

Química Ciencias 3

Tercer grado

Rosa María Catalá Rodes

Ana María Jiménez Aparicio

María Eugenia Colsa Gómez

AQUA
ESFINGE

Dirección general: Gabriel Torres Messina
Dirección editorial: Rosa María Núñez Ochoa
Coordinación editorial Ciencias: Gabriel Calderón
Edición: César G. Romero
Diseño de portada: Tania Campa González
Diseño de interiores: De Campomanes & Asociados
Diagramación y adaptación: Erre con Erre Diseño
Revisión técnica: Mariana Esquivelzeta Rabell
Corrección: Nadia Liliana Ortega Martínez
Iconografía: Guadalupe Sánchez
Ilustraciones: Miguel Ángel Macías Sierra
Ilustraciones de entradas de bloque: Marcelo de Campomanes
Fotografía: FotoDisk, Shutterstock Images y Archivo Esfinge

Química Ciencias 3. Serie Aqua

Derechos reservados:

© 2014, Rosa María Catalá Rodes
Ana María Jiménez Aparicio
María Eugenia Colsa Gómez
© 2014, Editorial Esfinge, S. de R.L. de C.V.
Átomo 24
Colonia Parque Industrial Naucalpan
Naucalpan, Estado de México, C.P. 53489

ISBN: 978-607-10-0598-4 Edición revisada

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

Primera edición: 2014

Octava reimpresión: 2019

Impreso en México

Printed in Mexico



Presentación al docente

Los libros de esta serie se han diseñado para ser una herramienta útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje de sus alumnos a lo largo de los cursos de Ciencias en el nivel secundaria de la Educación básica. Para ello, en este texto de Ciencias 3 en particular, se han tomado en cuenta los avances más recientes en didáctica de las ciencias con el fin de apoyarle para lograr que los jóvenes estudiantes:

- ▶ Desarrollen habilidades del pensamiento científico y niveles de representación e interpretación acerca de los fenómenos y procesos naturales.
- ▶ Reconozcan la ciencia como una actividad humana en permanente construcción, cuyos productos son utilizados de acuerdo con los paradigmas de la cultura y las necesidades de la sociedad.
- ▶ Apliquen los conocimientos y las habilidades adquiridos para la búsqueda de soluciones a situaciones problemáticas y a la toma de decisiones en beneficio de su salud y el ambiente.
- ▶ Valoren críticamente el impacto de la ciencia y la tecnología en el ambiente tanto natural como social y cultural.

Para ello, en la serie se integra información científica actualizada y el diseño de actividades de distinto tipo: exploratorias, de destrezas y experimentación. Igualmente se promueve de manera constante la elaboración y el manejo de modelos, la construcción de esquemas de interpretación coherentes basados en el razonamiento lógico, el lenguaje simbólico y las representaciones gráficas.

Así mismo, la serie incluye el planteamiento constante de problemáticas sociales y ambientales, en la que se presentan algunos problemas actuales del impacto de la ciencia y la tecnología. La reflexión que guía las lecturas al respecto se dirige a que puedan asumir posturas críticas y desarrollen buenas actitudes ciudadanas.

Por otra parte, se promueve de manera permanente que relacionen los conocimientos científicos con los de otras disciplinas para dar explicaciones a los fenómenos y procesos naturales, y aplicarlos en contextos y situaciones diversas.



En el caso específico de Ciencias 3, el libro se dirige a que las y los jóvenes estudiantes desarrollen y apliquen nuevos conceptos y habilidades, así como manifiesten actitudes que les permitan conocer la estructura y las propiedades de los materiales que nos rodean, así como los procesos de cambio químico que hacen posible el mundo natural y diseñado en que vivimos. De manera paralela, a lo largo de la obra, se promueve una vinculación activa con la promoción de la salud y la conservación del ambiente desde una perspectiva sustentable, algo sin lo cual será imposible concebir el mundo futuro que sus alumnos y las siguientes generaciones merecen.

Todo lo anterior se concreta y ve la luz de manera muy significativa —con énfasis en la participación social— a través de las guías para la elaboración de los proyectos de aula a lo largo del bloque; mediante ellas, los alumnos lograrán identificar problemáticas de su medio y dar propuestas de solución. Para ello deberán definir objetivos y estrategias, planear y llevar a cabo actividades, comunicarlas y evaluar al término todo el proceso.



Presentación al alumno

Bienvenido al libro que acompañará tu curso de Ciencias 3. A partir de hoy te inicias en un año lleno de aprendizajes y descubrimientos sobre la naturaleza y el mundo que te rodea. A lo largo del curso, esperamos que este libro de Ciencias 3 con énfasis en Química se convierta, con la guía de tu docente, en tu mejor aliado para conocer más, desarrollar y aplicar tus habilidades y poner en práctica tus conocimientos y destrezas.

La estructura del libro se basa en la misma que se plantea en los programas de la asignatura, incluyendo los siguientes cuatro bloques temáticos:

- ▶ Las características de los materiales
- ▶ La diversidad de propiedades de los materiales y su clasificación química
- ▶ La transformación de los materiales: la reacción química
- ▶ La formación de nuevos materiales.

¿Qué llama la atención de manera inmediata? Si eres buena observadora o buen observador ya habrás notado que la palabra “materiales” es en la que se centra todo el contenido del curso. Los materiales incluyen absolutamente todo lo que nos rodea y el objetivo de este curso es conocerlos desde todos sus ángulos: cómo se comportan, cómo son en su estructura interna, cómo se explican sus propiedades y cómo se transforman cuando interactúan entre ellos y con la energía en cualquiera de sus manifestaciones.

Para dar respuesta a todos estos ¿cómo? tendrás también que plantearte muchos ¿por qué?, ya que ambas representan las preguntas básicas del investigador curioso que todos llevamos dentro. En este libro esperamos darte todos los elementos para lograr despertar esas ganas de conocer y explicar de qué están hechas las cosas, para qué sirven, y cómo aprovecharlas sin dañar la salud y el medio ambiente.

Esperamos que disfrutes mucho tu libro. Lo hemos hecho pensando en ti.

Las autoras





Índice

Presentación al docente 3
 Presentación al alumno 5
 Conoce tu libro 8

Bloque I. Las características de los materiales 10

- La ciencia y la tecnología en el mundo actual 12
- Identificación de las propiedades físicas de los materiales 16
- Experimentación con mezclas 22
- ¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra? 32
- Primera revolución de la química 41

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación 48

- ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? 48
- ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente? 48

Evaluación 55

Autoevaluación 60

Bloque II. Las propiedades de los materiales y su clasificación química 62

- Clasificación de los materiales 64
- Estructura de los materiales 70
- ¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales? 84
- Segunda revolución de la química 93
- Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos 99
- Enlace químico 110

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación 118

- ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? 118
- ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados? 118

Evaluación 125

Autoevaluación 130

Bloque III. La transformación de los materiales: la reacción química 132

- Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química 134
- ¿Qué me conviene comer? 142
- Tercera revolución de la química 149
- Comparación y representación de escalas de medida 158

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación 167

- ¿Cómo elaborar jabones? 167
- ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano? 167

Evaluación 174

Autoevaluación 180

Bloque IV. La formación de nuevos materiales 182

- Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria 184
- ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"? 200
- Importancia de las reacciones de óxido y de reducción 206

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación 216

- ¿Cómo evitar la corrosión? 216
- ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución? 216

Evaluación 223

Autoevaluación 228

Bloque V. Química y tecnología 230

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación 232

Autoevaluación 247

Anexo 1. El trabajo en laboratorio 248

Anexo 2. ¿Cómo elaborar un informe científico? 251

Anexo 3. Tabla periódica 252

Bibliografía 253

Sitios web 254

Créditos iconográficos 256

Conoce tu libro

Estructura general

A continuación te presentamos las secciones que lo integran tu libro.



Presentación del libro, para el alumno y el profesor



Índice



Bloques (5)

Competencias que se favorecen

Aprendizaje esperados



Evaluación

Se encuentra después del proyecto, aquí se valorará el nivel de logro de los aprendizajes esperados que adquieres a lo largo del bloque.



Autoevaluación

Ubicada al final de cada bloque, donde tú mismo valorarás tu aprendizaje respecto a lo que estudiaste en el bloque.



Bibliografía

Consultada, para el alumno, para el profesor y sitios de internet o multimedia.

Secciones

Los bloques están divididos en lecciones. Con la finalidad de que sigas paso a paso tu libro, a continuación te presentamos las secciones que lo componen.

Lo que pienso

Te ayuda —mediante preguntas y actividades— a recuperar conocimientos previos para entender la información nueva.



Actividad
Las actividades contribuyen a que entiendas los contenidos mediante demostraciones o búsquedas de información.



QUÍMICA • 1

Lo que pienso

¿Qué productos puedes mencionar que han sido aportaciones del conocimiento químico y cómo influyen en la vida cotidiana? ¿Cómo podría el conocimiento químico disminuir el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente?

¿Influye la química en nuestra vida diaria?
En tu cuaderno responde esta pregunta, fundamentando tu respuesta. Después escribe una lista de por lo menos veinte productos o materiales que uses diariamente. Clasifícalos según su origen: naturales o producto de la actividad química. Compara tu lista con la de dos de tus compañeros.

Actividad

¿Cómo se ofrecen los productos en los medios de comunicación?

Seguramente, al hojear una revista o ver la televisión te has fijado en la manera en que se alude de una u otra forma al conocimiento científico; está científicamente comprobado. "Después de años de estudios de laboratorio, se comprobó que esta sustancia ayuda a tener un pelo brillante." "El lactobacillus tal, te ayudará a tener una buena digestión". Para esta actividad deberás buscar y recortar anuncios publicitarios en los que se aluda a la ciencia (Figura 1.4). Después comparte con tus compañeros lo que encuentres y reflexiona juntos sobre la forma en que esta información influye en nuestra manera de concebir a la ciencia en general y a la química en particular. ¿Consideras que los medios de comunicación influyen en que veamos a la química con simpatía o, por el contrario, que nos alejen de ella?

Revisando lo aprendido

Escribe un texto breve en el que destagues la manera en que el conocimiento químico contribuye a mejorar tu forma de vida. Imagina que vives en la década de 1940, ¿cómo crees que sería vivir en ese mundo en donde este conocimiento no estaba tan desarrollado?

Saber más

¿Cómo influye la química en nuestra vida cotidiana? México, CINA/Noriega (Libros del rincón), 2002

Revisando lo aprendido
Tiene como finalidad la recuperación y el reforzamiento de la información y las habilidades aprendidas en la lección.

Saber más
Te señala diversos recursos —libros, revistas, sitios web— mediante los que podrás aprender más o aclarar dudas.

Mezclas homogéneas y heterogéneas

Propósitos

- Observar e identificar tipos de mezclas y clasificarlas en homogéneas o heterogéneas.
- Observar que existen sustancias que pueden disolverse en determinadas líquidos, espumas, otros no.

Materiales

- 20 Frascos de vidrio con tapa (como los de alimento para bebé).
- Líquidos de: Hielo o clips, clavos u objetos pequeños de hierro.
- Sal.
- Azúcar.
- Cinta para etiquetar (masking tape).
- Un platón o charcador.

Actividad experimental (Laboratorio)

¿Qué puedes aprender?

Actividad experimental
Procedimientos para llevar a cabo experimentos en el laboratorio, con el fin de demostrar o aplicar —y reafirmar— los conocimientos adquiridos.

Recursos didácticos de apoyo

Son elementos que no forman parte de la estructura central del libro pero sirven para profundizar en los conceptos que estás estudiando, relacionarte con otras áreas del conocimiento, explorar recursos electrónicos y multimedia o presentarte lecturas interesantes.

Glosario:
Te aclara algunos términos con los que pudieras no estar familiarizado.

Por cierto:
Son pequeñas cápsulas con datos interesantes relacionados con el contenido del libro.

QUÍMICA • 21

Glosario

Por cierto

Se encuentran formando mezclas, por lo que una de las actividades químicas más antiguas de todos los pueblos ha sido desarrollar tecnologías para separar estos materiales de otros, como la destilación (Figura 1.12).

Figura 1.12 El proceso de separar los componentes de una mezcla homogénea de agua y sal por destilación. El agua se evapora y se condensa en un recipiente frío, dejando el residuo de sal en el fondo.

QUÍMICA • 12

Avance de proyecto

Busca la formación para tu proyecto utilizando diversos medios (revistas, periódicos, libros, Internet). En grupo analiza y selecciona aquella que es relevante para tu trabajo. ¿Por qué es importante usar esos datos? ¿Por qué? ¿Cómo se relaciona con tu tema? ¿Qué puedes aprender de ella?

Avance de proyecto

Busca la formación para tu proyecto utilizando diversos medios (revistas, periódicos, libros, Internet). En grupo analiza y selecciona aquella que es relevante para tu trabajo. ¿Por qué es importante usar esos datos? ¿Por qué? ¿Cómo se relaciona con tu tema? ¿Qué puedes aprender de ella?

Saber más

¿Cómo influye la química en nuestra vida cotidiana? México, CINA/Noriega (Libros del rincón), 2002

Avance de proyecto
Al final de cada bloque se incluye una sección en la que diseñarás y llevarás a cabo un proyecto donde apliques tus conocimientos. El propósito de Avance de proyecto es orientarte para que aproveches mejor la información proporcionada y obtener más datos, con el fin de ir preparando tu proyecto.

Lecturas:
Algunos textos que abordan temas fundamentales en el desarrollo histórico de la química.

QUÍMICA • 14

[lectura]

La química de Antoine de Lavoisier

Nacido en una familia muy rica, no pudo ni obligo a estudiar la carrera de Derecho, lo cual terminó abandonando casi inmediatamente para dedicarse su vida a la ciencia, particularmente a la química. Se casó con Marie-Anne Lavoisier, quien le ayudó siempre a llevar la bitácora de los experimentos que realizaba y llegó a ser tan buena química como él. Para poder mantener a su familia trabajó en una organización dedicada a la recolección de impuestos. Tras pagar un impuesto fijo al año, mantenía el excedente para su propio beneficio y, junto con la dote de su matrimonio, pudo instalar un laboratorio en el que trabajó hasta su muerte. La actividad de recordarlo "privado" de impuestos era muy frecuente en el siglo XVIII en Francia, y generalmente ocasionaba el sufrimiento y maltrato de los deudores y el empobrecimiento de quienes cobraban dichas cuotas. Aunque no sabe que Lavoisier no era español como la gente, el haber formado parte de esta organización, lo condujo más adelante a un trabajo de A. Lavoisier le ayudó a llevar la bitácora de los experimentos que realizaba y llegó a ser tan buena química como él.

Anexo

Tabla periódica

Tabla periódica

Tabla periódica

Las características de los materiales



Competencias que se favorecen

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

Aprendizajes esperados

Al terminar el estudio de este bloque, el alumno:

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

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.



Figura 1.1 La química ha permitido el desarrollo de infinidad de productos que usamos en nuestra vida diaria.

