original después de haber sido deformados mediante una fuerza de tensión. A esta propiedad se le denomina *resiliencia*.

APRENDIZAJES ESPERADOS

- PLANTEA PREGUNTAS, REALIZA PREDICIONES, FORMULA HIPÓTESIS CON EL FIN DE OBTENER EVIDENCIAS EMPÍRICAS PARA ARGUMENTAR SUS CONCLUSIONES.
- DISEÑA Y ELABORA OBJETOS TÉCNICOS, EXPERIMENTOS O MODELOS CON CREATIVIDAD, CON EL FIN DE QUE DESCRIBA, EXPLIQUE Y PREDIGA ALGUNOS PROCESOS QUÍMICOS RELACIONADOS CON LA TRANSFORMACIÓN DE MATERIALES Y LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS.
- COMUNICA LOS RESULTADOS DE SU PROYECTO MEDIANTE DIVERSOS MEDIOS O CON AYUDA DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN, CON EL FIN DE QUE LA COMUNIDAD ESCOLAR Y FAMILIAR REFLEXIONE Y TOMÉ 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.

INICIO

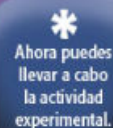
Ahora es el momento de que apliques todo lo que has aprendido a lo largo de tu curso de Ciencias III. Para ello te proponemos que desarrolles alguno de los siete proyectos que aquí se sugieren o algún otro, relacionado con la química, que sea de tu interés.

También encontrarás información y actividades para llevar a cabo cada proyecto.

Reúnete con tu equipo y hagan las siguientes actividades. No olviden asesorarse con su profesor cada que sea necesario, así como consultar el **anexo** de las **páginas 264 a 269**, en el que encontrarán información útil para cada etapa del proyecto.

¿Cómo se sintetiza un material elástico?

Con los siguientes experimentos ampliarán sus conocimientos referentes a cómo cambian las propiedades de los polímeros cuando se modifican algunas de las condiciones durante su fabricación.



Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Experimento 1

Comportamiento de un polímero con la temperatura.

Materiales

Chicles, refrigerador o hielera, bolsa de plástico chica.

Procedimiento

1. Mastica tres o cuatro chicles hasta que se vuelvan una masa homogénea.
2. Estira ligeramente el chicle y, luego, suéltalo.
3. Registra tus observaciones.
4. Estíralo nuevamente hasta una longitud de ocho veces la anterior (paso 2).

Actividad experimental

5. Registra tus observaciones.
6. Ahora, amasa el chicle hasta que adquiera el tamaño de una moneda mediana.
7. Métele en una bolsa de plástico y luego al congelador o la bolsa con hielo durante 60 minutos.
8. Sácalo e intenta doblarlo bruscamente.

Concluye

- a. ¿Qué piensas que ocurrirá con el chicle cuando vuelva a alcanzar la temperatura ambiente?
- b. ¿Qué le pasaría si, en vez de enfriarlo, lo calentaras?

Gracias a este comportamiento, los chicles se quitan fácilmente de la ropa o el cabello. Lo enfrías con hielo y después lo despegas sin dañar la prenda o cortar tu cabello.

Experimento 2

Síntesis de un polímero

Materiales

Vasos de plástico, cucharitas de plástico, un agitador de vidrio (se puede sustituir por un palito de madera), pegamento blanco, disolución saturada de bórax y unas gotas de colorante vegetal (opcional).

Procedimiento

Después de los experimentos que han efectuado a lo largo del curso, ya están capacitados para diseñar por ustedes mismos uno en el que haya variables que se puedan manejar para obtener un polímero con diferentes características. El experimento consiste en mezclar el pegamento blanco con la disolución de bórax en distintas proporciones. Al momento de mezclar pueden agregar una o dos gotas de colorante vegetal para teñir el polímero.

1. Preparen la disolución saturada de bórax. Recuerden que una disolución saturada es aquella que tiene la máxima cantidad de soluto que se puede disolver en el disolvente a una temperatura dada. Deberán investigar este dato para el bórax.
2. Las condiciones que pueden cambiar en el experimento son la proporción en que se mezclarán la disolución de bórax y el pegamento blanco (la cual pueden manejar en masa o volumen), y la temperatura a la que harán la mezcla (algunas reacciones son más rápidas cuando aumenta la temperatura).
3. Determinen cuáles serán las variables que controlarán en su experimento. Esto les permitirá prever cuántas repeticiones deben hacer y cuál será el valor de las variables en cada una.
4. Diseñen una tabla o algún otro organizador gráfico para recopilar la información.
5. Decidan qué pruebas harán con los polímeros obtenidos, por ejemplo, densidad, textura, flexibilidad, entre otras que se les ocurran.
6. Lleven a cabo los experimentos y registren sus observaciones en la tabla u organizador gráfico que hayan decidido utilizar. Lávense muy bien las manos al terminar; el bórax es tóxico.

Una vez hechos los experimentos, contesten a las siguientes preguntas.

- a. Investiguen las fórmulas de los reactivos que usaron en el experimento y la estructura del polímero que obtuvieron. ¿Cómo influye la estructura química de estos materiales en sus propiedades?
- b. ¿En qué consiste una reacción de polimerización?
- c. ¿Cuáles son las variables que afectan las propiedades finales de los polímeros?
- d. ¿Cuáles son las mejores condiciones (es decir, la proporción entre los reactivos y la temperatura de reacción) para producir el polímero que se obtiene en el experimento?

Cuadro 5.1

Plástico	Siglas	Código Gráfico
polietilentereftalato	PET o PETE	
polietileno de alta densidad	HDPE o PEAD	
policloruro de vinilo	PVC o V	
polietileno de baja densidad	LDPE o PEBD	
polipropileno	PP	
poliestireno	PS	
polietileno	PE	
poliamida	PA	
polimetilmetacrilato	PMMA	
policarbonato	PC	
otros		

A continuación se presentan los cuadros 5.1 y 5.2, uno con los códigos para distinguir diferentes tipos de plásticos y otro con las características de éstos.

Esta información es útil para responder preguntas como ¿Qué problemas de contaminación generan los polímeros?, ¿cómo se pueden reciclar? o ¿qué son los plásticos biodegradables?

Cuadro 5.2 Algunas características de varios termoplásticos

Características	Termoplásticos						
	PE	PP	PA	PMMA	PS	PC	PVC
Dureza							
como la cera	✓	✓					
duro			✓	✓	✓	✓	✓
Propiedades mecánicas							
se rasca con la uña	✓						
no se rasca con la uña		✓					
sin ruptura	✓	✓	✓				
ruptura elástica						✓	✓
fragilidad frente a la ruptura				✓	✓		
Combustión							
Arde sin humo.	✓	✓		✓			
Arde con humo.					✓		
Se apaga (no puede incendiarse),			✓			✓	✓

Con la información proporcionada y las respuestas de las preguntas ya pueden definir el problema a resolver.

La pregunta eje debe estar relacionada con:

- » La investigación de cómo se obtiene industrialmente un plástico o un elastómero, y cuáles son sus usos y la forma de reciclarlos.
- » La búsqueda de acciones que se puedan proponer en su comunidad para recolectar plásticos, clasificarlos y enviarlos a centros de acopio o recidaje.
- » La elaboración de algún polímero en el laboratorio escolar o el diseño de un juguete o algún artefacto a partir de desechos fabricados con polímeros, teniendo en cuenta las propiedades de los materiales.

PLANEACIÓN

En esta etapa, como saben, ustedes elegirán la metodología con la que trabajarán y establecerán qué actividades van a efectuar (búsqueda bibliográfica, entrevistas, diseño de experimentos, etcétera) para contestar la pregunta que guía su proyecto. También elaborarán el cronograma y asignarán un responsable para cada actividad.

DESARROLLO

Dependiendo de la pregunta, decidan qué actividades llevarán a cabo, como, por ejemplo, participar en una campaña de recolección y acopio de plásticos. Para ello, será de utilidad conocer qué tanto saben las personas acerca de los diferentes plásticos y la forma de clasificarlos para llevarlos a un centro de acopio. Esta información la pueden obtener entrevistando a diferentes personas. Recuerden que las preguntas deben ser cortas y tener un propósito claro.

Después de analizar las respuestas de las entrevistas, pueden diseñar alguna estrategia para informar a la comunidad acerca de la forma en la que se hace la separación de los materiales. También pueden preparar una presentación para explicar qué son los polímeros, por qué tardan tanto en degradarse y cómo se buscan otras opciones para disminuir la contaminación en la actualidad.

Si eligieron sintetizar algún material elástico o uno plástico, deberán hacer una búsqueda bibliográfica y averiguar si las sustancias necesarias existen en el laboratorio escolar o si se pueden conseguir con facilidad. Tengan en cuenta los cuidados requeridos durante el experimento y cómo tratar o disponer de los desechos. Si decidieron hacer algún artefacto o juguete, deberán conocer las propiedades de los materiales plásticos que utilizarán.

COMUNICACIÓN

Esta etapa del proyecto también depende del tipo de trabajo que llevaron a cabo. Podrían, por ejemplo, hacer un video de cómo hicieron la síntesis del polímero que elaboraron.

Si su propósito es diseñar una campaña de acopio de plásticos, una buena idea sería elaborar un tríptico con la información más importante para repartirlo en la comunidad.

Si elaboraron un juguete o artefacto de plástico, pueden presentarlo al grupo y hacer una exposición acerca de cuál fue el proceso de fabricación, explicando las características de cada polímero utilizado.

EVALUACIÓN

Después de todos los proyectos que han hecho, saben que la evaluación es muy importante durante todo el proceso y que pueden utilizar diferentes instrumentos para llevarla a cabo, algunos de los cuales se sugieren en el anexo 1.

Recuerden que la presentación ante el grupo les da la oportunidad de mejorar sus trabajos con las sugerencias y comentarios de sus compañeros. En el anexo 1 se indican algunos instrumentos para la autoevaluación y la coevaluación del trabajo por proyectos.

Una ventana a la lectura



Amplia tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula: Antonella Meiani, *El gran libro de los experimentos*, Madrid, Ediciones San Pablo, 2002.

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

¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?



Figura 5.2 Actualmente, la actividad científica es diversa y a ella se dedican hombres y mujeres de todas las nacionalidades.

¿Has oído decir que el conocimiento es universal? Esto se refiere a que es de todos para todos, lo cual sin duda es magnífico. Actualmente, las personas contamos con un acceso a la información sin precedentes, lo que nos permite saber qué aportaciones ha hecho cada país en los diferentes aspectos de la ciencia, gracias al trabajo de hombres y mujeres dedicados a esta interesante actividad (figura 5.2).

En este proyecto tendrás la oportunidad de conocer las aportaciones a la química que se atribuyen a científicos mexicanos de épocas pasadas y actuales.

INICIO

Te invitamos a llevar a cabo junto con tus compañeros de equipo las siguientes actividades. Su propósito es ayudarte a generar ideas e inquietudes y a reunir información para elegir el tema a trabajar en tu proyecto estudiantil.

- ¿Qué científicos mexicanos conozco?
 - » Cada integrante debe escribir en su cuaderno el nombre de uno o más científicos mexicanos que conozca.
 - » Lean en equipo sus respuestas y a continuación comenten acerca de aquellos que se han dedicado a la química en particular.
- ¿Qué científicos mexicanos conocen otras personas?
 - » Organícense para entrevistar a sus profesores, compañeros de grupo, amigos y familiares.
 - » Redacten una encuesta breve para saber qué científicos son los que conocen y cuáles han trabajado o están trabajando en el área de la química.
 - » Registren todos los datos que recaben (nombres, fechas, instituciones educativas, proyectos de investigación, publicaciones, etcétera) en su bitácora de proyecto.