Glosario

Combustibles fósiles: son los que provienen de la materia orgánica y resultan de la descomposición de los seres vivos. Se extraen del subsuelo y se utilizan en la generación de energía.

Plástico no biodegradable: los plásticos pueden moldearse o laminarse. Debido al gran tamaño de sus moléculas, los microorganismos bacterianos, responsables de la degradación de muchos desechos sólidos, son incapaces de atacar a los plásticos, por lo que constituyen un grave problema de contaminación.

Pesticidas: sustancias químicas que se utilizan para eliminar organismos que por alguna razón son indeseables (hongos, malas hierbas, insectos, roedores, etcétera), principalmente en áreas de cultivo agrícola. En esta categoría se incluyen los herbicidas, insecticidas, fungicidas y otros.

La ciencia y la tecnología en el mundo actual

¿Te has puesto a pensar que todo alrededor está formado por moléculas? El papel de este libro, tu ropa, de lo que estás hecho, lo que comes. Todo —absolutamente todo— son moléculas, y la química es la ciencia dedicada a estudiarlas; por lo tanto, todo es química.

Actualmente, gracias al desarrollo del conocimiento químico disponemos de una gran variedad de materiales para fabricar telas, alimentos, limpiadores, cosméticos y perfumes; plásticos, combustibles, medicinas y un sinnúmero de productos que ayudan a nuestro bienestar (figura 1.1).

¿Puedes imaginarte cómo sería nuestra vida sin el desarrollo de todos esos artículos, resultado del conocimiento químico? Describe tu idea brevemente en tu cuaderno.

Lo que pienso

- ¿Qué productos puedes mencionar que han sido aportaciones del conocimiento químico y han ayudado a mejorar la salud del ser humano?
- ¿Cómo podría el conocimiento químico disminuir el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente?

¿Influye la química en nuestra vida diaria?

En tu cuaderno responde esta pregunta y fundamenta tu respuesta. Después escribe una lista de por lo menos veinte productos o materiales que uses diariamente. Clasifícalos según su origen: naturales o resultado de la actividad química. Compara tu lista con la de dos de tus compañeros.

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

La quimifobia y las aportaciones del conocimiento químico a nuestra vida diaria

Para mucha gente, la palabra *químico* es sinónimo de “artificial” o “no muy bueno”. ¿Qué tan cierta es esta afirmación? En general, la sociedad muestra sentimientos contradictorios cuando escucha que algún producto es “puro químico”, sin importar si se trata de alimentos, productos de belleza o de limpieza, o tratamientos para adelgazar. Si incluimos fertilizantes químicos, **combustibles fósiles**, **plásticos no biodegradables** o **pesticidas**, la percepción negativa hacia la química crece incluso más.

¿De dónde viene tanta *quimifobia*? En general, a la gente no le gusta lo que no conoce; las cosas nuevas le dan desconfianza. La química es una **ciencia** relativamente joven; sus aportaciones son poco conocidas en el entorno cotidiano y además, como agravante, el lenguaje y los métodos que emplea resultan complicados a primera vista. Por otro lado, es indiscutible

que a lo largo del siglo xx, la **industria química** se ganó una reputación muy negativa como contaminante del medio ambiente. El enorme crecimiento de la población condujo a un desmedido y descontrolado desarrollo de gran cantidad de **procesos fabriles** mal diseñados, mediante los cuales se producían sustancias o materiales a gran escala, sin las medidas adecuadas para el tratamiento de desechos y, por lo tanto, altamente contaminantes del suelo, el agua y el aire (figura 1.2).



Figura 1.2 En las últimas décadas, el costo ambiental de la actividad de la tecnología química ha sido muy alto. Es importante restablecer el equilibrio perdido y garantizar una vida de calidad para las futuras generaciones.

Los gobiernos de países desarrollados tampoco han contribuido mucho para que la sociedad tenga una percepción más neutral sobre la ciencia y la tecnología: la carrera armamentista, el uso indiscriminado de combustibles fósiles para la obtención de energía, los tiraderos y cementerios de **residuos peligrosos**... la lista de “desventajas” se ha hecho muy larga y los medios de comunicación —periódicos, noticiarios, series de televisión y películas (que no siempre son veraces y objetivos en cuanto a la información que transmiten)— se han encargado de difundirlas por todo el mundo. Al final del siglo pasado el pesimismo y la apatía se encargaron de hacer que la química dejara de ser percibida como la ciencia que tanto prometía sólo cien años atrás. Esta influencia de los medios, junto con algunas posiciones poco flexibles derivadas de la tradición popular frente a los cambios en los hábitos de vida, hará que pase mucho tiempo antes de que las próximas generaciones logren tener una visión menos desvirtuada del quehacer de los químicos y de los científicos en general.

Afortunadamente, cada vez existe más conciencia de la necesidad de cuidar el medio ambiente: la ciencia y la tecnología están realizando investigaciones y desarrollando procesos cuyo objetivo es tener un mayor cuidado del mismo. En la actualidad se cuenta con leyes que obligan a la industria a tener un control ambiental mucho más estricto. Muchas fábricas de productos químicos han salido de las ciudades y se han instalado en lugares donde producen menos daño a la población y al medio ambiente en general,

Glosario

Industria química: es aquella que se dedica a la extracción y procesamiento de materias primas, tanto naturales como sintéticas, con el objeto de elaborar productos como fertilizantes, colorantes, explosivos, plásticos, detergentes, aislantes, etcétera.

Procesos fabriles: conjunto de actividades y eventos que el ser humano realiza de manera continua y que tienen como fin la fabricación de determinado producto.

Glosario

Residuos peligrosos: son todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes representan un peligro para el equilibrio ecológico o para el ambiente y la salud.

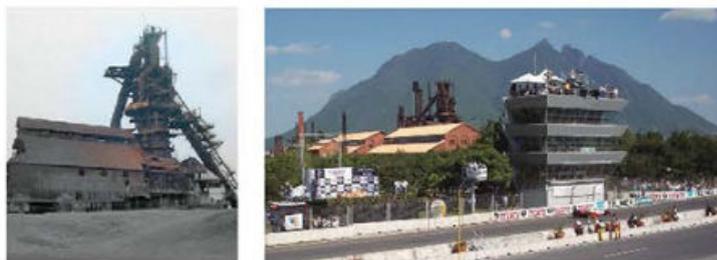


Figura 1.3 A lo largo del siglo XIX, la química y la tecnología tuvieron que ir cambiando. Cada vez más se extiende la conciencia de que es necesario dejar atrás el modelo de industria altamente contaminante. Ejemplo simbólico de ello fue la transformación de la Fundidora de Monterrey en un espacio limpio, agradable y de difusión de la cultura de los regiontanos.

y cada vez es más generalizada una cultura del cuidado y la responsabilidad que tenemos todas las personas de preservar nuestro mundo (figura 1.3). Esto no significa que todo esté resuelto, pero sí indica que vamos por un mejor camino: los automóviles son menos contaminantes, las gasolinas han mejorado y se ha logrado elaborar muchos productos comestibles sin el uso excesivo de fertilizantes o pesticidas.

Actividad

¿Cómo se ofrecen los productos en los medios de comunicación?



Seguramente, al hojear una revista o ver la televisión habrás notado la manera en que se alude de una u otra forma al conocimiento científico en los anuncios publicitarios. “Esta crema te ayudará a quitar esos granitos; está científicamente comprobado”. “Después de años de estudios de laboratorio, se comprobó que esta sustancia ayuda a tener un pelo brillante”. “El *Lactobacillus* tal, te ayudará a tener una buena digestión”.

Para esta actividad busca y recorta anuncios publicitarios en los que se aluda a la ciencia (figura 1.4). Después comparte con tus compañeros lo que encuentres y reflexionen juntos sobre la forma en que esta información influye en nuestra manera de concebir la ciencia en general y la química en particular. ¿Consideras que los medios de comunicación influyen para que veamos a la química con simpatía o, por el contrario, para que nos alejemos de ella?



Figura 1.4 Los medios de comunicación suelen hacer alusión a la ciencia y la tecnología al anunciar productos de consumo.

El papel de la ciencia y la tecnología en la satisfacción de las necesidades básicas

La química tiene muchos aspectos en común con otras ciencias. Por ejemplo, se basa en evidencias experimentales; utiliza la reflexión, la intuición y las analogías, y resuelve problemas. Entonces ¿qué la distingue en su forma de proceder? La química se caracteriza por generar materiales, por inventar algo que no existía en la naturaleza y que, en muchísimos casos, ha tenido

nuevas y atractivas aplicaciones tecnológicas. En pocas palabras, la química y la tecnología química son áreas del conocimiento humano particularmente útiles para satisfacer nuestras necesidades básicas: alimento, vestido, salud y protección. Existen muchos inventos químicos que se conocen desde la antigüedad: los egipcios no se basaron en la química (que no existía aún) para inventar el vidrio o el jabón... tampoco lo hicieron los persas para elaborar el bronce, los romanos para elaborar pan y queso, o los chinos para inventar el papel, la pólvora y la tinta. No obstante, la obtención de estos productos implica procesos químicos y tecnologías específicas. Siglos después de que esos productos o materiales se inventaran, se desarrolló el conocimiento suficiente para que la química alcanzara la categoría de ciencia. En ese momento, la tecnología química estuvo apoyada en fundamentos y leyes que ayudaron enormemente a su mejoramiento y desarrollo. La relación ciencia-tecnología es muy notable en todas las áreas del saber, y la química no es la excepción. Sin el desarrollo de la ciencia química no se habrían inventado, por ejemplo, los **catalizadores** para acelerar reacciones; tampoco se podría contar con los materiales plásticos, uno de los inventos químicos más relevantes del siglo XX. La lista de aportaciones de la ciencia a la tecnología es enorme, pero no menos extensa que en la relación inversa: la tecnología química hizo posible que mejoraran los procesos de obtención de materias primas, de extracción y refinación de petróleo, de obtención de filtros para reducir la **contaminación**, etcétera.

Glosario

Catalizador: sustancia capaz de acelerar o retardar una reacción química, sin que se presente alteración alguna en el proceso. Un catalizador se recupera intacto al final de la reacción.

Revisando lo aprendido

Escribe un texto breve donde destagues la manera en que el conocimiento químico contribuye a mejorar tu forma de vida. Imagina que vives en la década de 1940, ¿cómo crees que sería vivir en ese mundo donde este conocimiento no estaba tan desarrollado?

Saber más

En los siguientes libros y revistas puedes encontrar información complementaria:

Libros:

☑ Bonfil, M., “Capítulo 4”, *La ciencia por gusto*, México, Editorial Paidós Mexicana, 2005.

Revistas:

☑ Talanquer, Vicente, “¿Ángel o demonio?”, en *¿Cómo ves?*, México, noviembre de 1999, núm. 12.

Avance de proyecto

Lo primero que deberán hacer es organizarse en equipos de trabajo. Lean con atención la pregunta de este primer proyecto y empiecen a identificar, a lo largo del bloque, las actividades del libro que puedan servirles. También deberán iniciar la búsqueda de información en periódicos, revistas e internet.

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.

Identificación de las propiedades físicas de los materiales

En tu casa, y en todos lados, las cosas se guardan y se acomodan de acuerdo con diversos criterios, generalmente por el uso que se les da y por el lugar donde se necesitan. Por ejemplo, en el baño se tiene un lugar en el que, por un lado, suele guardarse un botiquín y, en otro, los productos de limpieza personal. Así podríamos seguir por toda la casa. Sin embargo, en ciencia en general y en química en particular, las clasificaciones que hacemos no sólo son de objetos cotidianos, sino también de los **materiales** de los que están formados esos objetos. Tú conoces esos materiales: hay objetos de metal, de madera, de vidrio o de plástico. Cada uno de ellos tiene **propiedades** o características que lo hacen único y apropiado para distintas aplicaciones. De acuerdo con esas propiedades podemos clasificar a los materiales en duros, resistentes al calor, conductores o no de la electricidad, entre muchas otras formas que nos ayudan a seleccionar mejor al realizar una actividad experimental o construir algo.

Lo que pienso

- ¿Qué propiedades o características tienen los materiales más comunes?
- ¿En qué es diferente el agua líquida al vapor y al hielo?
- ¿En qué son diferentes los metales de los plásticos?
- ¿Para qué se usan generalmente esos materiales?

La clasificación de los materiales
Ya has aprendido mucho sobre la clasificación en la ciencia: en Ciencias 1 conociste la clasificación de las especies y en Ciencias 2 viste que los diferentes tipos de energía o las partículas que forman a los átomos se pueden clasificar de acuerdo con sus propiedades o manifestaciones. En este curso vas a practicar la clasificación de los materiales de acuerdo con sus propiedades. Observa la figura 1.5 que muestra objetos elaborados con distintos tipos de materiales y clasifícalos según sus características. Puedes elaborar tablas o hacer listas; en cualquier caso deberás especificar bajo qué criterio los has clasificado, por ejemplo, con base en su uso o en el material con el que han sido hechos. Utiliza tu cuaderno para hacer tus anotaciones. Al terminar comenta con tus compañeros en qué características se fijaron para hacer la clasificación.



Figura 1.5 En la elaboración de estos objetos se utilizan diferentes materiales con base en sus propiedades que los hacen adecuados para su uso.

Las propiedades dependen del lugar o de las condiciones en las que se encuentra un material u objeto

Ahora ya has tenido experiencias interesantes relacionadas con las propiedades de los materiales, además de las que cotidianamente has acumulado

en tu vida. ¿Cuándo es más agradable secarse con una toalla? ¿Cuándo está rugosa y bien seca o cuando está lisa y húmeda? ¿Qué pasa si al jugar basquetbol te caes sobre un piso de cemento y qué si caes en uno de madera? ¿Qué es más agradable, el olor de una fruta madura o de una podrida? ¿Qué colores adquiere un camaleón cuando quiere protegerse del peligro? Cada pregunta dirige nuestra atención hacia una propiedad en particular, cada una de ellas específica de cada material, objeto o ser vivo. Antes de continuar debemos darnos cuenta de que las propiedades que registramos dependen casi siempre de las condiciones en las que estamos llevando a cabo la observación. Un cubo de hielo tendrá forma cúbica si lo observamos en un lugar a 0 °C, pero pronto el agua perderá esa forma si ponemos el cubo en un lugar a 20 °C (figura 1.6). Esto significa que el estado físico del agua depende del lugar donde se encuentra. También puede que sepas que, en las ciudades costeras, es decir, al nivel del mar, el agua hierve a 100 °C, mientras que en las ubicadas a mayor altura, como la Ciudad de México, el agua hierve a 93 °C. Esto se debe a que disminuye la presión atmosférica. Los billetes actuales tienen tintas ópticamente variables que cambian de color dependiendo del ángulo desde el que se les observe. Éstos son sólo algunos ejemplos entre muchos otros mediante los cuales se demuestra que el medio y las condiciones en que se observa o mide una propiedad son determinantes para el resultado de la observación y la medición.

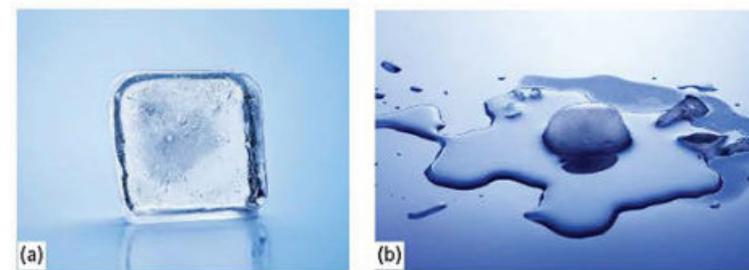


Figura 1.6 Muchas propiedades dependen de las condiciones físicas del medio al momento de hacer la observación. En las figuras a) y b), la propiedad que se observa depende de la temperatura.

Propiedades cualitativas: color, forma, olor y estado de agregación

Por medio de nuestros sentidos podemos percibir muchas propiedades. Aquellas que requieren de cierto grado de percepción del observador se conocen como **propiedades cualitativas**, y determinan cómo es algo sin tomar como referencia una escala numérica. Por ejemplo, para quienes tenemos la fortuna de contar con el sentido de la vista, la diversidad de formas y colores que podemos percibir es tan grande que describir con base en estas dos propiedades cualitativas todo lo que observamos a primera vista en un lugar como una tlapalería, podría tomarnos una semana o más. Asimismo, por medio del sonido podemos ubicar dónde o cerca de qué o quién estamos y, desde luego, deleitarnos con la música, a volumen bajo o alto, en un tono grave o agudo, ser estridente o relajante, etcétera. Otros sentidos, como el olfato, nos permiten distinguir los perfumes y los olores característicos de las flores, los alimentos o las medicinas. Por otro lado, el gusto y el tacto también pueden ayudarnos a distinguir un material de otro por su sabor o textura. Toma en cuenta que el gusto y el olfato no son sentidos que se usen mucho en química, excepto en el área de la química de alimentos o de cosméticos, donde hay personas especializadas en percibir si el sabor o el olor de un producto particular es el adecuado para que sea del gusto del público consumidor (figura 1.7).



Figura 1.7 Mediante el gusto y el olfato se pueden percibir propiedades como el sabor y el olor de los productos de consumo. A pesar de que existen procedimientos químicos para distinguir las sustancias, es necesario el uso de los sentidos para decidir si el producto es bueno o no antes de salir al mercado.

Por cierto

¿Te has dado cuenta de que el olfato puede hacerte recordar momentos o situaciones? Recientemente se ha observado que, gracias a esta característica de nuestro cerebro, es posible que los médicos detecten de manera temprana el Mal de Alzheimer, una enfermedad neurodegenerativa que provoca la pérdida permanente de recuerdos y conductas en los adultos, generalmente cuando ya son mayores.

Las propiedades que se pueden medir experimentalmente: propiedades extensivas e intensivas

Además de las propiedades cualitativas, existen otras que se pueden medir a través de instrumentos. Algunos son de uso común (como una taza de medir) y otros son especializados (como la balanza y la probeta); estos últimos son indispensables en el laboratorio, donde se requiere medir la cantidad de **masa** y de **volumen**, respectivamente. Hay dos tipos de propiedades medibles: las intensivas y las extensivas. A continuación las describiremos y luego llevarás a cabo una actividad experimental en el laboratorio, con la ayuda de tu docente.

Propiedades extensivas y su medición: masa y volumen

Las **propiedades extensivas** dependen de la cantidad de materia que se considere. La masa y el volumen son los dos ejemplos más comunes de este tipo de propiedades. Por ejemplo, si tomas una pequeña muestra de sal, ésta tendrá menor masa que una muestra del doble de tamaño, y si llenas un vaso pequeño con agua, el volumen de esta cantidad de líquido será mayor que si sólo agregas agua hasta la mitad.

Para medir masa utilizamos básculas o balanzas, dependiendo de la sensibilidad o precisión con la que queramos medir esta propiedad (figura 1.8). Tú ya sabes que la unidad de medida de la masa es el kilogramo (kg), pero si se trata de masas pequeñas utilizamos el gramo (g), con base en el sistema métrico decimal que ya conoces.

Para medir volumen de líquidos, en los laboratorios existen diferentes instrumentos; los más comunes son las probetas, buretas y pipetas, que conocerás cuando realices la siguiente visita al laboratorio o cuando tu docente te los muestre en clase. Los gases y los líquidos se miden en litros (L), y para volúmenes pequeños utilizamos mililitros (mL) o decilitros (dL). Recuerda que en matemáticas y en anteriores cursos de Ciencias ya has aprendido a determinar el volumen de cuerpos sólidos regulares (como esferas o cubos); en este caso utilizamos las unidades de metro cúbico (m^3) o centímetro cúbico (cm^3). Observa la tabla 1.1 para identificar la relación que hay entre volúmenes medidos en litros o en cm^3 .

Tabla 1.1 Equivalencia entre volumen medido en cm^3 y en mL

Volumen (sólidos)	Volumen (líquidos y gases)
1.00 cm^3	1.00 mL
100 cm^3	100 mL o 1.00 dL
1 000 cm^3 o 1.00 dm^3	1 000 mL o 1.00 L
1 000 000 cm^3 o 1.00 m^3	1 000 000 mL o 1 000 L



(a)



(b)

Figura 1.8 a) Las balanzas granatarias no son muy precisas. b) las balanzas analíticas son mucho más confiables, y se utilizan para medir masas muy pequeñas. Comúnmente decimos que en las balanzas pesamos los objetos, en realidad, de manera general, lo que estamos haciendo es determinar su masa.

Por cierto

En la Tierra, los términos masa y peso son intercambiables, pero no así en otros cuerpos celestes como la Luna, donde la masa es la misma pero el peso, con respecto a su valor en la Tierra, es menor.

Propiedades intensivas: temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, concentración (m/v) y solubilidad

Todas las sustancias y los materiales tienen propiedades que les son características. Esto significa que no importa cuántas muestras tengas de cada uno, sus propiedades van a ser iguales. Por ejemplo, el ácido acetilsalicílico con el que se fabrican las aspirinas es un polvo blanco y tiene una **temperatura de fusión** de 138 °C, sin importar la cantidad que se tenga de esta sustancia. Cuando se mide este tipo de propiedades, se dice que se están considerando **propiedades intensivas**, las cuales no dependen de la cantidad de materia. Otros ejemplos de propiedades intensivas son la **densidad** y la **viscosidad**.

Empecemos por explicar qué es la densidad. Si tomas un balón de acero y otro de vidrio del mismo diámetro, y los sopesas, en seguida te puedes dar cuenta de que la masa de uno es mayor que la del otro y, sin embargo, tienen el mismo volumen. Esto significa que el balón de acero es más denso, es decir, tiene una mayor cantidad de **masa** por unidad de **volumen**. Esta propiedad ayuda a entender por qué una botella de un litro de aceite tiene una masa menor que una botella de un litro de agua. El agua líquida es una sustancia de referencia en cuanto a esta propiedad, ya que si se pesa cualquier cantidad (en gramos o kilogramos) de agua, se puede observar que su volumen es equivalente numéricamente en litros o mililitros. Por ejemplo: 100 mL de agua pesan 100 gramos y una tonelada de agua ocupa un volumen de 1 000 L. Por lo tanto, la densidad del agua pura es de 1.00 g/mL. La densidad depende de la temperatura, por lo que debe medirse a 20 °C, o informar la temperatura a la que se mide para no generar errores. La densidad se calcula al relacionar la masa y el volumen por medio de la siguiente expresión:

Densidad = masa/volumen (se mide en gramos/mililitros (g/mL))

Ejemplo: Una muestra de 100 mL de alcohol etílico puro pesa 78 gramos a 20 °C. ¿Cuál es su densidad?

Solución: Al remplazar los valores numéricos de masa y volumen, la expresión queda como sigue:

Densidad = 78 g/100 mL = 0.78 g/mL

Del resultado del problema podemos decir que la densidad del alcohol es menor que la del agua, ya que ésta siempre es igual a 1.00 g/mL a esa misma temperatura.

La **temperatura de ebullición** es una propiedad de los líquidos y es específica de cada uno, de tal forma que se utiliza como prueba para determinar de qué sustancia se trata. Por ejemplo, la temperatura de ebullición del agua pura a nivel del mar es de 100 °C, mientras que la temperatura de ebullición del alcohol etílico es de 71 °C. Si tienes una mezcla de agua y acetona y la calientas, la primera que alcanzará el punto de ebullición es la acetona. Una característica de esta propiedad es que la temperatura de

ebullición no varía mientras el líquido esté hirviendo. Por eso, por más que calientes agua, ésta no va a pasar de 100 °C hasta que se evapore en su totalidad. La temperatura de ebullición depende de la presión atmosférica. En lugares donde la presión es mayor, por ejemplo en Veracruz que está al nivel del mar, la temperatura de ebullición del agua es también de 100 °C mientras que en lugares donde la presión atmosférica es menor, como Toluca o la Ciudad de México, la temperatura de ebullición es más baja.

La **temperatura de fusión** es el cambio de estado físico que sufre una sustancia que pasa de sólido a líquido. La temperatura de fusión del hielo es de 0 °C y la del azúcar o sacarosa es de 160 °C. Los sólidos como la sal común alcanzan temperaturas de fusión superiores a los 700 °C. La temperatura de fusión no depende de la presión atmosférica.

Por último, hablaremos de la **viscosidad**. Ésta es otra propiedad de los líquidos que mide su resistencia a fluir. Los aceites son, en general, más viscosos que el agua y también las mieles, los jarabes y los atoles. Si agregas mucha azúcar al agua, la mezcla empieza a espesarse poco a poco y es posible observar que se vuelve viscosa, es decir, ya no sale del recipiente con facilidad. Recordemos ahora otras dos propiedades que ya conociste en el tema anterior: la concentración y la **solubilidad**. Considera una **mezcla** como puede ser una **disolución** acuosa. Una de sus propiedades intensivas es la concentración: no importa si tomo una muestra de 100 mL o de 1 000 mL, la concentración expresada en masa de soluto sobre volumen de disolvente (m/v) no cambia. Esto sucede, por ejemplo, en el agua de mar, en una disolución al 5% de glucosa en agua o en una mezcla de gases en la que hay una concentración de 5 ppm de algún gas tóxico, como los óxidos de carbono o nitrógeno. ¿Por qué la concentración es intensiva? Porque en una disolución, las partículas de soluto están distribuidas de manera homogénea por toda la mezcla y así podemos garantizar que las propiedades son iguales en cualquier porción de la misma. Finalmente, la solubilidad o la cantidad de soluto que se disuelve por completo en 100 mL de un disolvente hasta saturarlo es otra propiedad intensiva de las sustancias que pueden utilizarse para diferenciarlas.

Glosario

ppm: partes por millón. Se refiere a la unidad de medida empleada para evaluar concentración. Es la cantidad de unidades de una sustancia que hay por cada millón de unidades del conjunto.

Medición de propiedades intensivas

¿Cómo se miden las propiedades intensivas? Como ya vimos anteriormente, algunas de ellas, como el color o el aspecto, no pueden medirse fácilmente. Sin embargo, con ayuda de ciertos instrumentos, sí es posible medir algunas propiedades intensivas que tienen valores numéricos asociados. Considera los ejemplos siguientes:

- Para medir la temperatura de fusión o de ebullición de una sustancia utilizamos un termómetro y expresamos la propiedad en grados celsius (°C).
- Para medir viscosidad se necesita un recipiente graduado que mida mililitros y tenga una llave de paso, y un cronómetro para medir el tiempo que tarda en salir todo el líquido. Las unidades de viscosidad se miden en pascales por segundo, algo que se conoce como coeficiente de viscosidad o $[\mu] = [\text{Pa} \cdot \text{s}] = [\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}]$.

- Para medir densidad se necesita una regla para medir largo, ancho y alto, si el cuerpo es regular, y se expresa en centímetros cúbicos (cm^3) o un recipiente graduado que mida volumen y una balanza que mida masa. Luego se obtiene el dato dividiendo m/v, que se expresa en g/mL.
- Para medir concentración (porcentual y en ppm) se siguen los procedimientos experimentales y numéricos que estudiarás en el tema *¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?*
- Para medir solubilidad se necesita un recipiente graduado, en el que se agrega el disolvente, y una balanza, para ver cuánto soluto se disuelve antes de que empiece a depositarse en el fondo del recipiente, lo que indica que ya no se puede disolver más. La unidad de solubilidad se expresa en g/100mL.

Revisando lo aprendido

Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara lo que resolviste con tu nueva visión. ¿En qué se parecen? ¿En qué son diferentes?

Explica con tus propias palabras el significado de los términos clave: materiales, estado de agregación, propiedades extensivas, propiedades intensivas, masa, volumen, temperatura de fusión y ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad, instrumentos de medición.

¿Identificaste otros términos importantes en este contenido? Agrégalos a tu diccionario científico.

En tu cuaderno escribe, con frases completas en textos breves, las principales ideas que ahora forman parte de tus conocimientos, por ejemplo:

- ☑ Los materiales que nos rodean están formados por...
- ☑ Los materiales pueden clasificarse con base en diferentes criterios como son...

Avance de proyecto

Busca información para tu proyecto utilizando diversos medios (entrevistas, periódicos, libros, internet). En grupo analiza y selecciona aquella que es relevante para tu trabajo. ¿Por qué es importante contar con estos datos? ¿Necesitas aún más información? ¿Dónde se puede conseguir? Comparte tus resultados con tu docente y con los demás equipos. Toma nota de ello en tu bitácora.

Saber más

En los siguientes libros y revistas puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- ☑ Chamizo, J. M. y Chamizo, R., "Capítulo 6", "Capítulo 8", *La casa química*, México, ADN editores, 1998.
- ☑ García, H., *El universo de la química*, México, Santillana, 2002.

Revistas:

- ☑ Martín Reina, D., "Invisibilidad a la vista", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 1999, núm. 11.
- ☑ Uruchurtu, G., "La extravagancia del agua", en *¿Cómo ves?*, México, mayo de 1999, núm. 6.

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.

Experimentación con mezclas

La mayoría de las cosas que te rodean están formadas por mezclas, todas ellas de muy diferente naturaleza. El café, los refrescos embotellados, el aire, la madera y la mayonesa son mezclas. En la naturaleza las sustancias con alto grado de pureza no son muy comunes y en general les adjudicamos mucho valor. A lo largo de la historia los científicos han dedicado esfuerzo y tiempo en entender y saber de qué y cómo están constituidos los materiales naturales con intención de aprovecharlos mejor y mejorar la calidad de vida de las personas. Muchos de los nuevos materiales de los que hoy gozamos en nuestra vida cotidiana (plásticos, aleaciones de alta resistencia o vidrios refractarios) son nuevas mezclas, ideadas por el ser humano, para hacer más sencilla y cómoda la vida moderna.