Con la información que obtuvieron podrán hacer una búsqueda dirigida en Internet, con la finalidad de localizar datos acerca de los personajes que les resulten más interesantes. Además, será conveniente investigar en torno a las siguientes preguntas:

- ¿En qué época se hicieron las primeras investigaciones y trabajos químicos en nuestro país?, ¿de qué se trataban?
- ¿Qué líneas de investigación en química se siguen en algunas de las principales universidades e institutos del país?
- ¿Qué premios se otorgan internacionalmente a los químicos? De esos, ¿cuáles han ganado nuestros compatriotas?

Por ejemplo, desde 1998, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), junto con una reconocida marca de cosméticos, otorga un premio a las científicas destacadas, buscando promover los trabajos que contribuyen a afrontar los desafíos planteados a la humanidad por el uso de las nuevas tecnologías, el envejecimiento de la población y las amenazas a la diversidad biológica.

Amplio mis conocimientos



Don Martín de la Cruz (nacido a finales del siglo xv) y **don Juan Badiano** (1484-1560), reconocidos indígenas mexicanos del siglo xvi, son los autores del **Código De la Cruz-Badiano**, un documento que reúne datos de 185 plantas diferentes de América y en el cual se citan sus usos terapéuticos. En 1964, el Instituto Mexicano del Seguro Social publicó una reproducción del texto, con el fin de que se estudiaran las propiedades de esas plantas.

Dicho concurso, llamado **La Mujer y la Ciencia**, es un estímulo para que las científicas aporten trabajos que constituyan una base sólida para el desarrollo futuro de la ciencia y pone de manifiesto la importante participación femenina en esta actividad.

Los organizadores proporcionan los medios que las científicas necesitan, pero además otorgan becas a jóvenes de 103 países para que continúen con sus trabajos de investigación.

En la actualidad hay 64 científicas de 30 países que han obtenido el premio **La Mujer y la Ciencia**, dos de las cuales recibieron también el Premio Nobel en 2009.

Reúnete con tu equipo y comenten las siguientes preguntas.

- ¿Este tipo de incentivos fomenta que un número mayor de personas se interese en dedicar su vida a la ciencia?
- ¿Qué habilidades debe tener una persona para dedicarse a la ciencia?
- ¿Qué científicos extranjeros, radicados en México, han hecho contribuciones importantes al campo de la química?

A partir de sus respuestas, quizás surja la inquietud de investigar más acerca de la vida de los científicos mexicanos destacados. Hay varios nombres que mencionar en el área de la química, así como en otras muy relacionadas con ella. Observa el **cuadro 5.3**.

Cuadro 5.3 Algunos científicos mexicanos y su área de trabajo

Científico(a)	Área de trabajo
Bartolomé de Medina (1497-1585)	Minería. Creo el método de extracción de plata conocido como <i>beneficio de patio</i> .
Andrés Manuel del Río (1764-1849)	Química analítica y metalurgia. Fue el descubridor del eritronio, elemento químico actualmente conocido como <i>vanadio</i> .
Leopoldo Río de la Loza (1807-1876)	Química y farmacología. Primer mexicano que obtuvo oxígeno en un laboratorio. Llevó a cabo acciones contra la epidemia del cólera en 1833.
Jesús Romo Armería (1922-1977)	Química. Desarrolló un método económico para obtener dos hormonas femeninas: estradiol y progesterona.
Luis E. Miramontes Cárdenas (1925-2004)	Química orgánica. Sintetizó el primer anticonceptivo oral.
Francisco G. Bolívar Zapata (1948)	Bioquímica y biología molecular. Desarrolla técnicas para el manejo de material genético.
Agustín López Munguía (1951)	Biotecnología. Investiga las condiciones de reacción óptimas para enzimas con actividades específicas.
Linda Silvia Torres Castilleja (1940)	Astronomía. Trabaja en la determinación de la composición química de los gases que están alrededor de estrellas calientes.
Mario Molina Enriquez (1943)	Química ambiental. Ganó el Premio Nobel de Química en 1995 por su trabajo relativo al cambio climático global y a la destrucción de la capa de ozono.
Luis R. Herrera Estrella (1956)	Ingeniería genética. Estudia los mecanismos moleculares que poseen ciertas plantas para adaptarse a suelos poco fértiles.
Sandra Casillas Bolaños (1966)	Ingeniería de los materiales. Trabaja en proyectos con celdas fotovoltaicas y filtros para remover arsénico, metales pesados y flúor para obtener agua potable.
Carmen A. Mendoza Rodríguez (1969)	Biología reproductiva. Investiga los mecanismos moleculares de las células uterinas.

En la RED



Conoce las razones por las cuales fueron galardonadas dos científicas mexicanas con el premio **La Mujer y la Ciencia** en:

<http://www.redir.mx/SQS-245a> y

<http://www.redir.mx/SQS-245b>.



En la RED



Consulta la página de la revista *¿Cómo ves?*, editada por la UNAM. En ella hay una sección titulada "¿Quién es?", en la que se publican entrevistas hechas a hombres y mujeres mexicanos dedicados al estudio de la ciencia:

<http://www.redir.mx/SQS-246>.

Para reunir información completa acerca de los investigadores que elijan, les sugerimos investigar aspectos como:

- » ¿En qué ciudad nació? ¿Cómo fue su niñez?
- » ¿Cómo llegó a interesarse por la ciencia?
- » ¿Qué época le tocó vivir? ¿Qué acontecimientos sucedían en México mientras participaba en sus proyectos?

PLANEACIÓN

Recuerden que en esta etapa se recomienda elaborar en equipo un cronograma de las actividades necesarias para dar respuesta a la pregunta central de su proyecto.

Determinen cómo trabajarán y la repartición de tareas. Verifiquen si cuentan con los recursos necesarios para llevar a cabo su proyecto, por ejemplo, laboratorio escolar, equipo audiovisual o acceso a instituciones gubernamentales, educativas o del sector salud.

DESARROLLO

La buena organización del equipo es primordial en esta etapa del proyecto. Reúnan la información necesaria para responder a la interrogante que guía esta actividad escolar.

Por ejemplo, en una escuela secundaria ubicada en el municipio de Guadalupe, en Zacatecas, un equipo decidió visitar la biblioteca central y algunos museos en que se resguardan documentos históricos. En esos lugares investigaron acerca de los personajes zacatecanos que destacaron en alguna actividad científica dentro de las ramas de la química.

Otro equipo entrevistó a investigadores del Departamento de Química de la Universidad Autónoma de Zacatecas para conocer los proyectos en los que trabajan actualmente.

COMUNICACIÓN

Para comunicar sus resultados, consideren el empleo de las tecnologías de la información y de la comunicación (tic), distribuyan bien el trabajo y tengan presente a qué público se dirigirán (figura 5.3).

Recuerden que los medios audiovisuales son un auxiliar importante, pero que el desenvolvimiento de cada expositor es lo principal. Ensayen antes del día de la presentación y sean críticos entre ustedes para mejorar aquellos aspectos que hacen la diferencia entre una excelente y una terrible exposición. Pueden grabar un ensayo y luego revisarlo para detectar todos los puntos débiles de su presentación.

EVALUACIÓN

Ya saben que esta etapa es de suma importancia a lo largo del proyecto. Por eso, deben estar atentos a lo que se va cumpliendo o no en cada fase del trabajo. Con un seguimiento constante de sus avances, será más fácil corregir el rumbo y cambiar o quitar actividades que los alejen del logro de sus objetivos. Los instrumentos para evaluar el trabajo hecho son diversos, en el **anexo 1** que inicia en la **página 262** les sugerimos el uso de algunas rúbricas.



Figura 5.3 Las tic son una herramienta valiosa para localizar una gran cantidad de información rápidamente.

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

¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

INICIO

La **revolución verde** comenzó en la década de los sesenta. Empezó con la selección genética de variedades de cultivo de alto rendimiento que, aunada a la explotación intensiva propiciada por las técnicas de riego modernas, el uso de sustancias químicas y la maquinaria especializada, aumentó la producción de alimentos de manera extraordinaria y disminuyó el hambre en el mundo (figura 5.4).

Entre las técnicas empleadas en la revolución verde destacan el uso masivo de fertilizantes y agroquímicos. Los primeros son sustancias químicas o naturales que se administran a las plantas con la intención de optimizar su crecimiento; los segundos son sustancias químicas que tienen como objetivo controlar, prevenir o destruir plagas (cuadro 5.4)

Al aplicar fertilizantes y agroquímicos, la cosecha se volvió más productiva, sin embargo, el constante crecimiento demográfico provocó una necesidad creciente de alimentos, por ello, la búsqueda de herramientas para resolver esta escasez continúa.



Figura 5.4 En la actualidad, la producción agrícola es en su mayoría por monocultivo, es decir, grandes extensiones de terreno se siembran con un solo tipo de planta.

Por otro lado, cuando llueve, parte de los fertilizantes utilizados por los agricultores es arrastrada al subsuelo, a ríos y lagos, en donde se depositan residuos con fósforo y compuestos de nitrógeno. Este enriquecimiento por nutrimentos se conoce como eutrofización y causa un sobrecrecimiento de plantas y algas, con la consecuente disminución del oxígeno disuelto en las aguas profundas (figura 5.5). Vale la pena decir que muchos peces y crustáceos no pueden vivir en dichas condiciones.

Glosario

Revolución verde: etapa histórica en la que hubo un importante incremento de la producción agrícola debido a los adelantos científicos y tecnológicos.



Figura 5.5 El lirio acuático es una planta que crece en abundancia e impide la aireación del agua de los estanques donde se desarrolla.

Cuadro 5.4 Nombre que reciben algunos agroquímicos

Plaga que controlan	Nombre
insectos	insecticidas
hongos	fungicidas
aves	avicidas
ácaros	acaricidas
nematodos	nematicidas
lombrices	vermicidas
plantas (malezas)	herbicidas

Otro punto importante a tener en cuenta respecto a los agroquímicos es que, si consumimos vegetales tratados con estos productos, nuestro cuerpo tarda mucho tiempo en desecharlos. Además, los residuos permanecen largo tiempo en el suelo y el agua, ya que no se degradan, y representan una amenaza para la salud y el medio ambiente.

En la actualidad se están probando cultivos diseñados genéticamente. A éstos se les han introducido algunas características deseables, como en el caso del arroz y la naranja que contienen betacaroteno, por lo que al comerlos se obtiene vitamina A.

Aunque estos procedimientos son promisorios, los resultados para combatir la desnutrición no se conocen bien y tampoco las consecuencias que pueden traer a largo plazo. Ahora se sabe de plantas a las cuales se les confirió resistencia a ciertas plagas y que ahora están comenzando a ser atacadas por éstas nuevamente.

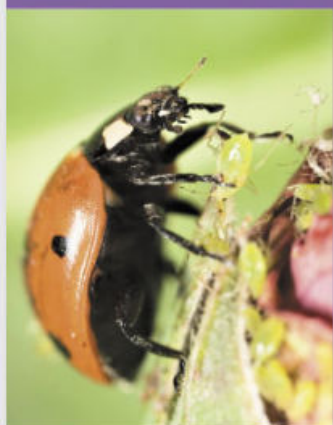


Figura 5.6 En la imagen puedes ver una catarina de siete puntos comiendo un pulgón.

Como alternativa a este tipo de agricultura masiva se presenta la agricultura orgánica, en la cual se utilizan técnicas más "amigables" con el ambiente y se emplean productos libres de agroquímicos, basados en el conocimiento del control biológico, una forma de disminuir la cantidad de plagas mediante la utilización de organismos vivos que se alimentan de ellas (figuras 5.6 y 5.7).

Otra opción es el cultivo hidropónico, un método en el que se emplean disoluciones de nutrientes disueltos en agua sin hacer uso de suelo. Este tipo de cultivo no depende de los fenómenos meteorológicos, ahorra agua y ofrece mayores rendimientos por unidad de superficie.