Lo que pienso

- ¿Cómo es que cosas tan distintas como el café y el aire pueden clasificarse dentro del mismo grupo?
- ¿Podemos diferenciar a simple vista los distintos tipos de mezclas?
- ¿Es sencillo hacerlo?

Mezclas por todos lados...

Organízate con tu equipo y salgan al patio de la escuela. Observen durante diez minutos todo lo que haya a su alrededor y luego regresen al salón. Su docente anotará en el pizarrón una lista de aquellos materiales que consideren mezclas, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Está en estado sólido	Se ve igual en toda la muestra (es homogéneo)	Se ven partes diferentes en la mezcla (heterogéneo)	Es de origen natural (mineral o biológico)	Es elaborado por el ser humano	Está en estado líquido
Una piedra	La pared del salón	Refresco con gas	El pétalo de una flor	Un pedazo de plástico	El agua de los bebederos

Las características que aquí se mencionan (por ejemplo, estado físico y homogeneidad) son criterios que sirven para su clasificación, y eso es justamente lo que van a hacer con todo lo que hayan observado.

Tomando como base el ejemplo, cada equipo anotará un material que responda a los criterios descritos. Luego todo el grupo decidirá, con ayuda de su docente, si los ejemplos propuestos corresponden realmente a la clasificación y si se trata de mezclas o no.

Al final, después de copiar la tabla y remarcar los términos que correspondan a mezclas, contesten en su bitácora las siguientes preguntas:

Entre los objetos y materiales que nos rodean:

- ¿Predominan las mezclas o las sustancias puras?
- ¿Qué les hace pensar eso?
- ¿Cómo podemos identificar cuando se trata de una mezcla?
- ¿Existen mezclas que no se puedan distinguir a simple vista?
- ¿Cuáles se les ocurren?

Homogéneas y heterogéneas

Diferenciar entre una sustancia pura (agua pura, dióxido de carbono, sal de mesa, plata) y una mezcla (aire, agua de mar) es un desafío común que presenta el quehacer químico; implica forzosamente, y como viste en la actividad anterior, un ejercicio de clasificación. En general decimos que en una sustancia, cualquier muestra de material sólido, líquido o gaseoso está formada por el mismo tipo de partículas. Por el contrario, en las mezclas se encuentran dos o más tipos de partículas de distinta naturaleza.

Existen mezclas sólidas como el mármol; líquidas, como el agua de limón; y de gases, como el humo de los autobuses (figura 1.9).



Figura 1.9 Dependiendo de cómo estén formadas, las mezclas pueden tener propiedades distintas de una porción a otra de la muestra: a) mármol, b) agua de sabor, c) aire contaminado.

Pero ¿qué es una mezcla? Todos tenemos idea de lo que significa mezclar cosas y tener una combinación de objetos o materiales, pero una definición para entenderlo más fácilmente es la siguiente: una mezcla es la combinación de dos o más sustancias puras que conservan sus propiedades individuales y que pueden separarse mediante métodos físicos.

Existen dos grandes grupos de mezclas, las homogéneas y las heterogéneas (figura 1.10).

Los componentes de las mezclas homogéneas reciben el nombre de disolvente y soluto. El disolvente es el que se encuentra en mayor proporción; es la sustancia que incorpora o disuelve a la otra o las otras. El disolvente más común es el agua, aunque no es el único. El soluto, por otro lado, se encuentra en menor proporción que el disolvente y es la sustancia que se disuelve. El ácido acético es el soluto de la mezcla acuosa que conocemos como vinagre.



Figura 1.10 Ejemplos de mezclas heterogéneas y homogéneas: a) tierra con piedras, b) agua mineral, c) agua de limón, d) agua de mar.



Fase: cada parte de una mezcla que puede separarse por medios físicos. Una mezcla que consta de una fase es homogénea; si consta de dos o más fases es heterogénea.

Las mezclas homogéneas están formadas por partículas muy pequeñas, de manera que no podemos distinguir un tipo de componente del otro y toda la mezcla es uniforme, como si fuera una sola sustancia. Como ejemplos está el agua de mar, el aire, o una pieza de latón o de bronce. Se dice que son mezclas que están en una sola **fase**.

Como ya viste al inicio del bloque, la química es una ciencia esencialmente experimental, es en el laboratorio o haciendo experimentos que podemos entender mejor el mundo que nos rodea. Ahora es momento de trabajar con las mezclas y puedas aprender a reconocerlas y clasificarlas.

Actividad experimental (laboratorio)



Mezclas homogéneas y heterogéneas

Propósitos

Trabaja con tu equipo. Al realizar esta actividad podrán:

- ☑ Observar diferentes tipos de mezclas y clasificarlas en homogéneas o heterogéneas.
- ☑ Observar que existen sustancias que pueden disolverse en determinados líquidos, mientras otras no.

Materiales

- ☑ 20 frascos de vidrio con tapa (como los de alimento para bebé)
- ☑ Limadura de hierro o clips, clavos u objetos pequeños de hierro
- ☑ Sal
- ☑ Azúcar
- ☑ Cinta para etiquetar (*masking tape*)
- ☑ Un plumón o marcador
- ☑ Una cuchara
- ☑ Agua
- ☑ Una lupa
- ☑ Alcohol de caña (de 96%)
- ☑ Aceite de cocina
- ☑ Bicarbonato de sodio
- ☑ Gasolina blanca o keroseno
- ☑ Arena o café granulado
- ☑ Cloruro de calcio o sulfato de calcio (yeso o gis molido)

Entre estos materiales hay varios que, aunque no lo parezcan, son mezclas. ¿Cuáles son? ¿Qué pistas tienes para saberlo?

Procedimiento

Parte I

1. Formen mezclas binarias con cantidades pequeñas de las sustancias de la lista que su docente les indique y etiqueten los frascos de acuerdo con lo que contengan. Por ejemplo: agua + aceite, bicarbonato + alcohol, etcétera. Pueden hacer mezclas de líquidos con líquidos, líquidos con sólidos y sólidos con sólidos.
2. Observen sus mezclas cuidadosamente y anoten sus observaciones. Pueden utilizar una lupa para ver a detalle qué aspecto tiene, si se disolvieron o no, si forma fases, etcétera.
3. Con base en sus observaciones, clasifiquen sus mezclas en homogéneas y heterogéneas.

Guíense por el ejemplo:

Número de mezcla	Componentes	Observaciones	Clasificación: Homogénea o heterogénea
1	Agua + Sal	Se disolvió toda la sal. Se ve transparente.	
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Parte II

1. Repitan el procedimiento anterior, pero en esta ocasión utilicen tres sustancias. Por ejemplo: alcohol + agua + aceite.
2. Observen con cuidado lo que ocurre en cada uno de los frascos y tomen notas en su tabla. No pasen al siguiente frasco hasta haber observado y anotado lo que sucedió en el anterior.
3. Clasifiquen sus mezclas de acuerdo con sus observaciones.

Nota: Todas las mezclas se guardarán en frascos tapados para poder llevar a cabo la siguiente actividad de laboratorio.

Número de mezcla	Mezcla de tres sustancias	Observaciones	Clasificación: Homogénea o heterogénea
1	Agua + sal + alcohol		
2			
3			
4			
5			

Ahora reúnanse con sus compañeros para contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles mezclas de las que se formaron son homogéneas?
- ¿Cuáles mezclas de las que se formaron son heterogéneas?
- ¿Cuáles son las principales diferencias que observaron entre cada tipo de mezcla?

Hagan en su bitácora un dibujo detallado de cada una de las mezclas y anoten debajo el tipo de mezcla a la que pertenecen.

Finalmente, analicen los cambios que hayan observado y que más les hayan llamado la atención con respecto de las propiedades de los componentes individuales al convertirse en mezclas binarias, completen la siguiente tabla:

Número de mezcla	Propiedades observables del primer componente	Propiedades observables del segundo componente	Propiedades observables de la mezcla
1	Sólido blanco cristalino	Líquido transparente sin olor ni color	Líquido transparente cristalino, sin olor ni color
2			
3			
4			
5			

Completen el siguiente párrafo con la palabra correcta.

“Una colección de objetos o sustancias, es decir, una _____, puede tener propiedades respecto de las propiedades de los _____ individuales.”

Las mezclas y sus propiedades

Antes de continuar con el tema que estamos estudiando, es importante dejar claro el concepto de concentración, pues así podrás comprender mejor las siguientes actividades.

La concentración de una disolución se refiere a la cantidad de soluto que hay en cierta cantidad de disolvente. En general, el disolvente al que haremos referencia en este curso es el agua. La concentración de las disoluciones acuosas pueden expresarse de varias formas, pero en este momento es suficiente reconocer que la concentración de un soluto en una disolución acuosa se expresa como:

$$\% \text{ de soluto} = \frac{\text{Masa o volumen del soluto}}{\text{Volumen total de la disolución}} \times 100$$

Esto significa que la concentración de una disolución de sal o alcohol en agua se expresa porcentualmente dependiendo de la cantidad de soluto presente en cierto volumen total de disolución. Si tienes una disolución de cloruro de sodio al 0.9% se entiende que hay 0.9 gramos de sal en 100 mL de disolución. A esta disolución se le conoce como **suero fisiológico** y se utiliza mucho en los hospitales y centros de salud.

Las propiedades de las mezclas varían de acuerdo con la concentración. Tú bien sabes que si agregas menos azúcar al agua de limón o si adicionas más sal a la sopa tendrás resultados diferentes en lo que respecta al sabor. Lo mismo ocurre con los colorantes en las pinturas, la **viscosidad** en los almíbares o la **densidad** de las mezclas cuando se varía la cantidad de soluto.

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

Continuamente a nuestro alrededor ocurren cambios: el agua se evapora cuando se acaban de regar las plantas o se transforma en hielo en el congelador, la sopa hierve en una cazuela, etc. Todas estas transformaciones se conocen como cambios físicos. En un cambio físico las sustancias o materiales cambian de forma física, pero no dejan de ser lo que son. Aunque también pueden ocurrir cambios químicos, es decir, aquellos en que las propiedades originales de las sustancias ya no son las mismas en los productos obtenidos. Al trabajar con mezclas, los métodos que utilizamos sólo implican procesos y cambios físicos, lo que significa que al formar y separar mezclas no hay **interacción química** entre los componentes.

Al hacer un pastel o preparar un vaso de agua de limón en casa te habrás podido dar cuenta que mezclar es algo fácil; basta con tomar un recipiente y agregar los componentes de la mezcla e incorporarlos hasta que se obtiene lo que se desea: una ensalada, una mezcla de cemento para la construcción, una crema para la cara, etc. El problema viene casi siempre cuando se quiere separar, ya que el tiempo, el esfuerzo y, por lo tanto, la energía que esto requiere es mucho mayor. Como hemos visto, la mayoría de las sustancias que aprovechamos de nuestro entorno son recursos que de manera natural

Glosario

Suero fisiológico: disolución salina de uso clínico, consiste en una mezcla de sal en agua a una concentración adecuada para introducirse vía intravenosa al organismo. Se usa, entre otras aplicaciones, para hidratar y administrar medicamentos a los pacientes.

Interacción química: debido a la naturaleza eléctrica de las partículas químicas, es decir, dado que están constituidas por núcleos positivos y electrones negativos, las interacciones químicas son la consecuencia o el resultado de la interacción eléctrica entre sus partes.



Figura 1.11 La obtención de bebidas alcohólicas por destilación se remonta a la Edad Media, donde la técnica consistía en usar aparatos llamados "alambiques".

se encuentran formando mezclas, por lo que una de las actividades químicas más antiguas de todos los pueblos ha sido desarrollar tecnologías para separar unos materiales de otros, como la destilación (figura 1.11).



¿Sabías que el agua potable, que también recibe el nombre de "agua pura", no es pura realmente? De hecho, los anunciantes de las marcas comerciales de agua utilizan la palabra "pureza" como una de las cualidades de sus productos y, sin embargo, el agua potable no es **químicamente pura**: se trata de una mezcla homogénea de agua y **sales minerales** disueltas que el ser humano necesita para un adecuado equilibrio de todo su organismo.

Figura 1.12 El concepto de pureza que normalmente manejamos en productos de consumo cotidiano, como el agua potable, es muy distinto al de la pureza química. El agua potable es "pura" para el consumidor, pero no para la ciencia.

Por cierto

Glosario

Químicamente pura: sustancia con composición química definida que no presenta impureza alguna; es decir, que no presenta más que un solo tipo de partículas, ya sean elementales o moleculares.

Sales minerales: sustancias inorgánicas, muchas de las cuales se ionizan fácilmente en presencia de agua.

Propiedades físicas de las sustancias y métodos de separación

Como aprendiste en tu curso de Ciencias 2, un cambio físico ocurre cuando durante el proceso no se altera la composición molecular de una sustancia. Esto significa que si trabajas con una sustancia, por ejemplo agua, y la calientas hasta $96\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, dependiendo del nivel del mar en que te encuentres, ocurrirá un cambio en cuanto a su estado físico en el cual pasará de líquido a gaseoso. Si en ese momento se deja de calentar, poco a poco el vapor se condensará y volverá a ser un líquido, mismo que nunca dejó de ser agua. La **fusión**, al igual que la **ebullición** y la **sublimación**, son cambios físicos de la materia. A todos ellos se les conoce como cambios de estado, todos dependen de los cambios de temperatura y todos tienen un proceso contrario, como puede verse en el cuadro siguiente:

Estado físico	Cambia a	Por medio de la
Sólido	Líquido	Fusión
Líquido	Gaseoso	Evaporación
Gaseoso	Líquido	Condensación
Gaseoso	Sólido	Deposición
Líquido	Sólido	Solidificación
Sólido	Gaseoso	Sublimación

Actividad

Los estados de agregación

Observa las siguientes figuras. Cada una representa un estado físico del agua. En tu cuaderno elabora un modelo de partículas para cada estado físico, de acuerdo con lo que aprendiste en Ciencias 2.

Luego responde: ¿se pueden aprovechar los cambios físicos para separar sustancias? Menciona un ejemplo y descríbelo.



Figura 1.13 El agua en sus tres estados físicos.

A continuación vamos a describir brevemente los principales **métodos de separación** que se utilizan en un laboratorio de química. Algunos involucran cambios físicos de la materia y otros métodos se basan en fenómenos físicos distintos, como la atracción por gravedad o **sedimentación**, el magnetismo y la **atracción intermolecular** de las sustancias. A medida que avance el curso podremos comprender mejor el funcionamiento de cada uno. En este momento el objetivo es que trates de reconocer que existen muchos métodos que los químicos pueden utilizar para separar mezclas y purificar sustancias.

• **Evaporación y destilación.** La destilación es un método de separación muy antiguo, en el que se aprovecha la evaporación de sustancias líquidas para separarlas de otras sustancias presentes en las mezclas. En el laboratorio, la destilación se hace utilizando un equipo como el que se ve en la figura 1.14, sólo con mezclas de líquidos, aprovechando que cada uno tiene una temperatura de ebullición diferente.

Por este método podríamos separar sustancias como la acetona del agua, ya que al evaporar más rápido, la acetona destilaría antes que el agua. A nivel industrial (figura 1.15), en las fábricas, la destilación se usa para separar los distintos componentes del petróleo y para obtener bebidas alcohólicas a partir de fermentos de cereales o jugos de frutas.



Figura 1.14 En un destilador se llevan a cabo dos procesos físicos contrarios: primero, la sustancia más volátil se evapora, es decir, se separa de la mezcla para pasar en forma de gas por el tubo inclinado, en donde se condensa y vuelve a la fase líquida pero ya purificada.



Figura 1.15 Para separar los componentes de una mezcla como el petróleo el principio de funcionamiento es igual que en la figura anterior, pero el proceso se realiza en un dispositivo que se conoce como torre de fraccionamiento.

Glosario

Sedimentación: proceso físico mediante el cual se separa el soluto del disolvente, ya sea por gravedad o por centrifugación.

Atracción intermolecular: fuerzas que se producen entre las moléculas, y las mantienen más o menos unidas entre sí y que determinan las propiedades de las sustancias.

- Filtración.** Cuando se prepara café hay un momento del proceso en que tienes que separar el granulado (borra o poso) del líquido que quieres beber. Si el café no se filtra, se tiene una **mezcla heterogénea** muy poco atractiva para el consumo. La filtración es un método que se usa para separar mezclas heterogéneas sólido-líquido, y consiste en hacer pasar la mezcla por un material poroso que detiene las partículas grandes de sólido y deja pasar al líquido, mismo que se recoge en otro recipiente (figura 1.16a).

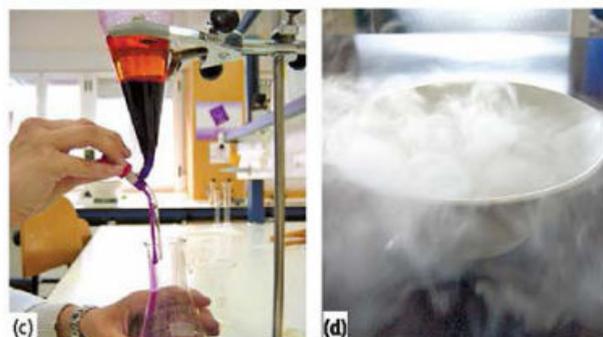


Figura 1.16 Los métodos de separación de mezclas se basan en las distintas propiedades de las sustancias: a) filtración, b) magnetización, c) decantación, d) sublimación.

Glosario

Miscibilidad: capacidad de dos sustancias, sólidas o líquidas, para disolverse una en la otra.

- Magnetización.** En este proceso se aprovecha la propiedad de magnetismo que tienen algunos metales como el hierro. Sirve particularmente para separar mezclas de sólidos, donde uno de los componentes puede ser atraído por un imán. En las chatarrerías y deshuesaderos de automóviles, los electroimanes separan las piezas metálicas de las demás partes (figura 1.16b).

- Decantación.** ¿Cómo separarías una mezcla de agua y aceite? La experiencia cotidiana y el trabajo de laboratorio que has realizado hasta ahora te han mostrado que hay líquidos que no se mezclan. Es decir, esta técnica se basa en la escasa o nula **miscibilidad** de algunas sustancias en otras. El fenómeno sucede debido a que existen diferencias muy notables en la estructura de las sustancias. Más adelante hablaremos de la polaridad, la propiedad que hace imposible que la gasolina y el aceite se puedan mezclar con el agua.

Por lo pronto, es suficiente con saber que con este procedimiento se separan mezclas heterogéneas líquido-líquido. Para hacerlo, primero se deja reposar la mezcla hasta que las dos fases se separen.

Luego se inclina lenta y cuidadosamente el recipiente que las contiene y se vacía el contenido de una fase en otro recipiente. En el laboratorio, la decantación se lleva a cabo de manera más eficiente mediante un dispositivo llamado embudo de separación (figura 1.16c).

- Cristalización.** ¿Cómo podríamos extraer la sal de una mezcla de agua, sal y bicarbonato de sodio? Si evaporaras toda el agua te quedarías con dos sólidos blancos cristalinos, muy difíciles de separar. La técnica que se utiliza en este caso es la cristalización, que se basa en la diferencia de solubilidad de las sustancias. Consiste en calentar la mezcla, evaporando parte del disolvente, pero sin llegar a la sequedad. Al enfriarse, la sustancia menos soluble solidifica y se separa de la mezcla. De acuerdo con lo que conoces sobre la solubilidad, podrías predecir que en esta mezcla, la sustancia que cristaliza primero es el bicarbonato, ya que la sal es mucho más soluble en agua. Una vez formados los cristales de sal, tendrías que separarlos por filtración.

- Sublimación.** ¿Cómo se elabora el café descafeinado? Recuerda que la cafeína es la sustancia que le da a esta bebida sus propiedades estimulantes. ¿Cómo se puede separar la cafeína sin alterar el sabor y el color de la bebida? En este caso se utiliza la técnica de sublimación, en la que una pequeña cantidad de sólidos puede pasar, por calentamiento, al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. Esta propiedad se puede aprovechar solamente cuando uno de los componentes de la mezcla sublima, como es el caso de la cafeína, el yodo o el dióxido de carbono, conocido también como hielo seco (figura 1.16d).

- Cromatografía.** Esta técnica es una de las más utilizadas en química para separar mezclas e identificar componentes, pues se aplica en la separación de mezclas homogéneas y heterogéneas, ya sean líquidas o gaseosas. Se basa en un fenómeno físico conocido como adsorción, que ocurre cuando las partículas de un sólido, un líquido o un gas se **adsorben** a la superficie de un sólido por el efecto de **polaridad**. Este procedimiento no se describe con detalle en este curso. La cromatografía no fue inventada por un químico, sino por un biólogo ruso con el fin de separar los pigmentos vegetales de plantas para obtener, entre otros compuestos, la clorofila de las hojas y tallos.

La cromatografía en papel es una técnica muy utilizada, tanto en química como en biología para separar pigmentos. Por ejemplo, puedes separar los pigmentos de un plumón negro o café, aplicando un pequeño punto sobre una tira de papel filtro o papel secante. El punto se pinta aproximadamente 1.00 cm por encima del extremo inferior y justo en el centro; luego se coloca la tira en un vaso o recipiente con un poco de agua (no más de $\frac{1}{2}$ cm de altura) dejándola suspendida de manera que el punto no se introduzca en el líquido y éste vaya subiendo por **capilaridad**, arrastrando o adsorbiendo los pigmentos más solubles primero (de polaridad similar a la del agua) y los menos polares después (figura 1.17). Es una técnica llamativa, ya que puedes descubrir que un color que parece único está realmente formado por tres y hasta más pigmentos diferentes.



Figura 1.17 Montaje de una cromatografía en papel.

Glosario

Capilaridad: propiedad de un líquido para subir o bajar por un tubo capilar, que es un tubo delgado como un cabello, esta propiedad depende de la estructura molecular del líquido y de las interacciones intermoleculares que puede presentar.

Revisando lo aprendido

Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara lo que resolviste con tu nueva visión. ¿En qué se parecen? ¿En qué son diferentes?

Explica con tus propias palabras el significado de los términos clave: mezcla, fase, soluto, disolvente, mezcla homogénea, mezcla heterogénea.

¿Identificaste otros términos importantes en la secuencia? Agrégalos a tu diccionario científico.

En tu cuaderno escribe, con frases completas en textos breves, las principales ideas que ahora forman parte de tus conocimientos, por ejemplo:

- Las mezclas que nos rodean pueden ser de dos tipos...
- Las mezclas homogéneas se distinguen de las heterogéneas ya que...
- Las propiedades físicas de los componentes de una mezcla nos permiten...
- Piensa en qué actividades de tu vida cotidiana ya aplicas los conceptos aprendidos en este bloque. Seguramente encontrarás varios.

Avance de proyecto

Como pueden ver, a partir de la actividad anterior están ya muy cerca de poder elaborar la parte experimental del proyecto, hagan el mismo ejercicio para seleccionar el método más adecuado para purificar, al menos parcialmente, el agua que pensaban usar, de acuerdo con el tipo de mezcla y a las propiedades que puedan observar de su mezcla inicial.

Diseñen el método y describan con detalle los materiales, sustancias e instrumentos que van a utilizar. Elaboren un procedimiento o plan detallado que incluya cada uno de los pasos a seguir. Una vez preparado, entréguenlo a su docente para su conocimiento y aprobación antes de empezar. Cuando tengan su autorización, realicen los experimentos, a pequeña escala primero y a una escala mayor después, ya sea en la escuela o en alguna casa.

Recuerden que deben anotar todo lo que hagan y tratar de registrarlo sistemáticamente en tablas, gráficas y/o diagramas. De ser posible, tomen fotografías a lo largo del proceso, ya que éstas les ayudarán a recordar y dar a conocer su trabajo a sus compañeros al final del proyecto.

Concluyan explicando la eficacia de su método experimental para reutilizar el agua y elaboren una generalización que pudiera servir a otros que quisieran llevar a cabo un proyecto igual o parecido en su comunidad.

Saber más

En los siguientes libros y videos puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- ☒ Chamizo, J. A., "Capítulo 16", "Capítulo 17" y "Capítulo 18", *Cómo acercarse a la química*, México, Editorial Esfinge, 2006.
- ☒ Bonfil, M., "Capítulo 1", "Capítulo 2" y "Capítulo 3", *La dosis hace el veneno*, México, SOMEDICYT-SEMARNAP, 1998, (Colección Básica del Medio Ambiente).

Videos:

- ☒ *Estados de la materia*, Colección El mundo de la Química, vol. III.
- ☒ *La Química y el ambiente*, Colección El mundo de la Química, vol. XII.

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.

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

Al término de este tema podrás identificar que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no sean perceptibles a simple vista; la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm); y que las diferentes concentraciones de un contaminante, en una mezcla, tienen distintos efectos en la salud y en el ambiente. Todo lo anterior puede ser de gran utilidad pues te permitirá tomar decisiones informadas.

Lo que pienso

- ¿Qué podemos hacer para evitar la contaminación?
- ¿Qué determina que una sustancia química sea perjudicial para la salud o el ambiente?

¿Qué nos depara el futuro?

¿Qué te sugiere la figura 1.18? Anota todo lo que observas y redacta un breve texto literario, un cuento o un poema, que incluya al menos una de las siguientes palabras: futuro, escasez, contaminación. Posteriormente, compartan con el grupo sus textos, escribiéndolos en cartulina y pegándolos en algún lugar del salón o de la escuela.



Figura 1.18 Esta imagen me sugiere...

Toma de decisiones relacionada con contaminación de una mezcla

El aire que respiramos, o el agua que bebemos, pueden estar contaminados sin que lo podamos percibir, y lo malo es que varios de estos contaminantes pueden causar mucho daño a nuestra salud.

La contaminación es consecuencia, principalmente, de las actividades que desarrollamos de manera cotidiana; tanto individual (en el uso del automóvil, la quema de basura o la utilización de servicios, etc.), como institucional o empresarial (por ejemplo, en la quema de combustibles para obtención de energía en la industria o el uso de disolventes, entre otras).

Hoy en día se sabe que una gran parte de los seres vivos del planeta reside en áreas donde la contaminación ambiental es superior a los límites establecidos como saludables. Organizaciones dedicadas a la protección e investigación en materia de salud y del ambiente, estiman que millones de personas y animales están expuestos a niveles elevados de compuestos tóxicos y que éstos pueden estar presentes en el aire, en el agua, en el suelo; dentro y fuera de nuestras casas, escuelas o áreas de trabajo. El tipo de compuestos tóxicos presentes y su concentración en el ambiente dependerá estrechamente del nivel de desarrollo industrial de cada país, de la actividad industrial predominante y de las medidas de protección al ambiente que tengan establecidas.

Los contaminantes químicos del aire, por ejemplo, pueden causar enfermedades respiratorias, vasculares y cardíacas, y disminución de la capacidad de la sangre para transportar oxígeno al organismo, asma y bronquitis; además de sequedad de las mucosas, irritación y comezón en la piel.

Actualmente oímos hablar de **contaminación** o leemos sobre ella en cualquier parte y a cualquier hora. Sin embargo, ¿sabemos realmente a qué nos referimos cuando hablamos de contaminación? Quizá si entendiéramos bien este concepto, las familias y la sociedad en pleno seguramente dejaría de realizar acciones en contra del medio ambiente. Contaminar, en términos ambientales, es arrojar cualquier sustancia perjudicial para la salud de los seres humanos o de cualquier otro ser vivo hacia el aire, el agua, el suelo o los alimentos. Así, cuando tiramos basura en un cuerpo de agua, cuando el autobús en el que vamos arroja humo al aire o cuando derramamos algún aceite u otra sustancia en el suelo, se entiende que estamos contaminando.

La gran mayoría de los contaminantes son sustancias que se obtienen como subproductos (producto secundario en la elaboración de algo).

También son contaminantes los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, pro-

Glosario

Contaminación: introducción de agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen. Es una modificación en la composición natural del medio ambiente que altera la pureza del aire, del agua o del suelo.

Glosario

Emisión: acción por la que un cuerpo desprende al exterior materiales o radiaciones.

Tóxico: sustancia que puede interferir con las funciones de los seres vivos ocasionando algún efecto perjudicial, que puede, inclusive, llegar a producir la muerte.

Cambio climático: es el cambio en el clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana. Dicho cambio favorece el calentamiento global del planeta. Entre sus causas fundamentales se encuentra la producción de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, en aumento constante desde la Revolución Industrial.

Concentración: cantidad de una sustancia contenida en la unidad de peso o volumen de un medio, como el aire o el agua.



Figura 1.19 a) Erusiones de cenizas y gases tóxicos durante una erupción volcánica. b) Quema de llantas o productos plásticos al aire libre.



ducidos al extraer, procesar o convertir en productos, o al utilizar un recurso. También se consideran contaminantes las **emisiones** de energía en forma de calor, de ruido o de radiación excesivos. Existen principalmente dos formas de contaminación: las naturales, como los gases emitidos por una erupción volcánica, y las producidas por actividades humanas, como la quema de carbón para obtener energía (figura 1.19). Lamentablemente, la mayor parte de la contaminación que se genera en nuestros días es producto de las actividades humanas, que en su mayor parte se realizan en las zonas urbanas o industriales.

Pero ¿por qué es tan peligrosa la contaminación ambiental? La biosfera contiene más contaminantes que los que puede procesar, y esto produce graves consecuencias, ya que los efectos de la contaminación son diversos y afectan varios niveles, tanto climáticos como biológicos. Para citar sólo algunos podemos decir que los peces de muchos lagos del mundo ya no se pueden consumir como alimento debido a que su carne contiene sustancias **tóxicas**, como mercurio y otros metales pesados. También existe evidencia de que la gran cantidad de plomo que se emplea en la fabricación de gasolina ha afectado el crecimiento de muchos niños, debido a que tiene efectos negativos sobre el desarrollo del cerebro. Si finalmente consideramos las grandes cantidades de emisiones de dióxido de carbono arrojadas actualmente por los escapes de los automóviles y por las chimeneas, podremos darnos cuenta de que sus efectos en la atmósfera son el principal motivo del **cambio climático** en el planeta.