A partir de esta información, surgen preguntas como las siguientes:

- ¿Qué conviene más: la agricultura orgánica o utilizar agroquímicos?
- ¿Qué tipo de agroquímicos son inocuos para la salud y cuáles son dañinos?
- ¿Están más limpios de pesticidas los vegetales cultivados mediante hidroponía que los cultivados en el campo? ¿Cómo se puede lograr la producción sustentable de alimentos?
- ¿Cuáles son los cultivos más contaminados con agroquímicos?
- ¿Cómo se evitaban las plagas antes de la revolución verde?
- ¿Es seguro consumir alimentos genéticamente modificados?
- ¿Qué consecuencias ambientales tiene el uso de los distintos agroquímicos?

PLANEACIÓN

Les recomendamos hacer un cronograma con las actividades planeadas, de manera que puedan lograr sus objetivos en el tiempo disponible. Si piensan, por ejemplo, hacer una investigación en torno a los agroquímicos en su comunidad y los problemas de salud que representan, usen su creatividad para diseñar una encuesta y aprendan a investigar qué saben los demás de estos temas.

DESARROLLO

En una secundaria de San Luis Potosí, un equipo decidió averiguar si los pesticidas que se utilizan en los cultivos frutales se quitan completamente lavándolos con agua potable.

Primero fueron a una tienda de agroquímicos e hicieron una lista de todos los productos para cultivos frutales que se vendían ahí. Después investigaron sus efectos en la salud y su solubilidad en agua.

Como no tenían acceso a las sustancias necesarias para hacer los análisis, se documentaron esencialmente en libros e Internet. Elaboraron un tríptico que contenía la información más importante y dos imágenes en blanco y negro para imprimirlas de manera económica.

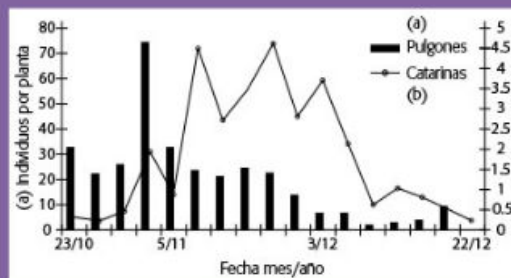
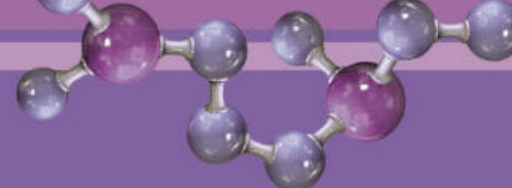


Figura 5.7 La gráfica muestra un ejemplo de control biológico. Nota cómo disminuye la población de pulgones (*Dysaphis apiifolia*) cuando se incrementa la población de catarinas de siete puntos (*Coccinella septempunctata*).



COMUNICACIÓN

Los mismos estudiantes pensaron en comunicar sus resultados mediante trípticos y pláticas a sus compañeros y padres de familia, para tomar algunas acciones dentro de su comunidad. Repartieron los trípticos en el colegio y en la calle.

EVALUACIÓN

Para la evaluación del proyecto, los estudiantes de la secundaria de San Luis Potosí hicieron una rúbrica de los aspectos que consideraron importantes a valorar, guiados por su profesora (cuadros 5.5 y 5.6).

Este equipo concluyó que trabajó su proyecto estudiantil de manera satisfactoria, con posibilidades de mejorar la metodología empleada, así como la participación colaborativa de todos los miembros.

Cuadro 5.5 Valoración del proyecto estudiantil

Aspecto del proyecto	Indicador	Puntaje
Título	Debe ser claro y alusivo a la pregunta.	0-0.5
Planteamiento y formulación del problema	Comienza con las preguntas y tiene en cuenta lo que se sabe.	0-1.0
Objetivos	Señalan la meta a cumplir, dirigiendo la atención hacia lo que se quiere lograr.	0-0.5
Justificación	Es la explicación de las razones que impulsan la investigación.	0-1.0
Conocimientos	Comprenden los conceptos necesarios para abordar el problema de investigación planteado. (Se deben utilizar fuentes actuales).	0-1.5
Hipótesis	Plantea una propuesta de explicación al problema de investigación.	0-0.5
Metodología	Considera el lugar de trabajo, así como los recursos disponibles. Describe el procedimiento de análisis, el diseño experimental o la encuesta que permita contrastar la hipótesis.	0-1.0
Trabajo colaborativo	Se trata de participar activamente en el trabajo en equipo y aportar información pertinente.	0-1.0
Cronograma	Tiene en cuenta el presupuesto del proyecto, indicando las partidas específicas, así como el costo y el financiamiento.	0-0.5
Referencias bibliográficas	Utilizan libros y revistas, así como artículos de Internet.	0-0.5
Comunicación	Plantea las ideas de manera clara durante la exposición.	0-1.0
Diseño del tríptico	Debe contener los objetivos y presentar coherencia entre el planteamiento del problema, las hipótesis y los resultados.	0-1.0

Cuadro 5.6 Valoración de puntaje del proyecto estudiantil

Calificación	Condición del proyecto
Mayor o igual a 6	Desarrollado de manera suficiente
Menor a 6	Desarrollado de manera insuficiente

De México al mundo



El Dr. Luis Rafael Herrera Estrella es de los pioneros en introducir un gen proveniente de una bacteria en plantas y demostrar en ellas la expresión funcional de los genes bacterianos, experimento que marcó el inicio de la ingeniería genética de plantas y condujo a la producción de variedades transgénicas, hoy en día cultivadas en más de 80 millones de hectáreas en 17 países del mundo.

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

¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

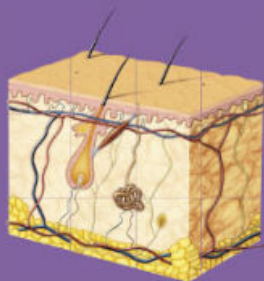


Figura 5.8 La salud de la piel es fundamental para el bienestar de todo nuestro organismo. Es una barrera eficiente contra agentes extraños, nos protege de lesiones y de la pérdida excesiva de agua.

Glosario

Acné: afección de la piel caracterizada por la retención de productos de secreción de las glándulas sebáceas y por alteraciones de carácter inflamatorio e infeccioso.

Como recordarás, en algunas lecciones anteriores, te explicamos que la química está en todos los aspectos de nuestra vida, y que es mediante reacciones químicas como se obtienen muchos de los materiales que nos hacen más confortables las actividades cotidianas.

Tal es el caso de los **cosméticos**, que son productos diversos para el cuidado del cabello, la boca, las uñas y el órgano más grande y extenso de nuestro cuerpo: la piel (**figura 5.8**).

Con este proyecto estudiarás aprenderás más acerca de los orígenes de los productos cosméticos, sabrás cómo se fabrican y reflexionarás en torno a su efecto social.

INICIO

En este libro ya hemos hablado de cosméticos, por ejemplo, en la lección 3 del bloque 1 te dijimos cómo elaborar una crema (mezcla humectante) para la piel, y en el proyecto final del bloque 3 conociste algunos componentes de los jabones y te sugerimos qué aspectos investigar para elaborar uno. A continuación te explicamos cómo hacer en casa una loción limpiadora para el rostro.

Ahora puedes llevar a cabo la actividad experimental.



Experimento 1 Loción limpiadora para el rostro

La limpieza del rostro es más importante de lo que parece. Si no se eliminan las impurezas acumuladas cada día, los poros de la piel se tapan, se infectan y ocasionan afecciones molestas como el **acné** (**figura 5.9**).

Propósito. Fabricar una loción para limpiar la piel.

Materiales

Un recipiente de vidrio de 250 ml, una cuchara de madera, una cucharada de dodecilsulfato de tris(2-hidroxietil)amonio (llamado también laurilsulfato de TEA), media taza de agua de rosas, un cuarto de taza de agua de azahar, un cuarto de taza de agua desmineralizada (de la que se vende para las planchas), un cuarto de cucharada de glicerina pura, dos gotas de colorante vegetal rojo (opcional), plumón o etiqueta, un embudo de plástico y una botella de plástico limpia y con tapa. Si no consigues el laurilsulfato de TEA, omítelo de la preparación.

Procedimiento

1. Coloca en el recipiente de vidrio el agua de rosas, el agua desmineralizada y la glicerina. Mezcla bien con el agitador.

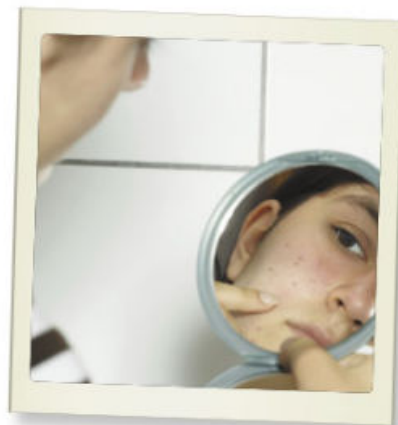


Figura 5.9

2. Agrega poco a poco el laurilsulfato de TEA. Mueve lentamente la mezcla con la cuchara para que no se produzca espuma.
 3. Vierte en el recipiente el agua de azahar y el colorante. Incorpora bien los ingredientes con la cuchara o con el agitador.
 4. Con el embudo, vierte la solución que preparaste en la botella de plástico. Etiquétala con el nombre del producto y con la fecha de elaboración.
 5. Aplica un poco de la loción que acabas de preparar en un paño limpio o algodón y úsala para limpiar tu cara después de lavarla con jabón y agua.
 6. Conserva la loción en un lugar fresco, así te puede durar hasta tres meses en buen estado. Si notas que cambian el color, el olor o la consistencia, suspende su uso y deséchala por el drenaje.
- Tomado de <http://www.profeco.gob.mx/radio/Programa_radio/2012/TDP042.mp3>. (Consultado: 20 de junio de 2013).

Contesta

a. El laurilsulfato de TEA es un jabón y el agua de rosas y de azahar son **astringentes**. ¿Con qué otros ingredientes (que tengan esas mismas propiedades) se puede preparar este tipo de lociones?

Actualmente somos "bombardeados" por los medios de comunicación con anuncios de lociones, jabones, cremas antiedad, champús, desodorantes y muchos otros productos para el arreglo personal.

En la adolescencia, más que en cualquier otra etapa, solemos estar muy preocupados por nuestra apariencia física. ¿Será que toda esa publicidad se aprovecha de eso para hacerlos consumir lo que anuncian?

Sin duda, todos esos cosméticos son resultado de los avances científicos y tecnológicos, pero ¿los fabricantes fomentan el cuidado de nuestra salud o promueven una imagen social que hay que conseguir a como dé lugar?

Al igual que en otros productos procesados, el control de calidad en los cosméticos es muy importante, así como informar al consumidor de los ingredientes utilizados. Se han encontrado esmaltes para uñas y lápices labiales contaminados con plomo, ¿cómo saber si los que usamos contienen alguna sustancia tóxica?

Una actividad de moda entre los jóvenes es tatuarse la piel. Al margen de lo que esta práctica representa para las personas (embellecimiento, anuncio de estatus social, manifestación de creencias o protestas, etcétera), ¿qué precauciones deben tomarse para que no implique un riesgo para la salud?

Preguntas como éstas son un buen punto de partida para discutir en equipo qué quieren investigar y hasta qué punto. También resultaría interesante responder interrogantes como las siguientes.

- a. ¿Desde cuándo se han ocupado productos para realzar la belleza?
- b. ¿Qué cosméticos usaban los antiguos pobladores de Mesoamérica? ¿Cómo los preparaban?
- c. ¿Qué preparaciones cosméticas usaban tus abuelas cuando eran jóvenes? ¿Cómo las conseguían? ¿Cuánto les costaban?

Glosario

Astringente: sustancia que al contacto con la lengua produce una sensación mixta entre sequedad intensa y amargor, como ciertas sales metálicas.

Amplío mis conocimientos



La piel es el órgano más grande de nuestro cuerpo, cubre unos 2 m² y pesa alrededor de 5 kg. Tiene una variedad de tipos celulares mayor que el cerebro y su función principal es evitar la pérdida de agua y el ingreso de materiales y organismos extraños. En 1 cm² de piel hay cerca de cinco millones de células, 15 glándulas sebáceas, 90 glándulas sudoríparas, 10 vellos, numerosos músculos y miles de terminales nerviosas. El grosor de la piel varía desde 0.5 mm en el párpado hasta más de 2 mm en las palmas y planta del pie.

Tomado de Héctor Riveros Rosas y Adriana Julián Sánchez, "Vitaminas en los cosméticos", en *¿Cómo ves?*, núm. 40, marzo de 2002, p. 12.



En la RED



En las siguientes ligas encontrarás recetas para elaborar en casa algunos productos de limpieza y el análisis de publicidad engañosa respecto a los cosméticos:

• <http://www.redir.mx/SQS-252a> y

• <http://www.redir.mx/SQS-252b>.

- ¿Cómo se pueden preparar en casa desodorantes o productos para combatir el acné?
- ¿Qué tipo de pruebas son necesarias para un cosmético que saldrá a la venta?
- ¿Cuál es el efecto ambiental de la producción y consumo de estos productos?

PLANEACIÓN

Una vez que decidan qué quieren investigar, elaboren un cronograma de actividades para reunir la información necesaria; recuerden asignar un responsable para cada tarea e incluir la fecha de exposición de sus resultados.

DESARROLLO

A un equipo de la ciudad de Manzanillo, Colima, le interesó indagar en torno a la imagen de belleza que promueven los comerciales de champú para el cabello. Al analizar varios anuncios de radio, televisión y revistas para jóvenes, se dieron cuenta de que las modelos eran de edad, complexión, rasgos físicos y estatus social específicos, así que se dedicaron a encuestar a sus compañeros, familiares y vecinos para saber cuál es el concepto de belleza que se difunde actualmente y si están de acuerdo en que eso es importante.

Para ello prepararon una carpeta con recortes de la publicidad de champús publicados en periódicos y revistas, y se los mostraban a los entrevistados para saber sus opiniones al respecto.

Preguntaron también cómo debían ser un hombre y una mujer bellos, cuáles son sus características y si es algo que se pierde con la edad. Además de tomar nota de las respuestas, grabaron en video algunas que pensaron en ocupar durante la comunicación de sus resultados.

A partir de su investigación, sacaron conclusiones acerca de la relación que existe entre el uso de cosméticos y el concepto actual de belleza. Agruparon sus resultados por rango de edad, género y ocupación de los entrevistados.

COMUNICACIÓN

Para comunicar sus conclusiones, prepararon una presentación con diapositivas en la que incluyeron imágenes y videos publicitarios de champús, las preguntas de su entrevista, gráficas con la frecuencia de cada respuesta y los videos de las entrevistas más significativas.

EVALUACIÓN

Para evaluar cómo se efectuó el trabajo, además de hacer una autoevaluación individual y en equipo, el día de la presentación de sus resultados repartieron una rúbrica entre los asistentes y les pidieron que la entregaran al término de la sesión, sin anotar nombres, para fomentar que la evaluación fuera más sincera. Dejaron un espacio en la hoja para comentarios generales.

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

¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

INICIO

Ahora se presenta la oportunidad de diseñar un proyecto para saber más acerca de las propiedades de algunos materiales que se utilizaban antiguamente en México y otros países de Mesoamérica.

En tiempos prehispánicos ya se tenían conocimientos de muchos materiales que hoy se siguen utilizando para la construcción, por ejemplo, las diferentes piedras volcánicas (como el tezontle), la palma, el adobe y la madera. También se elaboraba estuco impermeable mezclando cal, alumbre y baba de nopal.

En esa época se trabajaban metales puros como el cobre, el oro y la plata e incluso el platino y el mercurio, y aleaciones como el bronce, materiales que se ocupaban en la manufactura de armas y en la orfebrería.

Por otro lado, diversos padecimientos se curaban con la herbolaria. El Códice De la Cruz-Badiano contiene información relativa al uso que se les daba a muchas plantas en la época prehispánica. Por ejemplo, una planta medicinal utilizada como diurético, entre otras cosas, era la enredadera conocida como pareira o vid silvestre (*Chondrodendron tomentosum*), la cual, junto con otras, formaba parte de una preparación denominada curare, la cual se utilizaba para cazar aves mediante flechas con la punta envenenada. Algunas especies animales también eran usadas con este fin (figura 5.10).

En nuestros días, en poblaciones como Teotitlán del Valle y Santo Tomás Jalietza, en el estado de Oaxaca, en Los Altos de Chiapas y en otros estados de la República Mexicana, así como en países de Centroamérica y Sudamérica, se siguen empleando pigmentos extraídos de plantas, insectos y minerales, que ya se utilizaban en tiempos prehispánicos.

Uno de los colorantes que aún se usa ampliamente proviene de una cochinilla que parasita el nopal (*Coccus cacti*), el colorante es llamado comúnmente grana cochinilla. Este colorante se empleaba para teñir textiles, plumas, madera, piedras y alimentos.

Otros colorantes para textiles de uso común provienen de plantas como el añil (*Indigofera suffruticosa*), del que se obtiene un pigmento de color azul; el musgo de roca, del cual se extrae un pigmento amarillo; y el huizache, de cuya vaina triturada y hervida se saca un líquido de color negro que se usa como tinta (figura 5.11).

Cuando un hilo teñido se lava, el tinte se disuelve y la tela se despinta. Para evitar esta decoloración desde entonces se utilizan fijadores, como el cloruro de sodio, el limón, el vinagre o una mezcla de tequesquite, ceniza y orina de vaca.



Figura 5.10 La toxina de las ranas varía en composición según la especie, y puede ser una mezcla compuesta de aminas, esteroides y alcaloides. La rana venenosa punta de flecha (*Dendrobates azureus*) al sentirse en peligro libera una neurotoxina letal por la piel. Esta es utilizada para envenenar la punta de las flechas.



Figura 5.11 El añil o índigo es una planta que en náhuatl era llamada *xuhquiltl*. Esta se remoja hasta que fermenta y se bate para extraer el tinte de color azul en el agua.

Incluso a la roca y al estuco también se les daba color, ejemplo de ello son los murales de Teotihuacán, Bonampak y Cacaxtla, que aún se conservan en nuestros días. Sobre la piedra de Coyolxauqui, que se descubrió en el Templo Mayor, en la Ciudad de México, se encontraron vestigios de hematita roja (Fe_2O_3), blanco calcita (CaCO_3), negro de carbón vegetal (con un alto contenido de carbono), amarillo goethita [$\text{FeO}(\text{OH})$] y azul maya.

Por otro lado, en el resto de Mesoamérica se elaboraban objetos de barro y cerámica variados, como ollas, jarras y figurillas. Algunos se hacían con arcillas ricas en alúmina (óxido de aluminio) y al cocerse durante un tiempo corto quedaban con aspecto vidriado, distinto al recubrimiento que se hace en la actualidad con un barniz que contiene, entre otros componentes, óxido de plomo (II), (PbO).

El chicle, del náhuatl *tzictli*, se obtenía hirviendo el látex que contiene la savia del majestoso árbol de chicozapote (*Manilkara zapota*).



Figura 5.12 Para obtener el látex se hace una incisión sobre la corteza del árbol palo del hule (*Castilla elastica*) y se recolecta la savia. Este proceso se puede hacer dos veces a la semana y se debe cuidar de que el corte no provoque que el árbol enferme.

Otro material muy utilizado desde entonces es el hule o caucho, que químicamente es un polímero llamado **poliisopreno**, que resulta de la reacción de polimerización del isopreno contenido naturalmente en la savia de varias plantas. Cuando se hacen cortes sesgados a sus troncos, de ellos brota un líquido de aspecto lechoso conocido como látex (figura 5.12).

Con el hule se efectuaba un proceso similar a la vulcanización actual. Se mezclaba el látex del árbol del hule (*Castilla elástica*) con savia de la enredadera conocida como flor de luna (*Ipomoea alba*), planta que contiene sulfuros. Con ese hule se hacían las pelotas para el tradicional juego. En la actualidad, dicho material puede provenir de estos árboles o del petróleo y la vulcanización se lleva a cabo con el calentamiento de látex en presencia de azufre, lo cual es más contaminante que el proceso de aquella época en Mesoamérica.

En esos tiempos también se producía el **papel amate** (figura 5.13) a partir de la capa interna de la corteza de árboles del género *Ficus*. Este material era utilizado en ciertas vestimentas y como base para pintar códices.

Además, se conservaban alimentos mediante las técnicas del secado y salado, como aún se hace con la carne de res o con el pescado y el camarón en algunas regiones costeras.

A partir de toda esta información, pueden surgir preguntas como las siguientes:

- ¿Qué minerales conocían los pobladores de Mesoamérica?
- ¿Qué tipo de colorantes son mejores en la actualidad para teñir lana: los tradicionales o los sintéticos?, ¿por qué?



Figura 5.13 El papel amate se obtiene de la corteza de higuera silvestre (*Ficus canica*), la cual se remoja y hierva para luego extenderse sobre una superficie plana, donde se integran las fibras mediante golpes con una piedra y, finalmente, se seca al sol.

- ¿Cuál es la herencia de materiales que dejaron los pueblos prehispánicos a la población moderna?
- ¿Qué materiales utilizaban los mayas para construir sus casas? ¿De qué estaban hechos los techos, el piso y las paredes?
- ¿Con qué materiales hacían sus alhajas o prendas decorativas?
- ¿Cómo evitaban las plagas los agricultores mesoamericanos?
- ¿Cómo ha evolucionado el uso de materiales prehispánicos?

Para seguir generando ideas que te ayuden en la elección del tema de tu proyecto, te sugerimos elaborar un mapa mental con alguno de los materiales mencionados anteriormente (usados por las culturas mesoamericanas) que te parezca interesante.

PLANEACIÓN

Recuerda que hacer un cronograma te permite planear las actividades de manera organizada para lograr tus objetivos. Para ello, debes preguntar a tu profesor de cuánto tiempo dispones para terminar el proyecto antes de reunirte con tu equipo para elaborarlo. Si piensas, por ejemplo, en hacer un proyecto experimental, usa tu creatividad para planearlo y aprenderás a utilizar u obtener sustancias químicas como las que se hacían en Mesoamérica. También podrás comparar esas técnicas con las actuales y valorar su costo y su efecto ambiental.

DESARROLLO

En una secundaria chiapaneca, un equipo decidió averiguar la historia del chicle, querían saber si era muy conocido y compararlo con la goma de mascar actual. Consiguieron un chicle y varias gomas de mascar para cada quien y las probaron todas. Buscaron los ingredientes de cada muestra, los compararon y decidieron elaborar una encuesta para aplicarla en su comunidad. Para prepararla, leyeron en una revista de difusión científica un artículo acerca del chicle, también buscaron información en la biblioteca y en Internet.

COMUNICACIÓN

Este mismo equipo pensó en comunicar sus resultados en el patio de su colegio después de la ceremonia a la bandera, y así lo hicieron. Como su exposición resultó muy interesante, un padre de familia los invitó a presentarse en un evento fuera de la escuela, a lo que ellos accedieron. De esta forma, los resultados de su investigación se fueron difundiendo.

Recuerda que hay varias maneras de comunicar los resultados que obtengan. Escojan la que sea más conveniente, de acuerdo con su proyecto y con los intereses y preferencias del equipo.

EVALUACIÓN

Aunque por lo general la etapa de evaluación se menciona al último, no olviden que se deben evaluar los avances en cada etapa del proyecto, desde el planteamiento de las preguntas hasta la comunicación final del proyecto, pasando por la redacción de las hipótesis o predicciones, el diseño y la elaboración de la investigación, la obtención de resultados, el análisis de los datos y la redacción de las conclusiones.