Toma de decisiones relacionada con concentración y efectos

Existen varios factores que determinan qué tan peligroso es un contaminante. Uno de estos factores es su naturaleza química, es decir, su estructura; otro son sus propiedades bioquímicas y su efecto sobre organismos vivos. Otro factor es la **concentración**, esto es, la cantidad de contaminante presente por unidad de volumen o de peso, de aire, agua, suelo o peso corporal del organismo que lo ha consumido.

La toxicidad es un parámetro que mide el daño que causa determinada sustancia; el que un contaminante o cualquier otra sustancia química sea perjudicial depende principalmente de dos factores: 1) la **dosis**, cantidad de sustancia ingerida, inhalada o absorbida y 2) la respuesta, que depende de la susceptibilidad o sensibilidad de cada persona u organismo hacia el efecto de la sustancia.

En nuestra vida diaria estamos en contacto con muchas sustancias que resultan tóxicas si se consumen en cierta cantidad: entre éstas podemos mencionar los productos de limpieza, los medicamentos o los aditivos para automóvil. Aunque algunas son más tóxicas que otras, es importante conocer la forma adecuada de utilizarlas y almacenarlas, de manera que sea posible evitar cualquier accidente (figura 1.20).

Tabla 1.2 Dosis letal y toxicidad en algunas sustancias

Sustancia	Dosis letal expresada en mg por kg	Toxicidad
Alcohol etílico	10 000	Ligera
Cloruro de sodio (sal común)	4000	Moderada
Insecticida (DDT)	100	Alta
Nicotina	1	Muy alta
Dioxina (veneno de origen vegetal)	0.001	Extremadamente alta

En la tabla 1.2 puedes comparar la toxicidad de algunas sustancias. Observa la dosis letal y el grado de toxicidad.

Actividad

Reúnete con tus compañeros y entre todos contesten:

- ☑ ¿Qué fuentes de contaminación existen en el lugar donde viven o cerca de su escuela?
- ☑ ¿La ciencia y la tecnología puede dar solución a este problema? ¿Cómo?
- ☑ ¿Cómo pueden ustedes contribuir?

Recuerden lo aprendido en las semanas anteriores sobre la ciencia y sus métodos. Consulten y comenten el glosario, y analicen si existe relación entre sus respuestas y la información concreta de las definiciones.

Por cierto

En la década de los veinte, el Dr. John Williams Trevan desarrolló un procedimiento para determinar la toxicidad de una sustancia, a la que se denomina DL50 (iniciales de Dosis Letal, 50%). Significa la cantidad de una sustancia, administrada de una sola vez, que causa la muerte de 50% de un grupo de animales de prueba. En general se expresa como miligramos de una sustancia por kilogramo de peso del animal. Actualmente, la DL50 es una medida ampliamente utilizada para expresar toxicidad.



Figura 1.20 Algo que estaba descompuesto contaminó los alimentos y afectó a la chica de la foto. ¿Qué pudo haber ocurrido al dejar la comida sin refrigerar?

¿Cómo calcular la concentración?

Antes de continuar con el tema que estamos estudiando, es importante dejar claro el concepto de concentración, ya que con éste podrás comprender mejor las siguientes actividades.

La concentración de una disolución se refiere a la cantidad de soluto que hay en cierta cantidad de disolvente. En general el disolvente al que haremos referencia en este curso es el agua. La concentración de las disoluciones acuosas pueden expresarse de varias formas, pero en este momento es suficiente reconocer que la concentración de un soluto en una disolución acuosa se expresa como:

$$\% \text{ de soluto} = \frac{\text{Masa o volumen del soluto}}{\text{Volumen total de la disolución}} \times 100$$

Análisis de resultados

Una vez que has registrado tus observaciones, contesta las siguientes preguntas.

- ☐ ¿Persistía la contaminación cuando agregaste los últimos 100 mL, aunque no se pudiera ver?
- ☐ ¿Crees que aumentar el volumen de agua sea una buena solución para resolver el problema de la contaminación?

A partir de los datos que obtuviste en el experimento, con la ayuda de tu docente, realiza los cálculos matemáticos que te ayudarán a conocer la concentración de contaminante de tu muestra.

La medida de la concentración expresada en porcentaje

Recuerda que la concentración de una disolución se refiere a la cantidad de soluto presente por unidad de volumen o de peso del disolvente. Para poder conocer la concentración del contaminante en el agua de nuestro experimento, podemos obtener su porcentaje en volumen, para ello es necesario realizar las siguientes operaciones:

$$\% \text{ del contaminante} = \frac{\text{volumen del contaminante}}{\text{volumen total de la disolución}} \times 100$$

En nuestro experimento sería, cuando agregamos los primeros 100 mL:

$$\% \text{ del contaminante} = \frac{5 \text{ mL}}{5 \text{ mL} + 100 \text{ mL}} \times 100$$

Realiza el resto de las operaciones y calcula el porcentaje de contaminante para cada caso. Anota tus resultados en la tabla anterior.

Las partes por millón como unidad de concentración para contaminantes muy tóxicos

Actualmente, los científicos miden la cantidad de contaminantes en el aire o el agua con una unidad conocida como **partes por millón** (ppm). Esta medida es usada cuando la cantidad de contaminante es muy pequeña y, por lo tanto, resulta más útil conocer la concentración en partes por millón que en porcentaje.

Para el caso de nuestro experimento, al hablar de partes por millón hablamos de las partes del contaminante que están contenidas en un millón de partes de agua.

Para calcularlo, se sigue este procedimiento:

$$\text{Partes por millón (ppm)} = \frac{\text{volumen del contaminante}}{\text{volumen total de la disolución}} \times 1.000.000$$

En nuestro experimento sería, para los primeros 100 mL:

$$\text{Partes por millón (ppm)} = \frac{5 \text{ mL}}{5 \text{ mL} + 100 \text{ mL}} \times 1.000.000$$

Realiza los cálculos para los demás casos y anótalos en la tabla.

Ahora que has llenado la tabla, responde las siguientes preguntas:

- ☐ Aunque a simple vista no se distinguiera, ¿había contaminante cuando el volumen del agua era de 1 000 mL? Justifica tu respuesta.
- ☐ ¿Qué te demuestra esto sobre nuestra percepción de las cosas y el estudio científico de las mismas? (Figura 1.23).
- ☐ ¿Qué ventajas o desventajas crees que tiene la forma de expresar la concentración por porcentaje frente a la expresión de partes por millón?



Figura 1.23 En este experimento la dilución de la sustancia original (colorante) se hace muy evidente por el cambio de intensidad en el color. ¿Cómo hacen los químicos para saber si ha cambiado la concentración de una disolución si el soluto (sal o azúcar, por ejemplo) no pueden detectarse a simple vista?

Revisando lo aprendido

En nuestro país se ha diseñado un sistema para conocer la concentración de contaminantes del aire. Esto permite tomar medidas como suspender la circulación de algunos automóviles —Programa Hoy no circula—, la actividad industrial, o bien, suspender las actividades deportivas al aire libre. Este sistema se ha llamado IMECA (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire), y establece límites permisibles para proteger la salud de la población ante los contaminantes atmosféricos. Este límite permisible equivale en el IMECA a 100 puntos, por lo que si el valor del IMECA es menor a 100 significa que hay menos riesgo de enfermarse y si es mayor a 100 el riesgo se incrementa.

Valores	Calificación	Concentración (ppm)	Recomendaciones
0-50	Buena	Ozono (O ₃) 0.0-0.055 Dióxido de azufre (SO ₂) 0.0-0.065 Monóxido de carbono (CO) 0.0-5.5	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre.
51-100	Regular	Ozono (O ₃) 0.56-0.110 Dióxido de azufre (SO ₂) 0.66-0.130 Monóxido de carbono (CO) 5.51-11.00	Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades.

Valores	Calificación	Concentración (ppm)	Recomendaciones
101-150	Mala	Ozono (O_3) 0.111-0.165 Dióxido de azufre (SO_2) 0.131-0.195 Monóxido de carbono (CO) 11.01-16.5	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
51-100	Muy mala	Ozono (O_3) 0.166-0.220 Dióxido de azufre (SO_2) 0.196-0.260 Monóxido de carbono (CO) 16.51-22.00	Causante de mayores efectos adversos a la salud en la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
101-150	Extremadamente mala	Ozono (O_3) > 0.220 Dióxido de azufre (SO_2) > 0.260 Monóxido de carbono (CO) >22.00	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.

Tabla del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), con la correspondencia en ppm y la Norma Ambiental para la Ciudad de México.

En un día de invierno en la Ciudad de México se detectaron los siguientes valores de contaminantes en 50 m³ de aire:

- ☑ Ozono (O_3): 5.6 mL
- ☑ Monóxido de carbono (CO): 12.4 mL
- ☑ Dióxido de azufre (SO_2): 5.8 mL

Con ayuda de la tabla calcula la concentración en partes por millón de cada uno de estos contaminantes y determina la calificación del índice IMECA para esa mañana. ¿Para cuál de ellos hubo necesidad de tomar medidas de contingencia?

Avance de proyecto

Algunas de las actividades de esta secuencia pueden ser útiles para el desarrollo del proyecto. Identifica cuáles y anota en tu bitácora la referencia de las mismas. Recuerda ir armando un portafolios con las evidencias que necesitarás más adelante.

Saber más

En los siguientes libros, revistas, páginas de internet, películas y videos puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- ☑ Bonfíl, M., "Capítulo 4", "Capítulo 5" y "Capítulo 6", *La dosis hace el veneno*, México, ADN Editores, 1997.
- ☑ Chamizo, J. A., "Capítulo 9", *Cómo acercarse a la química*, México, Editorial Esfinge, 2006.

Revistas:

- ☑ Reyes Mijares, L. E., "Enrédate: Conciencia ambiental, en *¿Cómo ves?*, México, septiembre de 2006, núm. 94.

Páginas de internet:

- ☑ Dirección De Monitoreo Ambiental <http://goo.gl/ebiCMu>
- ☑ Aplicación Aire Ciudad de México: <http://goo.gl/yDA6a3>
- ☑ Boletín electrónico semanal del portal del agua de la UNESCO <http://goo.gl/7BtIAT>
- ☑ Portal electrónico de Conagua <http://goo.gl/8UQJnt>
- ☑ Portal electrónico de Climática, Si quemamos calentamos <http://goo.gl/tBGJ35> (Consultadas el 8 de noviembre de 2016)

Películas y videos:

- ☑ La verdad incómoda (2006-documental).

Primera revolución de la química

Aportaciones de Lavoisier: la Ley de Conservación de la Masa

Es probable que algunas veces te hayas preguntado qué pasa con la masa de la materia cuando se producen cambios. ¿Pesa igual la masa cruda de un pastel que cuando está cocido? ¿Es fácil saber si la masa cambia antes y después de una reacción? Estos aspectos, que hoy parecen relativamente fáciles de resolver a partir de las balanzas con las que contamos en los laboratorios, y hasta en las casas, planteaban todo un reto hace 250 años, cuando, en los revueltos tiempos de la Revolución Francesa, un noble y científico notable, Antoine de Lavoisier, contaba con instrumentos mucho menos precisos que los actuales. Medir la masa o el volumen de sustancias antes y después de las reacciones era todo un reto y él, consciente de la importancia de una buena medición, desarrolló numerosos aparatos y dispositivos para almacenar y medir cada vez mejor los productos de las reacciones, lo que lo llevó a los descubrimientos importantísimos que se verán en este tema.

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.

Lo que pienso

- ¿Qué instrumentos se utilizan comúnmente para medir masa?
- ¿Qué se entiende por precisión y exactitud en una medición científica?
- ¿Qué tan fácil crees que era conseguir o desarrollar nuevos y mejores instrumentos de medición en los tiempos de Lavoisier?
- ¿Por qué se considera que el contexto histórico es importante cuando se establece una nueva ley en ciencias?

¿Qué pasará?

Observa la figura 1.24. Considerando lo que sabes sobre los cambios que ocurren en las sustancias cuando se transforman químicamente, y que este material reacciona violentamente cuando es expuesto a la luz solar, responde lo siguiente: Si se pesa todo el dispositivo antes y después de la reacción, y de acuerdo con la clave que te da la figura, ¿qué cambios hay con respecto a la masa? ¿Pesará más, menos o igual al final de la reacción? ¿Sí? ¿No? ¿Por qué? Justifica tu respuesta en el cuaderno.

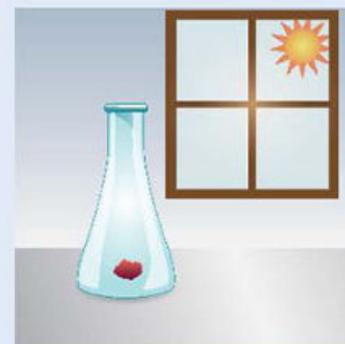


Figura 1.24 Dentro del recipiente cerrado hay fósforo, y el frasco actúa como una lupa al recibir los rayos del sol.

Los instrumentos de medición: su importancia para el avance científico

Como ya te puedes imaginar, a lo largo de los aproximadamente 230 años que han pasado desde los tiempos de Lavoisier, la precisión de las balanzas ha mejorado mucho más y se han convertido en instrumentos cada vez más confiables. Con ello, los científicos han logrado encontrar

Reacción química: proceso en el que la materia interactúa con la energía y en el cual se forman productos diferentes a los reactivos de partida.

características y cambios sobre la materia que antes nadie conocía. Esto es posible evidenciarlo de manera particular en las **reacciones químicas** en las que, por muchos siglos se pensó que la masa de los productos aumentaba o disminuía de forma incomprensible o debido a la existencia de materia “invisible” que entraba o salía de las sustancias durante una transformación. La química, como has podido ver hasta ahora, se encarga de estudiar las diferentes sustancias, de lo que están hechas, de su estructura y sus propiedades.

Pero más importante incluso, la química estudia las transformaciones de las sustancias cuando interactúan unas con otras. Gracias a la enorme cantidad y tipo de cambios químicos, es posible que hoy existan más de cuatro millones de sustancias registradas, muchas de ellas naturales y muchísimas más artificiales o sintéticas.

No es el objetivo de este curso conocer cada tipo de reacción, pero sí conocer una característica común a todas las reacciones químicas: el hecho de que la materia se conserva, es decir, los gramos de sustancia al inicio de una reacción son los mismos que se tienen al final de la misma. Aunque se formen compuestos nuevos, no existe pérdida de materia. Para entender mejor esto, es necesario ir al laboratorio.