Una ventana a la lectura



En este libro puedes encontrar más información sobre los materiales que empleaban las culturas mesoamericanas, en especial los que se usaban en la época prehispánica de nuestro país: José A. Chamizo, *Química mexicana*, México, SEP-Conaculta, 2003.

De México al mundo



Uno de los formadores mexicanos cuya trayectoria es ejemplar en la química de los productos naturales es el doctor Alfonso Romo de Vivar, quien ha realizado estudios de numerosas especies vegetales en la UNAM, algunas de ellas de interés medicinal o económico, las cuales incluyen especies de los géneros *Artemisia*, *Salvia*, *Chenopodium*, *Viguiera*, *Zinnia*, *Bahia*, *Tithonia*, entre muchos otros. Sus 154 publicaciones han sido referidas por otros autores acumulando cerca de mil novecientas citas, lo que habla de la relevancia de su trabajo.

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

¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

INICIO



Figura 5.14 Esta estampilla de Guyana reproduce el cuadro *Los girasoles*, de Vincent Van Gogh. El artista utilizaba sustancias como el cromato de plomo y el sulfato de bario en sus obras.

La ciencia y el arte son dos formas de interpretar al mundo, por lo que estamos de acuerdo con lo que se dice en el siguiente texto que te invitamos a leer.

El espacio de Einstein no está más cerca de la realidad que el cielo de Van Gogh. La gloria de la ciencia no estriba en una verdad más absoluta que la verdad de Bach o Tolstoi, sino que está en el acto de la creación misma. Con sus descubrimientos, el hombre de ciencia impone su propio orden al caos, así como el compositor o el pintor impone el suyo: un orden que siempre se refiere a aspectos limitados de la realidad y se basa en el marco de referencia del observador, marco que difiere de un periodo a otro, así como un desnudo de Rembrandt difiere de un desnudo de Manet.

Arthur Koestler, *The Act of Creation*, Londres, Hutchinson, 1964.

En equipo, comenten el párrafo anterior y escriban, desde su punto de vista, qué significa. Compartan con el grupo sus opiniones y después continúen leyendo la información que se les proporciona para su proyecto.

Las bellas artes son siete: la arquitectura, la danza, la escultura, la literatura, la música, la pintura (**figura 5.14**) y el cine. La química está relacionada con todas estas actividades. Se utilizan productos químicos en la pintura, la fotografía, la cinematografía, en la restauración de obras de arte, en la fabricación de materiales para instrumentos musicales, esculturas, vestuarios, etcétera.



Figura 5.15 Mural de Bonampak en el que se aprecia el color del pigmento azul maya, el cual es muy duradero debido a la formación de nanoestructuras de hierro que le confieren estabilidad.

¿Qué es el arte? ¿Hay diferencia con la artesanía?

Investiguen entre sus compañeros y familiares qué entienden por *arte*. Además, consulten al respecto en Internet y algunos diccionarios. En equipo, elaboren una definición de *arte*. Piensen ahora en cada una de las artes mencionadas y elaboren una lista de los materiales que utilizan, para hacer evidente su relación con la química. Observa la **figura 5.15** y lee el siguiente texto:

Los mayas también acostumbraban decorar objetos de cerámica, esculturas, murales y probablemente también textiles con el llamado "azul Maya", que se compone del colorante orgánico azul índigo, enlazado químicamente a la arcilla paligorskita: $((Mg, Al)_2Si_4O_{10}(OH) \cdot 4(H_2O))$.

La permanencia del color azul, impecable hasta nuestros días, ha demostrado que el pigmento es muy resistente a los agentes químicos atmosféricos. El uso de técnicas de análisis tales como la microscopía electrónica de barrido y la espectroscopia de energía dispersiva de rayos X han demostrado que la mezcla empleada consiste de tres ingredientes: copal (resina usada tradicionalmente como incienso) azul índigo y paligorskita que se calentaban para preparar el pigmento [...] Otras culturas prehistóricas

del Altiplano Central como la de los aztecas también emplearon una gran cantidad de pigmentos para decorar vasijas, esculturas y murales.

Tomado de Juan Méndez Vivar, "Influencia de la química en el arte pictórico", en *Contactos*, núm. 74, México, UAM, 2009, p. 21-27, disponible en <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/revista/74/> (Consultado el 28 de junio de 2013).

Como puedes notar, desde épocas remotas se utiliza un sinnúmero de materiales formados por mezclas de compuestos químicos, los cuales desempeñan diferentes funciones, tal como se explica en el **cuadro 5.7**.

Cuadro 5.7 Algunos materiales utilizados en la pintura

Tipo de material	Función
bases	Son intermediarias entre el soporte (sea madera, roca o lana, por ejemplo) y el pigmento.
pigmentos	Son los que dan color y pueden ser orgánicos, inorgánicos u organometálicos.
aditivos (medios dispersantes, adhesivos, aceites, antiespumantes, bactericidas, entre otros)	Dispersion las partículas de los pigmentos y las integran a la pintura, además de fijarlas en el soporte, entre otras funciones.

Investiguen qué otros materiales se utilizan para hacer una pintura y qué función tienen diferentes aditivos, como, por ejemplo, los aglutinantes.

Con las actividades hechas hasta ahora, podrán elaborar la pregunta que guiará su proyecto. Como sugerencia anotamos algunas.

- ¿Qué papel desempeña la química en la obtención de materiales que posean las propiedades requeridas por un artista?
- ¿Cuál es la relación de la química con la arquitectura, la danza, la música, la pintura, el cine y la fotografía?
- ¿Qué pigmentos utilizaban las culturas antiguas de Europa y Asia? ¿Cómo se elaboraban?
- ¿Qué pigmentos utilizaban las culturas de Mesoamérica? ¿Qué es un pigmento y cómo se fabrica?

PLANEACIÓN

La relación de la química con el arte es tan amplia que la planeación del proyecto, dependiendo de la pregunta, puede ser muy diversa. Si elaboran, por ejemplo, una obra de arte, habrá que elegir los materiales y justificar su elección con base en sus propiedades.

Si es una pintura, podrán fabricar uno o varios colorantes. Si su proyecto es otro, quizás implique una búsqueda bibliográfica muy amplia o varias de las actividades que han llevado a cabo en sus proyectos anteriores. Es importante acotar las actividades del proyecto, considerando el tiempo asignado.

DESARROLLO

Recuerden que en esta etapa deben ejecutar las actividades planeadas, teniendo en cuenta los tiempos para cada una. Es probable que necesiten algún pigmento para conseguir un color determinado. Pidan ayuda a su profesor para diseñar algún experimento, no sólo con la finalidad de obtener dicho pigmento, sino también en la elección del aglutinante o pegamento que consideren van a utilizar.

Es muy importante que su información esté debidamente registrada en tablas, gráficas o cualquier otro organizador, de manera que sea posible consultarla con facilidad.

COMUNICACIÓN

Dependiendo de la pregunta que guía su proyecto, la comunicación puede llevarse a cabo de distintas formas.

Por ejemplo, varios equipos de una escuela secundaria de la ciudad de Toluca decidieron hacer una obra de arte utilizando diversos tipos de materiales: papel maché, tela, cartón, pegamentos, colores, aceites, plastificantes y otros. Al final, organizaron una feria de las ciencias en la que presentaron sus obras con una pequeña explicación de las propiedades físicas y químicas de los componentes. También diseñaron una rúbrica y la repartieron para que los asistentes evaluaran sus trabajos.

Otro equipo presentó una línea del tiempo muy creativa, en la cual ubicó a destacados artistas y señaló la evolución de los pigmentos utilizados a lo largo de la historia.

Un equipo más preparó una pequeña presentación para explicar cuál es la relación de la química con la restauración y preservación de obras de arte. También hubo exposiciones relacionadas con los factores que se tienen en cuenta para la evaluación crítica de una obra y los principios que se siguen para verificar si una pintura es auténtica o es una copia.

Como ven, la comunicación de lo que obtengan en este proyecto puede darse de diversas formas y depende mucho de su creatividad (figura 5.16).



Figura 5.16 Una feria de las ciencias es un buen foro para divulgar su trabajo.

EVALUACIÓN

Después de todos los proyectos que han llevado a cabo, saben que la evaluación es muy importante durante todo el proceso. Recuerden revisar el anexo 1, en el que se sugieren algunos instrumentos para su evaluación.

También será importante recabar las opiniones de sus compañeros de grupo y su profesor cuando expongan sus resultados, para tener presentes aquellos aspectos susceptibles de mejorar.

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

¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

En el bloque 3 de este libro aprendiste que en las reacciones químicas se absorbe o se desprende energía, y que la combustión nos provee aquella que necesitamos todos los días para la cocción de los alimentos, el transporte, la iluminación artificial, el funcionamiento de toda clase de aparatos electrodomésticos y otras actividades más.

Con este proyecto podrás investigar junto con tu equipo el uso que hacemos actualmente de algunos derivados del petróleo como, por ejemplo, los combustibles, y algo acerca de las alternativas que hay para los principales compuestos que se obtienen de este recurso natural no renovable (figura 5.17).

INICIO

Para comenzar a recopilar información e ideas que guíen tu proyecto, reúnete con tu equipo y hagan las siguientes actividades.

1. Elaboren un listado de las fuentes de energía renovables y no renovables.
2. Completen el siguiente cuadro en su cuaderno. Para cada tema, escriban un producto de uso cotidiano que se obtenga a partir de sustancias derivadas del petróleo (petroquímicos).

Tema	Producto que se obtiene a partir del petróleo
alimentación	
deportes	
colegio	
fábricas	
limpieza	
ropa y calzado	
servicios de salud	
transporte	
vivienda	

3. Investiguen en libros de historia de México e historia universal qué combustibles se usaban en otras épocas, por ejemplo, en el México colonial, durante la Revolución Industrial o en la Edad Media.

El petróleo es un combustible fósil ampliamente utilizado en todo el mundo porque es una mezcla de sustancias llamadas **hidrocarburos** que tienen un gran potencial para sintetizar muchos otros compuestos químicos.



Figura 5.17 Se estima que los recursos petroleros mundiales sólo durarán 100 años más.

Una ventana a la lectura



Amplia tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:
 René Drucker Colin et al., *Tercera serie de 400 pequeñas dosis de ciencia (poliéster y diésel a partir de frutas)*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Glosario

Hidrocarburos: compuestos formados por carbono e hidrógeno, de estructura lineal o cíclica. Son el centro de estudio de la química orgánica.

Por ejemplo, del proceso conocido como craqueo del petróleo se obtiene el etano (C_2H_6), una sustancia gaseosa que, cuando se calienta en presencia de un catalizador, produce etileno (C_2H_4), a partir del cual se sintetizan diversos polímeros y que es uno de los derivados del petróleo más importantes, ya que sirve para producir más de 50 compuestos de uso industrial. En la figura 5.18 se mencionan algunos.