Actividad experimental (laboratorio)

Principio de conservación de la masa

En el laboratorio, al igual que siempre, trabajen en equipos. En esta actividad generarán una reacción química de manera muy sencilla, por medio de una tableta efervescente. En este tipo de tableta, por ejemplo, de vitamina C, siempre existen dos reactivos que los fabricantes mezclan para que una vez en seco tengan forma de tableta. Cuando éstos entran en contacto con el agua, los reactivos se disuelven y es entonces cuando pueden reaccionar y liberan, entre otros, el gas dióxido de carbono (CO_2), que seguramente ya conocen de experiencias previas. Al trabajar con esta reacción podrán lograr conclusiones relevantes sobre lo que han estudiado previamente.

Propósitos

Al realizar esta actividad podrán:

- ☑ Comprobar el principio de la conservación de la masa.
- ☑ Observar la importancia de crear un sistema cerrado para establecer el principio de conservación de la masa.
- ☑ Llevar un registro meticuloso y de hacer un trabajo detallado en el laboratorio para así obtener resultados confiables.

Materiales

- ☑ Tabletas efervescentes
- ☑ Un matraz de 500 mL
- ☑ Una balanza
- ☑ Un globo
- ☑ Agua

Procedimiento

Predigan: ¿Qué pasará cuando se pongan las tabletas efervescentes en agua?

Parte I

1. Pesen dos tabletas efervescentes en la balanza y anoten el valor en gramos en la tabla que copiaron en su bitácora (figura 1.25).
2. Pesen el matraz con 100 mL de agua, la cual actuará como medio de reacción. Anoten el valor en gramos.

Predigan: ¿Qué pasará con el del sistema (matraz-agua-tabletas) antes y después de la reacción?

¿Creen que vaya a mostrar alguna variación? ¿Por qué?

3. Agreguen las tabletas efervescentes al agua, esperen unos minutos y vuelvan a pesar. Registren el dato en la tabla, mismo que antes copiarán en su cuaderno.

Peso de las tabletas (g)	Peso del matraz con 100 mL de agua (g)	Peso de todo el sistema (matraz, agua y tabletas) en (g)

Análisis de resultados

Observen los resultados en la tabla y contesten las siguientes preguntas:

- a) ¿A qué creen que se deba que el peso total del sistema (matraz, agua y tabletas) no corresponda a la suma de los pesos parciales, o sea, al peso de las tabletas y el peso del matraz con agua?
- b) ¿Es posible que se haya perdido materia?
- c) ¿Qué podrían hacer para evitar que esto ocurra?



Figura 1.25 Para garantizar buenos resultados, es necesario que el montaje sea adecuado. Tomen en cuenta todas las recomendaciones antes de intentarlo.

Parte II

1. Pesen el globo y anoten en la tabla el peso en gramos.
2. Repitan el procedimiento del experimento anterior, introduzcan la tableta dentro del globo y háganla polvo, tapen la boca del matraz con la boca del globo procurando no dejar caer el polvo hasta que esté completamente sellado. Una vez verificado añadan la tableta al agua y observen. Pero antes:

Predigan ¿sufrirá algún cambio la masa del sistema con respecto al sistema anterior? ¿Por qué?

Peso de las tabletas (g)	Peso del matraz con 100 mL de agua (g)	Peso del globo (g)	Peso de todo el sistema (matraz, agua, tabletas y globo) (g)

Análisis de resultados

- a) ¿Corresponde el peso del sistema completo (matraz, agua, tabletas y globo), con la suma de las partes individuales?, ¿coincidió esto con lo que predijeron?
- b) ¿A qué creen que se deban las diferencias con el experimento anterior?
- c) ¿Qué se puede demostrar con sus resultados?

La importancia de las aportaciones del trabajo de Lavoisier

Antoine Laurent Lavoisier nació en París el 26 de agosto de 1743. Fue un científico brillante, cuyas mediciones cuidadosas durante las reacciones químicas que estudiaba, hicieron que pudiera establecer formalmente la idea de que en las transformaciones de materia no se perdía masa. Su famosa ley establece que “la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma”, algo que tú ya comprobaste en las dos actividades anteriores. Mediante la siguiente lectura, vamos a analizar el contexto histórico en el que vivió Lavoisier para entender de qué manera el entorno cultural, político, económico y científico de la época influyó, tanto para los éxitos, como para el trágico final de este importante personaje de la química.

[lectura]

La química de Antoine de Lavoisier

Nacido en una familia muy rica, su padre lo obligó a estudiar la carrera de Derecho, la cual terminó y abandonó casi inmediatamente para dedicar su vida a la ciencia, particularmente a la química. Se casó con Marie-Anne Paulze, quien le ayudó siempre a llevar la bitácora de los experimentos que realizaba y llegó a ser tan buena química como él. Para poder mantener a su familia trabajó en una organización dedicada a la recaudación de impuestos. Tras pagar un monto fijo al rey, conservaba el excedente para su propio beneficio y, junto con la dote de su matrimonio, pudo instalar un laboratorio en el que trabajó hasta su muerte. La actividad de recaudador “privado” de impuestos era muy frecuente en el siglo XVIII en Francia, y generalmente ocasionaba el sufrimiento y maltrato de los deudores y el enriquecimiento de quienes cobraban dichas cuotas.

Aunque se dice que Lavoisier no era cruel con la gente, el haber formado parte de esta organización lo condujo más adelante a un trágico fin. A Lavoisier le tocó vivir la época de la Ilustración, lo cual le permitió participar siempre en la actividad pública, interés que se manifestaba en los trabajos que realizó en el ámbito de lo que hoy llamamos ciencia aplicada y que lo llevó a ocupar diversos cargos públicos de 1775 a 1791.

Una de las contribuciones más relevantes de Lavoisier a la química está asociada a la **combustión**. La combustión es uno de los procesos químicos más comunes que se dan en la naturaleza, y de forma artificial cuando los humanos quemamos sustancias y materiales combustibles. En aquella época, a mediados del siglo XVIII, este fenómeno se explicaba por la **Teoría del Flogisto**, del alemán Georg Stahl. Según dicha teoría, la capacidad de un cuerpo para arder se debía a la existencia en su composición de una sustancia llamada flogisto (del griego *phlogistós*, inflamable). Lavoisier dudaba de esta teoría, principalmente porque no estaba apoyada en ningún dato que fuera posible medir. 200 años atrás, Galileo había insistido en la importancia de las mediciones en Astronomía y Lavoisier pensaba que esto también era aplicable a la química. Pesar las masas de las sustancias antes y después de la reacción era realmente la única herramienta que le permitiría saber si el flogisto existía o no.

Para estudiar el fenómeno de la combustión, empezó por quemar una gran cantidad de sustancias diferentes, pesándolas antes y después del proceso. Las velas ardían y al parecer no dejaban

Glosario

Combustión: acción y efecto de arder o quemar. Combinación de un combustible con un comburente.

Teoría del Flogisto: hipótesis que intentaba explicar el fenómeno de la combustión, enunciada por Georg Stahl a mediados del siglo XVIII, y fue descartada por Lavoisier cuando estableció la Ley de la conservación de la masa.

ningún residuo. La madera se transformaba en **cenizas**, que eran más ligeras. ¿Qué ocurría con la materia faltante? Cuando quemaba metales como el hierro o el mercurio, éstos cambiaban sus propiedades y aumentaban de peso. ¿De dónde provenía la materia adicional?

Lavoisier diseñó entonces un aparato con recipientes sellados en los que se podían atrapar los gases liberados durante la combustión y determinar su peso.

Introdujo una pequeña cantidad de **estaño** en este aparato, lo pesó y calentó intensamente hasta calcinar el metal y verlo transformado en “**cal metálica**”. Dejó enfriar el conjunto y volvió a pesar. El peso total del conjunto final era igual a su peso original. Por lo tanto, Lavoisier pensó que, si el flogisto existía, habría escapado de la sustancia que se quemó y, como el peso del conjunto no había cambiado, este flogisto debía estar encerrado en el recipiente mezclado con el aire que se encontraba en el interior. Por lo tanto, la presión interior del recipiente debería ser mayor a la que había antes de que el flogisto escapara del estaño. Lavoisier esperaba que al abrir el frasco, la mezcla de aire y flogisto escapara violentamente en forma de corriente de aire. Sin embargo, al destapar el recipiente ocurrió justamente lo contrario, la corriente se produjo del exterior. Esto sólo se podía explicar si se consideraba que “algo” había sido “tomado” del aire para incorporarse al metal y transformarlo en cal metálica. Ahora sabemos que ese “algo” era el oxígeno del aire. Fue así como pudo desechar la teoría del flogisto y formuló la Ley de la conservación de la masa (o materia).

Otra contribución importante de Lavoisier fue nombrar y designar a las sustancias. Todo empezó cuando llamó **oxígeno** (del griego *oxis* y *genos*, generador de óxidos) al componente del aire que reaccionaba durante la combustión. En 1787 propuso el “Método de nomenclatura química”, gracias al cual los químicos de todo el mundo pudieron utilizar un lenguaje simbólico común. En 1789, Lavoisier publicó un libro titulado *Tratado elemental de química* (figura 1.26) en el que exponía todos sus descubrimientos utilizando el nuevo sistema de nomenclatura. Ese mismo año empezó la Revolución Francesa, de la que fue un firme partidario, pero eso no evitaría que en 1792, fuera detenido por haber formado parte del cuerpo de recaudadores de impuestos. Fue sentenciado a muerte y guillotinado el 8 de mayo de 1794 (figura 1.27). A su muerte, su esposa Marie-Anne continuó sus estudios en el laboratorio, y su casa se volvió el centro de ciencias más importante del París de la época, del cual ella realizó descripciones muy minuciosas (figura 1.28, en la página siguiente).

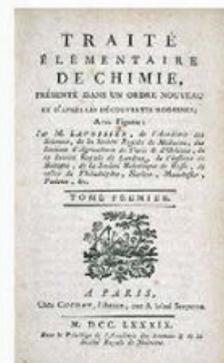


Figura 1.26 Portada del *Tratado elemental de química*. Ilustración de Marie Paulze Lavoisier.

[lectura]

Glosario

Cenizas: producto de la combustión de un material compuesto por sales minerales.

Estaño: elemento químico, perteneciente al grupo 14 de la tabla periódica, es un metal plateado y maleable y su símbolo es Sn.

Cal metálica: nombre antiguo que se les daba a los óxidos metálicos, muchos de ellos blancos y conocidos con este nombre por esa característica.



Figura 1.27 Antoine de Lavoisier fue víctima de los ajustes de cuentas ocurridos después de la Revolución Francesa.

Fuente: Catalá R. M., Colsa, A. M., Jiménez y M. E. Colsa, Ciencias 3, con énfasis en Química, México, Editorial Esfinge, 2009.

[lectura]



Reflexiona

¿Qué enseñanzas te deja la lectura sobre la forma de trabajar de los científicos?

¿Qué importancia tiene el que Lavoisier utilizara **sistemas cerrados** al realizar sus reacciones?

La Teoría del Flogisto era considerada válida por la gran mayoría de la comunidad científica de la Europa de final del siglo XVIII. ¿Qué evidencias experimentales aportó Lavoisier para demostrar que el flogisto no existía?

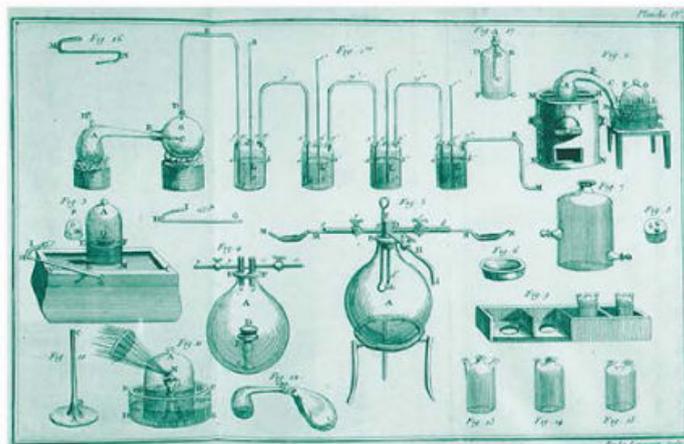


Figura 1.28 Los instrumentos de Lavoisier. Ilustración de Marie Paulze Lavoisier.

Por cierto



La precisión se refiere a qué tan dispersos son los resultados cuando se hacen mediciones, o también cuando se lanzan dardos a una diana. En el lenguaje común generalmente usamos precisión y exactitud como sinónimos, pero en ciencia no son lo mismo y es importante conocer esa diferencia. Por ejemplo, si observas la figura 1.29 puedes ver en el primer cuadro a) que los puntos graficados hablan de resultados precisos y exactos, ya que todos los puntos están cerca y alrededor del centro donde se supone que deberían estar. En los otros recuadros se tienen diferentes situaciones: en b) hay precisión pero no exactitud, en c) no hay precisión aunque hay exactitud y en d) los resultados no son ni precisos ni exactos.

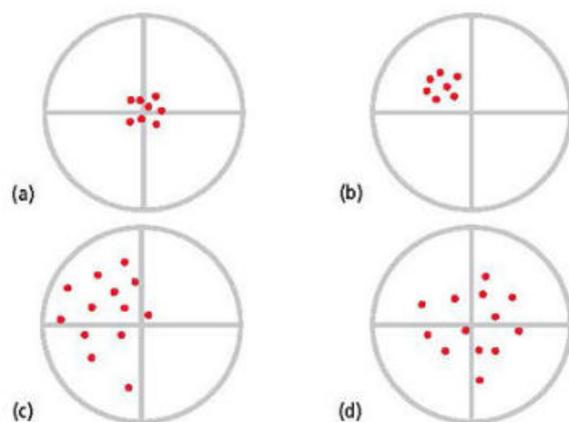


Figura 1.29 Diferencia entre precisión y exactitud.

Revisando lo aprendido



Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara lo que resolviste entonces con tu nueva visión. ¿En qué se parecen? ¿En qué son diferentes?

Explica con tus propias palabras el significado de los términos clave: masa, gases, sistema cerrado, Ley de la conservación de la masa, conocimiento científico, contexto, fenómenos naturales, precisión y exactitud. ¿Identificaste otros términos importantes en el tema? Agrégalos a tu diccionario científico.

En tu cuaderno escribe, con frases completas en textos breves, las principales ideas que ahora forman parte de tus conocimientos, por ejemplo:

- ☑ En las reacciones químicas las sustancias no se crean ni se... sólo se...
- ☑ Los instrumentos de medición son importantes en ciencia porque...
- ☑ El contexto en el que vivió Lavoisier se caracterizaba por..., lo cual tuvo algunas consecuencias en la ciencia, como por ejemplo:... y en su vida, como por ejemplo...

Avance de proyecto



Busca información para tu proyecto utilizando diversos medios (entrevistas, periódicos, libros, internet). En grupo analiza y selecciona aquella que es relevante para tu trabajo. ¿Por qué es importante contar con estos datos? ¿Necesitas aún más información? ¿Dónde se puede conseguir? Comparte tus resultados con tu docente y con los demás equipos. Toma nota de ello en tu bitácora.