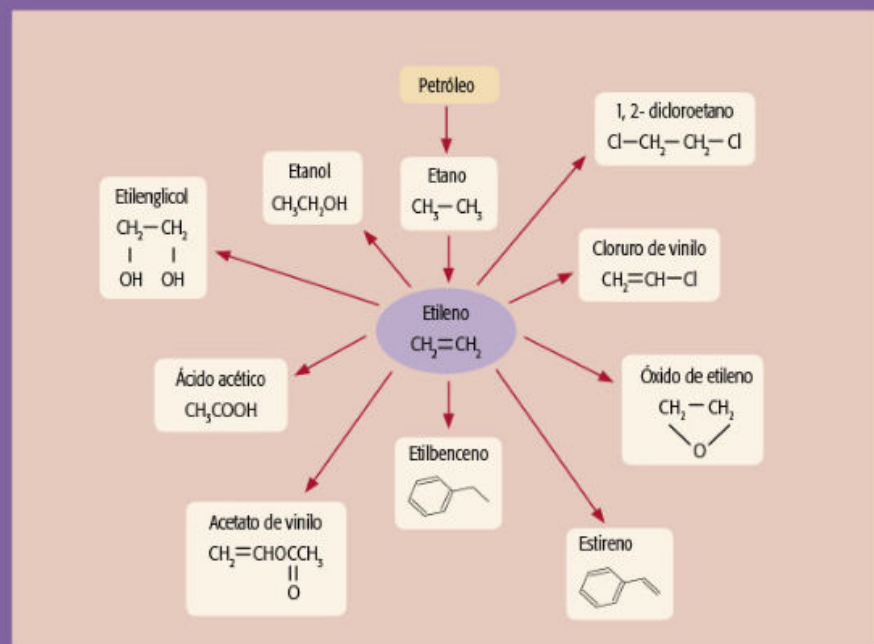


Figura 5.18 Derivados del etileno.

Los derivados del etileno se usan en la fabricación de disolventes, polímeros, pinturas, anticongelantes, resinas, explosivos, fibras, ácidos, medicamentos y muchos productos más.

Dada su importancia industrial, quizás un tema interesante para su proyecto sea investigar si existe alguna forma de obtener etileno o etano que no signifique terminar con algún recurso natural.

Otras cuestiones que se pueden abordar en este proyecto son:

- ¿Cuáles son las consecuencias ambientales de la producción a gran escala de sustancias derivadas del petróleo?
- ¿Qué opciones hay para cuando éste se termine?
- ¿Qué características químicas tienen algunos de sus derivados? ¿Qué otras sustancias son similares químicamente y, por tanto, se apuntan como probables sustitutos?
- ¿Cuáles son los productos de la combustión de gasolina, etanol e hidrógeno? De esos, ¿cuáles no dañan el ambiente?
- ¿Cómo saber cuál combustible aporta más energía?
- Comparativamente, ¿cómo es el costo de su producción?, ¿se encuentran igualmente disponibles?, ¿qué implica su transporte, almacenamiento y distribución?
- ¿Qué son los biocombustibles y cuáles se están probando en México?
- ¿Qué fuentes alternativas de energía se han instaurado con éxito en otros países?

Amplio mis conocimientos



Aguas profundas en México

Se calcula que bajo las aguas profundas del Golfo de México hay 30 000 millones de barriles de crudo. En los últimos cinco años, se han perforado cinco pozos en el Golfo con profundidades de entre 500 y 1 000 metros.

Dependiendo de las condiciones, el costo por perforación está entre 70 millones y 150 millones de dólares y la renta de plataformas flotantes (hay pocas en el mundo) cuesta 530 000 dólares por día. Un proyecto de perforación tarda entre ocho y 10 años en desarrollarse.

Tomado de Gertrudis Uruchurtu, "Aguas profundas: crónica de un desastre anunciado", en *¿Cómo ves?*, núm. 144, noviembre de 2010, disponible en <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/144/aguas-profundas-cronica-de-un-desastre-anunciado>. (Consulta: 7 de julio de 2016).

Una ventana a la lectura



Amplía tus conocimientos. Consulta este libro de la Biblioteca Escolar y de Aula:

Benjamin Ruiz Loyola, *Usos del petróleo*, México, Nuevo México-SEP, 2006.

i. ¿Cómo podemos contribuir a evitar la quema de petróleo que podría servir a otras generaciones para producir medicamentos, agroquímicos, plásticos y otras sustancias útiles?

Como en proyectos anteriores, éstas son sugerencias que les damos para que las retomen o a partir de ellas elaboren sus propias preguntas, de acuerdo con lo que más les interese del tema.

PLANEACIÓN

Dediquen un número de reuniones suficiente para decidir cómo será la organización del trabajo en equipo. Esto resulta conveniente para distribuir de manera adecuada las tareas por hacer y el tiempo disponible para llevar a cabo todas las actividades que incluyan en su cronograma.

Retomen lo que estudiaron en sus cursos de Geografía y Ciencias II para contar con más información respecto a los derivados del petróleo y los recursos disponibles en el subsuelo mexicano.

DESARROLLO

Un equipo de alumnos de una escuela secundaria ubicada en Macuspana, Tabasco, se dedicó a investigar acerca de lo que sucede en Ciudad Pemex, una localidad ubicada en ese mismo estado, a 18 km de su ciudad, fundada por la empresa Petróleos Mexicanos para asentar a sus trabajadores e instalaciones.

Además de reunir datos acerca de la producción petrolera en esa zona, averiguaron si dicha actividad ha ocasionado algún efecto ambiental negativo en la flora y la fauna de la localidad.

También contactaron por redes sociales a jóvenes de su edad nacidos en esa ciudad y les preguntaron cómo es su vida en un lugar cuya principal actividad es la extracción del petróleo. Los residentes de Ciudad Pemex les enviaron fotografías de las instalaciones y de los alrededores.

COMUNICACIÓN

Para comunicar los resultados de esta investigación, decidieron hacer un video de 15 minutos de duración en el que abordaron desde cómo se genera el petróleo hasta cuáles son algunas alternativas viables para reemplazar algunos de sus derivados, pasando por cuál es la importancia actual de los petroquímicos, qué daños ambientales ha ocasionado su exhaustiva extracción y el consumo de este tipo de productos.

EVALUACIÓN

Recuerden que es importante evaluar el desempeño individual y en equipo a lo largo del proyecto. Consigan o diseñen los instrumentos o técnicas adecuados para ello y aplíquenlos en cada etapa. También resulta útil reunirse después de comunicar sus resultados para analizar críticamente qué se logró (aprendizajes, habilidades) y en qué aspectos aún se puede mejorar.

En la RED



Para conocer asuntos relacionados con la política energética nacional, visita:

<http://www.redir.mx/SQS-261a>.

Lee tres interesantes artículos de divulgación científica relacionados con el petróleo en las siguientes direcciones:

<http://www.redir.mx/SQS-261b>,

<http://www.redir.mx/SQS-261c>,

<http://www.redir.mx/SQS-261d>.

Evaluación tipo PISA

Lee el siguiente texto.



Una mirada al pasado

En 1862, lord Kelvin dató la edad de la Tierra entre 20 millones y 90 millones de años basándose en el tiempo que tardaría el planeta en enfriarse, tal como si éste fuera una gran bola fundida. Gracias al descubrimiento de la radiactividad (1896) se ha logrado obtener una datación (edad) más precisa de nuestro planeta, que ahora se estima en aproximadamente 4 600 millones de años.

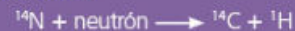
En la actualidad se utilizan ciertas propiedades constantes en el tiempo para conocer la antigüedad de los distintos materiales que se encuentran sobre la Tierra. Son los elementos radiactivos de vida larga los que se utilizan como reloj geológico natural, ya que se conoce el tiempo en el cual éstos se desintegran.

El tiempo de vida media es aquel que tarda en transformarse la mitad de la cantidad total de un isótopo radiactivo en el elemento que se produce cuando se desintegra, por ejemplo, son 5 715 años lo que tarda en transformarse un mol de carbono-14 (^{14}C) en 0.5 mol de nitrógeno 14 (^{14}N).

La datación mediante carbono-14 es una técnica ampliamente utilizada por los arqueólogos en la determinación de edades.

¿Por qué hay ^{14}C en la Tierra?

En la naturaleza se producen espontáneamente reacciones de desintegración (como las que provocan los rayos cósmicos al interactuar con las moléculas de nitrógeno atmosféricas) en las que se genera radiactividad.



Luego, ese carbono reacciona con el oxígeno atmosférico:



El CO_2 radiactivo es asimilado por las plantas y cuando los animales las ingieren lo integran a su composición.

De esta manera, durante su crecimiento, los seres vivos asimilan el carbono-14 de la atmósfera y se establece en su organismo un equilibrio entre los isótopos ^{12}C (no radiactivo) y ^{14}C (radiactivo) —esto se sabe porque se ha descubierto que hay una proporción constante de ambos en ellos—. Cuando mueren, ya no se integra más ^{14}C . Por ello, aun pasados los años se puede saber cuánto carbono radiactivo se ha perdido y, en consecuencia, cuál es la edad de ese material biológico.

Todo elemento radiactivo pasa por una serie de reacciones de desintegración hasta producir finalmente un elemento estable. En la siguiente página encontrarás un cuadro que te mostrará la utilidad de algunos de ellos.

Uso	Tiempo de vida media (años)	Isótopo radiactivo	Elemento estable
datación de rocas antiguas	48 800 000	^{87}Rb	^{87}Sr
rocas ígneas o metamórficas muy antiguas	4 510 000 000	^{238}U	^{206}Pb
rocas ígneas	1 300 000 000	^{40}K	^{40}Ar
geología de fósiles y arqueología	5 715	^{14}C	^{14}N
rocas ígneas	14 000 000 000	^{232}Th	^{206}Pb

A partir de la lectura, da respuesta a los reactivos haciendo uso de tu cuaderno.

Reactivo 1

¿Qué implicaciones para la humanidad tiene la datación de fósiles de homínidos y seres humanos?

Reactivo 2

Revisa nuevamente la tabla de isótopos y da respuesta a las siguientes preguntas.

- Si un fósil presenta la mitad de la radiación que la contenida en un organismo vivo, ¿cuál será su edad?
- ¿Cuál de todos los isótopos tardará más en desintegrarse?
- ¿Por qué se utiliza el ^{14}C en estudios antropológicos y no otros isótopos de tiempo de vida media mucho mayor, como el torio 232 (^{232}Th)?
- Cuando se quiere saber si una pintura es original, se analiza la composición de sus pigmentos y se comparan con las tintas que se utilizaban en distintas épocas. Así, pues, para saber la fecha en que se hicieron algunas pinturas rupestres, ¿consideras que se podría utilizar alguno de los isótopos que se encuentran en la tabla o buscarías averiguar su composición? Explica tu respuesta.

Reactivo 4

En un accidente nuclear, ¿qué pasaría con la proporción que existe entre el ^{12}C (no radiactivo) y el ^{14}C (radiactivo)? Escribe la respuesta aportando suficientes argumentos que respalden tu opinión.

Reactivo 3

Con base en la lectura anterior, para cada una de las siguientes afirmaciones encierra en un círculo la palabra *Sí* o *No*, según corresponda.

Puedo utilizar la radiactividad para determinar la antigüedad de la Reina Roja de Palenque u otros entierros prehispánicos.	Sí	No
Puedo utilizar la radiactividad para fechar fósiles.	Sí	No
Puedo utilizar la radiactividad para encontrar la edad del fósil más antiguo sobre la Tierra.	Sí	No
Puedo utilizar la radiactividad para conocer la edad de mis abuelos.	Sí	No

Reactivo 5

Si los rayos cósmicos cesaran de impactar con nuestra atmósfera, ¿qué pasaría con el nivel de carbono-14 en los seres vivos?

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

Los proyectos de investigación estudiantiles son una metodología con actividades planificadas y organizadas que fomentan tu participación en el grupo al plantearte preguntas interesantes. Se sugiere que cada proyecto tenga una duración más o menos prolongada, la cual puede variar entre tres y cuatro semanas a lo largo de un bloque de estudio.

Otro de los propósitos del trabajo por proyectos es que seas tú quien diseñe las estrategias para que, aplicando tus conocimientos, decidas cuál es la mejor manera de procesar la información que obtengas, cómo la aprovecharás para resolver un problema, cómo organizarás el trabajo de tu equipo y cuál es la mejor manera de comunicar los resultados a tus compañeros de grupo y tu profesor. Este tipo de trabajos te dará la oportunidad de demostrar tu actitud democrática y participativa, a la vez que contribuye a tu desarrollo y superación personal.

Con la participación en proyectos de investigación estudiantiles integrarás y aplicarás los conocimientos, habilidades, actitudes y valores aprendidos en cada bloque. Asimismo, encontrarás diversas oportunidades para reflexionar y tomar actitudes responsables para con tu salud y el ambiente.

En el siguiente cuadro se muestran algunas características de los diversos tipos de proyectos de investigación estudiantiles que llevarás a cabo en los diferentes bloques de estudio de este curso de Ciencias III. Química.

Tipo de proyecto		
Científico	Tecnológico	Ciudadano
Presenta actividades que guardan relación con el trabajo científico formal, en las que la observación, la comparación y la experimentación desempeñan un papel preponderante. En ellas se describen, explican y predicen fenómenos o procesos naturales.	Sus ejercicios favorecen la investigación, el diseño y la elaboración de un proceso o producto que atiende alguna necesidad de tu comunidad. En ellas pones en juego tu ingenio, creatividad y habilidades en el manejo de materiales y herramientas.	Estas actividades te permiten desarrollarte como ciudadano activo, crítico y solidario al resolver problemas sociales. Además, reconocerás la utilidad de la ciencia al interactuar con otras personas de tu comunidad.

En todos los tipos de proyectos tienes la enorme ventaja de poder aprovechar el acceso a la información empleando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Además, con esta actividad escolar accederás a diversos documentos para comparar posturas de investigadores u otros ciudadanos, con la finalidad de evaluar los aciertos y limitaciones de cada una.

Como recordarás, trabajar en equipo no significa solamente repartirse una tarea, además requiere que cada integrante se comprometa con el logro de las metas en común. Este tipo

de trabajo implica una revisión constante de los avances individuales de cada integrante y una evaluación continua de los logros, tanto personales como del equipo en conjunto, lo cual posibilita hacer los cambios necesarios para optimizar el desempeño y concluir las tareas de manera adecuada.

A continuación encontrarás la estructura y las etapas generales que constituyen un proyecto de investigación estudiantil. Es importante que en cada una tengas en cuenta la valiosa opinión de tu profesor.

INICIO

Esta primera etapa es muy importante, pues en ella se organiza el equipo, se decide qué tema es de interés para efectuar la investigación y qué contenidos de los vistos en el curso de Ciencias III servirán de base.

Es recomendable llevar un registro ordenado de todas las actividades y acuerdos tomados en equipo; para ello, conviene designar un cuaderno como bitácora del proyecto, que será la memoria de todo lo que se haga y una fuente de consulta de primera mano cada que se necesite revisar el trabajo efectuado.

En todos los bloques hay actividades y opciones que te ayudarán a elegir el tema de tu proyecto de acuerdo con tus intereses y los de tu equipo. Dialogar, discutir y comunicar las propuestas garantiza la participación de todos y el compromiso con el trabajo.

PLANEACIÓN

Una vez elegida la pregunta guía del proyecto, es conveniente que en la etapa de planeación reúnan información respecto a ese tema para saber qué aspectos son relevantes y qué deberán investigar. Después, acuerden las actividades necesarias para responder la pregunta central del proyecto.

Recuerden que es importante establecer la duración y asignar un responsable para cada actividad del proyecto; para ello, elaboren un cronograma, el cual básicamente es la descripción de los tiempos en que se harán las actividades, señalando quién se encargará de cada cosa y qué lapso tiene para ello.

En dicho cronograma, determinen quién será el responsable de cada actividad, señalen la fecha en la cual debe terminarse cada tarea y tengan también en cuenta el tiempo que requieren para elaborar la presentación final de su proyecto y exponer sus resultados en equipo.

Lo ideal es que cada integrante lleve a cabo la tarea con la que se sienta más identificado, en la que se considera a sí mismo más eficiente o, quizás, alguna en la que le interese participar por primera vez. En cualquiera de estos casos, habrá que acordar grupalmente cuál es la mejor distribución del trabajo y qué producto se espera obtener de cada actividad (un resumen, imágenes, entrevistas, videos, gráficas, fichas bibliográficas, experimentos, etcétera).

Amplio mis conocimientos



Anoten en la bitácora del proyecto todas las ideas y observaciones que surjan durante las actividades que llevarán a cabo, también pueden registrar los dibujos, esquemas, listas de materiales o procedimientos que utilizarán, el cronograma de actividades y las fuentes de información consultadas.

Un formato como el siguiente puede ser de utilidad para elaborar su cronograma:

Actividad	Responsable(s)	Tarea(s)	Fecha de terminación	Producto

O también:



Aunque ustedes serán los principales responsables de la investigación efectuada durante el proyecto, no olviden que en todo momento es recomendable solicitar la asesoría de su profesor.

Es posible que una buena parte del análisis de la información recabada y las actividades se lleve a cabo en el salón de clases, pero también pueden ser necesarias las visitas a museos, bibliotecas o lugares de trabajo de personas a entrevistar. Considérenlo así en su cronograma.

DESARROLLO

La etapa de desarrollo es la que toma más tiempo, pues en ella el equipo debe poner en marcha las actividades planificadas en el cronograma para reunir la información que deberán analizar después. Se trata principalmente de recabar datos en diferentes fuentes: periódicas, revistas de divulgación científica, libros, entrevistas o mediante la consulta de internet.

Es conveniente que consulten diversas fuentes informativas y conozcan qué dicen distintos autores respecto a un mismo tema, ya que así contarán con un panorama más amplio respecto a un problema particular.

Dependiendo de la fuente deben tenerse algunos cuidados. Si se trata de Internet, es importante consultar información de universidades o dependencias gubernamentales, para garantizar que los datos son confiables.

En cuanto a las fuentes de consulta bibliográficas, conviene utilizar libros de ediciones recientes, aunque algunas publicaciones de diez o más años de antigüedad también pueden contener información valiosa.

Si requieren entrevistar a algunas personas, es conveniente que preparen las preguntas con mucho cuidado, pues deben estar relacionadas con el tema de investigación y ser breves, claras y concisas.

Si deciden llevar a cabo una actividad experimental, será necesario que investiguen si el colegio cuenta con las sustancias y los materiales para tal efecto o si ustedes mismos pueden adquirirlos con facilidad.

Una vez que tengan información suficiente en torno al tema del proyecto, será necesario que elaboren una hipótesis. Como recordarás, se trata de una suposición fundamentada acerca de lo que se obtendrá en una investigación; en el caso de un proyecto escolar, esa hipótesis es la respuesta esperada para la pregunta que planteó el equipo y a la que se llegará mediante una investigación.

Se debe supervisar que con las actividades programadas se responda a la hipótesis; de lo contrario, habrá que modificarlas, pues si no se reúne información relevante no se podrá constatar si ésta se cumple o no.

Es necesario que registren en la bitácora del proyecto la información y los datos que van reuniendo entre todos, así como las fuentes informativas consultadas, y que revisen su cronograma para hacer los ajustes que consideren necesarios.

Cuando lleven a cabo el análisis de resultados es importante que no pierdan de vista tanto la pregunta central del proyecto como la hipótesis, para que las conclusiones a las que lleguen respondan ambas.

La conclusión de una investigación a veces da una respuesta completa al objetivo que se persigue, gracias a lo cual se acepta o rechaza la hipótesis planteada. Otras veces, aunque no sea definitiva, permite replantear la investigación, lo que puede significar emprender nuevos experimentos y comprender cómo se relacionan otras variables.

COMUNICACIÓN

Recuerden que la etapa de comunicación es muy importante, ya que en ella darán a conocer los resultados que obtuvieron en su investigación y recibirán la retroalimentación de parte de sus compañeros y su profesor.

Una vez que terminen el proyecto, deberán pensar en cuál es la mejor forma de transmitir sus resultados: la elaboración de un tríptico o de un cartel, con diapositivas para una presentación electrónica, un blog, un periódico mural, un debate, un video, entre otros recursos.

Sea cual sea el formato de presentación que elijan, recuerden que hay que comunicar ordenadamente la información, de manera clara, breve y amena para capturar el interés de la audiencia. No olviden consultar su bitácora y retomar las ideas más importantes. Organí-

cense bien para que todos los integrantes participen en la presentación. Tengan en cuenta que deben ser muy respetuosos con los tiempos asignados, pues de eso depende en gran parte el éxito de esta etapa.

Dado que este tipo de información afecta directamente a una comunidad, la investigación debe estar muy bien documentada para que sea posible comunicar las conclusiones a las que llegaron o las acciones que proponen con base en argumentos sólidos.

Si su profesor les pide un informe final, en dicho documento hay que incluir la pregunta central, la hipótesis, los datos recabados, la descripción de los instrumentos o experimentos utilizados para ello, el análisis de resultados y las conclusiones.

También deberán incluir las citas completas de las fuentes de información que consultaron. Cuiden que el formato resulte claro y que la redacción del texto y la ortografía sean impecables. Este informe deberá ser enriquecido con los comentarios que les hagan durante la exposición del proyecto.

EVALUACIÓN

La evaluación es un factor importante para cada etapa del proyecto. Conviene hacer una respecto al trabajo hecho por cada equipo, desde la organización hasta el logro de los objetivos.

Otro aspecto importante por evaluar es el desempeño de cada integrante, lo cual puede hacerse mediante una autoevaluación y una coevaluación (la evaluación entre compañeros de equipo), tratando de abarcar los logros en cuanto al aprendizaje de los conceptos y las habilidades trabajadas.

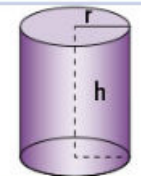
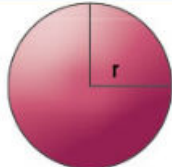
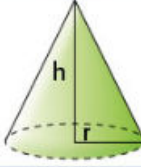
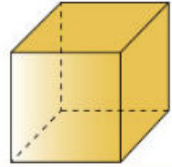
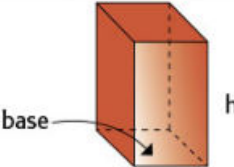
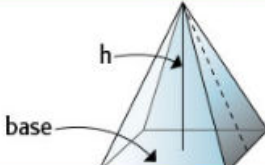
En este tipo de evaluación pueden considerar la búsqueda de información en fuentes confiables, la formulación de hipótesis, la manera adecuada de hacer los experimentos o las entrevistas, la capacidad de trabajar en equipo de forma eficiente, la comunicación clara de las ideas y el respeto a las opiniones expresadas por otros compañeros.

Para hacer cada tipo de evaluación pueden usar cuestionarios, entrevistas o rúbricas, por ejemplo. Con estas últimas se evalúan aspectos como la asistencia a las reuniones del equipo, el cumplimiento de las actividades asignadas, la participación activa en las discusiones o el respeto a las opiniones de los demás, entre otros. Una rúbrica para la autoevaluación podría contener los siguientes rubros o títulos:

Rubro	De vez en cuando (1 punto)	Algunas veces (2 puntos)	Casi siempre (3 puntos)	Siempre (4 puntos)
Cumplí con las actividades asignadas.				
Participé activamente en las discusiones del equipo.				
Respeté las opiniones de los demás.				
Puntaje total				

A continuación encontrarás otro formato para evaluar con una rúbrica tu desempeño. Señala con una ✓ tu valoración en cada aspecto relacionado con el desempeño en el proyecto.

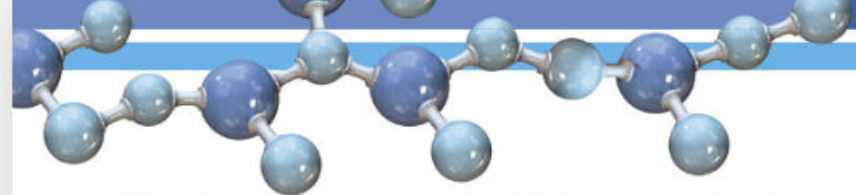
		Trabajo individual y en equipo	Siempre	Algunas veces	Pocas veces	Nunca
Desempeño en el proyecto	Habilidades y actitudes	Inicio	En equipo, ¿generamos ideas e inquietudes para decidir el tema del proyecto?			
			¿Indagué en diversas fuentes para proponer opciones o temas para el proyecto?			
			¿Identifiqué las causas de un problema y sugerí a mi equipo acciones para resolverlo?			
		Planeación	En equipo, ¿participamos en la elaboración de un cronograma en el que organizamos las actividades necesarias para el desarrollo, la comunicación y la evaluación del proyecto?			
			En equipo, ¿designamos un tiempo a lo largo del bimestre para llevar a cabo el proyecto y acordamos los responsables de cada actividad?			
			¿Comparé información derivada de fuentes diversas, la interpreté y apliqué para la solución del problema del proyecto?			
		Desarrollo	En equipo, ¿hicimos suposiciones al participar en experimentos e investigaciones?			
			Junto con mi equipo, ¿reflexionamos las causas de algunas situaciones e hicimos suposiciones?			
			Analicé junto con mi equipo los resultados de las investigaciones, experimentos y diseños elaborados para obtener conclusiones y responder el problema planteado en el proyecto.			
	Comunicación	En equipo, ¿decidimos la manera de dar a conocer los resultados de nuestro proyecto?				
		¿Expresé mis opiniones para comunicar los resultados del proyecto?				
		Junto con mi equipo, ¿propuse cambios en la metodología empleada en el desarrollo para mejorar en proyectos posteriores?				
Actitudes y valores	Con base en las conclusiones, ¿propuse a mi equipo nuevos proyectos?					
	¿Expresé curiosidad en los temas del proyecto?					
	¿Mostré interés al plantear situaciones problemáticas para integrar los contenidos del bloque, considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa?					
	¿Describí con honestidad mis observaciones e investigaciones?					
	¿Participé en reuniones y actividades?					
	¿Aporté ideas para enriquecer el trabajo?					
	¿Cumplí con mis tareas y responsabilidades dentro del equipo?					
	¿Participé en la resolución de desacuerdos o conflictos dentro de mi equipo?					
	Junto con mi equipo, ¿reflexioné en las consecuencias ambientales de algunas de mis actitudes?					
En equipo, ¿valoré cómo promover el cuidado del ambiente y la salud?						
¿Reflexioné la importancia del conocimiento y la evidencia científica en los procesos de investigación para resolver problemas?						

Cilindro		$V = \pi r^2 h$
Esfera		$V = 4/3 \pi r^3$
Cono		$V = \pi r^2 h/3$
Cubo		$V = a^3$
Prisma		$V = \text{área base} \times h$
Pirámide		$V = \text{área base} \times h/3$

Contenido energético y de macronutrientes, minerales, oligoelementos y vitaminas de algunos alimentos

Contenido químico/100 g alimento	Macronutrientes (g)				Minerales (mg)			Oligoelementos y vitaminas (mg)								
	Kcal	Prot.	Grasa	Carb.	Ca	P	K	Zn	Mg	Fe	B1	B2	B3	C	B6	
Alimentos selectos																
miel de abejas	304	0.30	0.00	82.40	6	4	52	22	200	42	Nd	4	12	100	1	
azúcar blanca	384	0.00	0.00	99.10	5	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	
azúcar mascabado	377	0.00	0.00	97.33	85	22	346	18	290	191	100	1	8	0	3	
harina de trigo integral	364	10.30	0.98	76.31	15	108	107	70	220	117	12	4	125	0	4	
maíz criollo	365	9.42	4.74	74.26	7	210	287	221	127	271	38	20	363	0	62	
tortilla de maíz criollo	204	5.40	1.00	44.90	124	123	Nd	Nd	Nd	20	10	4	120	0	—	
pan blanco	317	11.70	2.10	67.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
pan integral	246	9.70	4.20	46.10	72	229	252	194	86	330	35	20	384	0	98	

Valores energéticos y nutricionales por 100 g de algunos alimentos y bebidas				
Alimento o bebida	Contenido energético (kcal/100 g)	Proteínas (g/100 g)	Carbohidratos (g/100 g)	Lípidos (g/100 g)
Grasas				
aceites y manteca	900	0.00	0.00	100.00
mantequilla o margarina	718	0.00	0.00	100.00
Verduras y similares				
alcachofa	22	2.40	2.90	0.20
lechuga	12	1.00	1.20	0.40
jitomate	14	0.90	2.80	0.00
papas cocidas con cáscara	66	1.40	15.40	0.30
Leguminosas				
frijol, alubia, garbanzos cocidos	91	6.10	14.10	1.20
chicharos frescos	67	5.80	10.60	0.40
frijol de soya	416	36.50	22.50	20.00
Frutas				
ciruelas	47	0.80	11.00	0.00
plátanos crudos	135	1.20	0.30	31.90
manzana	65	0.30	16.50	0.50
durazno	39	0.91	9.54	0.25
Cereales				
maíz cocido	94	2.70	4.80	0.70
pan blanco	233	7.80	49.70	1.70
tortillas	222	2.70	50.00	0.50
galletas	436	7.00	74.00	14.00
Pescados y mariscos				
mojarra guisada	155	28.00	0.00	4.00
calamares cocidos	79	16.10	0.00	0.90
calamares fritos	195	18.00	11.00	8.00
Productos lácteos				
leche semidescremada	45	3.00	19.30	1.50
yogurt natural	75	5.00	6.20	3.50
queso panela	237	18.40	0.20	18.80
queso manchego	376	29.00	0.50	28.70
Carnes				
carne magra de res	123	20.30	0.00	4.60
carne de cerdo magra	146	19.90	0.00	6.80
chuleta de res	290	16.00	0.00	25.00
pechuga de pollo	108	22.40	0.00	2.10
huevo	156	13.00	0.00	11.10
pavo	107	21.90	0.00	2.20
Bebidas				
cerveza negra	38	0.30	3.00	0.00
vino tinto	68	0.20	0.30	0.20
jugo de naranja	44	0.50	11.00	0.00
agua	0	0.00	0.00	0.00



Bibliografía consultada para la elaboración de la obra

- Brown, Theodore *et al.*, *Química, la ciencia central*, 11ª ed., México, Pearson Prentice Hall, 2009.
- Chang, Raymond y Kenneth Goldsby, *Química*, 11ª ed., México, McGraw Hill Education, 2013.
- Garriz, Andoni *et al.*, *Química universitaria*, México, Pearson/Prentice Hall, 2005.
- Lacueva, Aurora, *Ciencia y tecnología en la escuela*, Madrid, Editorial Popular, 2000.
- McMurry, John y Robert Fay, *Química general*, 5ª ed., México, Pearson Educación, 2009.

Referencias electrónicas consultadas para la elaboración de la obra (consulta: 20 de enero de 2017)

- <https://www.americanelements.com/oxides.htm>.
- <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pt.htm#ixzz2P8lp6Gbl>.
- <http://www.ehu.es/biomoleculas/proteinas/desnaturizacion.htm>.
- <http://www.fao.org/3/a-y5740s/y5740s16.pdf>.
- http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5168074&fecha=23/11/2010.
- <http://nutriunsam.files.wordpress.com/2010/09/cap-021-metabolismo.pdf>.
- <http://composicionnutrimentalcomidachatarra.wikispaces.com>.
- http://www.infotecnica.mx/e-news/nota_cniv.php?id_notas=678435&tipo=p&id_subtema=780.
- <http://redesus.files.wordpress.com/2010/12/cultivodelhule.pdf>.
- <http://www.precolombino.d/en/biblioteca/el-oro-de-colombia>.

Bibliografía recomendada para docentes

- Chang, Raymond, *Química*, México, McGraw Hill, 2007.
- Garriz, Andoni *et al.*, *Química universitaria*, México, Pearson/Prentice Hall, 2005.
- Gutiérrez, Alba *et al.*, *La química en tus manos*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.
- Laguna, José y Enrique Piña, *Bioquímica de Laguna*, México, Manual Moderno, 2009.
- Sosa Fernández, Plinio, *Conceptos base de la química. Libro de apoyo para bachillerato*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Ciencias y Humanidades, 2007.

Bibliografía recomendada para profesores y estudiantes

De la colección "La ciencia para todos", coedición del Fondo de Cultura Económica, la Secretaría de Educación Pública y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

- Garriz, Andoni y José Antonio Chamizo, *Del tequesquite al ADN: algunas facetas de la química en México*, México, 2003 (núm. 72).
- Guerrero, Manuel, *El agua*, México, 2003 (núm. 102).
- Peña, Antonio y Georges Dreyfus, *La energía y la vida. Bioenergética*, México, 2003 (núm. 92).
- Rius de Riepen, Magdalena y Carlos Mauricio Castro-Acuña, *La química hacia la conquista del Sol*, México, 2002 (núm. 10).
- Shifter, Isaac y Esteban López, *Usos y abusos de las gasolinas*, México, FCE/SEP/Conacyt, 2003 (La ciencia para todos, 159).

De la revista *¿Cómo ves?*, que edita la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Biblioteca Escolar SEP

- Beltrán, Faustino, *La culpa es de las moléculas*, México, Lumen, 2006 (Espejo de Urania).
- Chamizo Guerrero, José Antonio, *Química mexicana*, México, Tercer Milenio/Conaculta, 2003 (Espejo de Urania).
- Gribbin, Mary y John Gribbin, *Del átomo al infinito. El universo a todas las escalas*, Barcelona, Oniro, 2007.
- Lavín Maroto, Mónica, *Planeta azul, planeta gris*, México, ADN Editores, 2007.
- Lesur, Luis, *Manual de nutrición*, México, Trillas, 2010.
- López Munguía-Canales, Agustín, *Alimentos*, México, Santillana, 2007.
- Meiani, Antonella, *El gran libro de los experimentos*, Madrid, Ediciones San Pablo, 2002.
- Platt, Richard, *La enciclopedia de los inventos*, Madrid, Ediciones SM, 2004.
- Ruiz Loyola, Benjamín, *Usos del petróleo*, México, Nuevo México-SEP, 2006.
- Tola, José y Eva Infesta, *Atlas básico del agua*, Barcelona, Parramón, 2008.
- Valek Valdés, Gloria, *El fascinante mundo del petróleo*, México, Instituto Mexicano del Petróleo, 2004 (Espejo de Urania).
- Laurence Yep, *Hiroshima, Canadá*, Scholastic, 2005.

Referencias electrónicas para estudiantes (consulta: 1 al 30 de agosto de 2016)

- incondelaciencia.educa.madrid.org/.
- www.comoves.unam.mx.
- bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/menu.htm.

Créditos iconográficos

© Thinkstock: pp. 5, 10-15, 17, 19, 23, 25, 27-31, 33, 36-38, 42, 44, 46-48, 50, 52, 54, 58, 63, 66, 68, 70, 73-75, 78, 79, 92, 95, 96, 98, 99, 101, 112, 116, 123, 129, 130, 139, 140, 142-146, 148, 149, 151, 161, 162, 164, 166, 169, 177, 182, 184, 188, 190, 192-199, 208, 213, 216, 217, 226, 230, 233-235, 238, 239, 240, 244, 246-248, 250, 253, 254, 256, 259, 262.

© Archivo SM: pp. 29, 44, 59, 60, 61, 85, 104, 139, 146, 158, 160, 167, 177, 182, 199, 236, 244, 254, 256, 258.

© Carlos A. Vargas: pp. 16, 18, 29, 33, 35, 39, 41, 43, 47, 57, 64, 79, 97, 127, 147, 183, 196, 197, 201, 212, 214, 216, 220.

© LatinStock: pp. 59.

© OTHERIMAGES: pp. 62, 174.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA

163311

ISBN 978-607241008-4



9 786072 410084