Saber más



En los siguientes libros, revistas, páginas de internet y videos puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- ☑ García H., *El investigador del fuego, Antoine L. Lavoisier*, México, CONACULTA - Pangea Editores, 1991.

Revistas:

- ☑ García H., "Lavoisier, el partero de la Química", en *¿Cómo ves?*, México, julio de 1999, núm. 8.

Páginas de internet:

- ☑ Bascañán Blaset, A., "Antoine Laurent Lavoisier: El revolucionario", en *Educación química*, México, 2008, núm. 3. Disponible en: <http://goo.gl/zPSjLj> (Consultada el 8 de noviembre de 2016).
- ☑ Portal electrónico de Conagua <http://goo.gl/8UQJnt> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa

Integración y aplicación

Aprendizajes esperados

Al término de este proyecto el alumno:

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

Sugerencias de opciones de proyecto

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

La importancia del agua

A lo largo de todo el bloque has realizado actividades relativas a los proyectos en cada uno de los contenidos; este proyecto de investigación te permitirá profundizar en los conceptos, analizarlos y aplicarlos.

Al terminar la primera sección estuviste listo para elegir tu pregunta de investigación. Recuerda que el libro te propone dos, pero estás en libertad, con tu equipo, de proponer otras que se apeguen a la temática y que tengan como objetivo principal resolver una problemática.



Figura 1.30 Una salinera y una de las máquinas empleadas para extraer la versátil sal.

Al final de cada sección, en *Avances del proyecto*, guiamos sobre los avances que debes ir logrando en cada una de ellas.

En este primer proyecto, nos centraremos en el tema del agua. Como sabes, el agua es un motivo de preocupación en nuestra sociedad, su distribución, contaminación, usos, escasez, son temas de discusión en todos los países del mundo; hasta se dice que las próximas grandes guerras serán alrededor del tema del agua.



Figura 1.31 Es urgente encontrar maneras de recuperar y reutilizar el agua en el hogar.

Por ello, en este primer proyecto, proponemos que éste sea el tema a discutir e investigar.

Actividades exploratorias

De acuerdo con lo que establece la metodología de trabajo por proyectos, antes que nada procede planear el proyecto y para ello conviene analizar algo de información que ayude a comprender por qué y cómo hay que reutilizar el agua. Será conveniente que, a lo largo de los siguientes temas, pongas atención a las actividades y a la información que pueda servirte para elaborar tu pregunta de investigación.

Recuerda que es muy importante organizarse en equipos, así que deberás empezar también a formarlo y ponerte de acuerdo sobre la forma en que van a trabajar.

Algunas ideas para iniciar

La necesidad de agua en todos los seres vivos es bien conocida. Un ser humano adulto necesita aproximadamente dos litros de agua diariamente para sobrevivir, aunque esto dependerá del clima en el que se encuentre (en un desierto, expuesto a un calor intenso, su necesidad de agua puede ser de hasta 15 litros, y aquí estamos hablando únicamente de agua para beber). Sin embargo, el agua se está convirtiendo en un bien escaso, ya que día tras día aumenta su

consumo como resultado del crecimiento de la población. En los países en desarrollo, el consumo medio de agua por habitante en todos sus usos (agua para beber, para lavar, para la industria, etc.) es de 50 litros aproximadamente, mientras que en naciones industrializadas sobrepasa los 500 litros diarios.

Les sugerimos

Las siguientes son ideas que pueden ayudar a encontrar la respuesta a las preguntas de investigación.

- ▶ A lo largo de una semana lleven un registro de aquellas actividades en las que se usa el agua en su casa. Diseñen un método para conocer qué cantidad de agua se utiliza a la semana.
- ▶ Calculen qué cantidad se podría reutilizar si se pudiera conservar el agua después de haberle dado un primer uso.
- ▶ Analicen en qué actividades podría utilizarse agua tratada en vez de agua potable. Busquen información sobre métodos de ahorro y reutilización y purificación de agua de uso doméstico.



Figura 1.32 Es importante diseñar un método confiable para conocer cuánta agua se emplea por semana y hacer registros minuciosos de esas cantidades.



Ahora ustedes

Si decidieron emprender alguno de los dos proyectos planteados, los pasos siguientes consisten en buscar más información que complemente lo realizado. Algunas de las actividades de este bloque les serán de mucha utilidad.



Figura 1.33 En diversos medios como enciclopedias, monografías, almanaques, libros especializados, documentales en video o internet los diversos medios, ya sea artesanales o industriales, para "cosechar" sal, así como las implicaciones que esta actividad tiene para el medio ambiente.

Sugerencias bibliográficas

Las siguientes son ideas que pueden ayudar a encontrar la respuesta a las preguntas de investigación.

- ▀ Boletín semanal electrónico del portal del agua de la UNESCO, <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/water-cooperation-2013/water-e-newsletter/> (consultado el 22 de enero de 2017).
- ▀ Portal electrónico del proyecto Isla Urbana <http://goo.gl/yTLjbG> (consultado el 8 de noviembre de 2016)
- ▀ Revista *¿Cómo ves?*, México, septiembre de 2006, núm. 94.
- ▀ Chamizo, J.A., Garritz, A.: *Química terrestre*, FCE, 1995.

Recapitulación de lo investigado

Hasta ahora han realizado una serie de actividades relacionadas con el agua, su purificación y su reutilización. Es momento de integrar todo esto para dar

Actividad	Propósito	Vinculación con el proyecto
Los estados de agregación (A separar se ha dicho!)	Comprobar que al realizar mezclas la masa es aditiva.	Una muestra de agua tratada debería pesar menos que una de agua sucia de igual volumen.
Mezclas homogéneas y heterogéneas.	Existen sustancias más solubles que otras.	El agua es un gran solvente, por ello es fácil que se contamine.
Qué nos depara el futuro.	Reflexionar sobre la importancia de tomar medidas para no deteriorar el medio ambiente.	El agua y el aire se contaminan y podemos evitarlo.
Concentración y contaminación.	Ver si es posible disminuir el problema de contaminación disminuyendo su concentración.	Comprobar que diluir la concentración de un contaminante puede ser útil para reutilizar el agua.
Diseño en experimentos. Principio de conservación de la masa.	Diseñar experimentos.	Aplicar esta habilidad al proyecto.
Determinación de algunas propiedades de las sustancias.	Observar la solubilidad en agua, la conductividad eléctrica y la temperatura de fusión de algunas sustancias.	La solubilidad en agua determina su contaminación.

respuesta a la pregunta de inicio. Veamos cuáles fueron, y qué se logró aprender con cada una y cómo se recuperan para el proyecto.

Integración

Como pueden ver, tienen mucha información sobre las propiedades del agua, las mezclas que forma y los métodos para separarla, así como para decidir si está suficientemente pura para reutilizarse. Lo que deben hacer ahora, con la guía de su docente es hacer este análisis y decidir si es posible o no reutilizar el agua.

Elaboren el informe y presenten sus resultados

- ▀ En la carpeta de proyecto o portafolios que fueron elaborando tienen todas las anotaciones, dibujos y esquemas que incluyeron a lo largo de su investigación y que, junto con las anotaciones de las actividades, serán indispensables para elaborar el informe escrito. Todo aquello que anotaron a mano y dibujaron con mayor o menor limpieza, deberá ahora escribirse (a mano o en computadora) de manera clara y atractiva para la audiencia.
- ▀ El informe final de su proyecto es la memoria en la que se recopila de forma escrita todo su trabajo, desde el inicio hasta el final. Debe estar descrito de manera que, cuando lo lea alguien que no esté familiarizado con la información contenida, esta persona pueda —de manera clara y detallada— conocer exactamente qué hicieron, por qué lo hicieron y los resultados que obtuvieron, sean o no experimentales, así como las fuentes que consultaron.
- ▀ Con su docente revisen los aspectos que ellos consideren indispensables para presentar su informe escrito. Recuerden que en el anexo 2 encontrarán información sobre los diferentes apartados que constituyen un informe escrito bien estructurado.
- ▀ La presentación de su trabajo puede ir acompañada de los experimentos que utilizaron para purificar el agua, de un cartel o tríptico que muestre todo el trabajo realizado, de un periódico mural en donde todos los equipos expongan sus proyectos, o de una campaña en la que divulguen la forma en que es posible ahorrar agua. Decídanlo todos juntos.
- ▀ Elaboren una presentación en la que expongan y analicen los resultados obtenidos, reúnanse con los demás equipos y —coordinados por su docente— expongan sus experiencias a lo largo del desarrollo del proyecto, lo que les gustó, lo que no y lo que aprendieron de la experiencia. Reflexionen también sobre lo que es posible mejorar en los próximos proyectos.



Figura 1.34 Sea en sobres, carpetas o fólderes, observen un orden para guardar todos los documentos que usarán para elaborar el informe final de su proyecto. Esto agilizará el proceso y evitará pérdidas de información.

Ahora que has presentado el resultado de todo tu trabajo en este proyecto, es momento de que reflexiones sobre la forma en que lo has desarrollado, tanto individualmente como en parejas y en equipo. Para ello, te sugerimos completes la siguiente tabla.

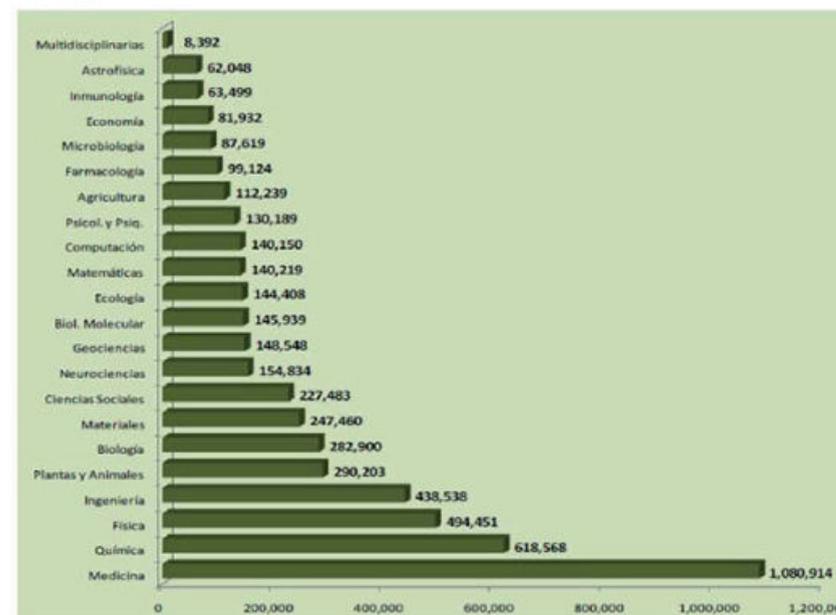
	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
En el trabajo individual				
Organicé y recopilé cada una de las actividades que fui desarrollando a lo largo de cada tema y que podrían sernos útiles para armar nuestro proyecto.				
Fui capaz de compartir con los integrantes de mi equipo la información que recibí durante cada uno de los temas que fue relevante para la realización de nuestro proyecto.				
En las actividades realizadas en parejas				
Me organicé con mi pareja para buscar información de manera que cada uno de nosotros se enfocara en cuestiones diferentes.				
Compartí con mi pareja la información recabada; entre los dos la seleccionamos y decidimos cuáles eran las cuestiones más importantes que debíamos incluir en nuestro trabajo.				
En las actividades realizadas en equipo				
Fuimos capaces de ponernos de acuerdo para elegir un tema, escuchando y respetando siempre las opiniones de los demás.				
Respetamos el cronograma de trabajo acordado al inicio del proyecto.				
Llegamos a un acuerdo sobre la manera en que se presentaría el trabajo final.				
Contribuimos todos de manera equitativa en la organización, la planeación y el desarrollo de todo el trabajo.				



Es momento de que pongas en práctica todo lo aprendido a lo largo del bloque, ahora de manera individual, de forma que tu docente pueda evaluar tus avances en conocimientos, habilidades y actitudes. Contesta las preguntas o lleva a cabo las actividades según las instrucciones.

La ciencia y la tecnología en el mundo actual

La época contemporánea está marcada por un sinfín de avances científicos y tecnológicos que han sido tanto beneficiosos como dañinos para la humanidad. Entre los siglos xx, xx y comienzos del xxi, la ciencia y la tecnología han sido capaces de satisfacer la gran mayoría de las necesidades del ser humano, además de contribuir a crear una civilización y una cultura. Como ejemplo, observa la gráfica, donde se muestra en qué áreas científicas se ha producido más conocimiento en los últimos ocho años a nivel mundial.



(Fuente: Institute for Scientific Information, 2010).

Pregunta 1.1

Identifica cuáles son las dos áreas de mayor producción de conocimiento anual y da una razón (basada en los datos que vienen en la gráfica y en lo que has aprendido en esta unidad) por la que estas dos áreas son tan productivas con respecto a otras del entorno científico-tecnológico.

Pregunta 1.2

A lo largo de estos años en la secundaria has conocido diferentes áreas de la ciencia y la tecnología que seguramente te han llamado la atención. Con base en la gráfica, ¿qué área de estudio científico-tecnológico crees que son las más importantes para el México actual? Justifica tu respuesta con uno o dos argumentos.

Para difundir los logros de la ciencia y la tecnología, los diferentes medios de comunicación han distribuido la información y creado en la mayoría de las personas una idea moderna de lo que es la ciencia y la tecnología en la actualidad. Sin embargo, hay una parte oscura del desarrollo; a esos enormes beneficios han podido acceder sólo algunos sectores de la población, lo que ha generado diferencias sociales y económicas en México y en todo el mundo. Colateralmente, se han propiciado innumerables problemas y daños irreversibles en los ecosistemas, como el deterioro de la capa de ozono, la contaminación ambiental, la destrucción de millones de hectáreas de bosques y el exterminio de flora y fauna.

Pregunta 1.3

La ciencia y la tecnología deberían estar más asociadas al crecimiento y desarrollo de los países. ¿Cuál crees que sea el principal problema por el que esto es difícil en países como México?

- A** Porque en México no hay suficientes jóvenes para estudiar carreras científicas.
- B** Porque el estudio y el desarrollo de conocimiento científico-tecnológico requiere de inversión económica y ésta no ha sido suficiente en las últimas décadas.
- C** Porque en México somos mejores para las humanidades que para las ciencias.
- D** Porque las ciencias son muy difíciles y se necesitan muchos años de estudio.

Pregunta 1.4

Actualmente sabemos, y hemos demostrado científica y tecnológicamente, que existen muchas alternativas para solucionar varios de los problemas que se mencionan en el texto anterior. Entre estas medidas está la de usar fuentes de energía alternativa, como emplear biocombustibles (en lugar de petróleo) para obtener energía. Explica qué papel crees que tiene la química para resolver algunos de los problemas que enfrentamos como país y como planeta.

Mantequilla

La mantequilla es un material con un punto de fusión entre los 28-32 °C. Es de color amarillo y se trata de un alimento que está formado por agua y grasa en una proporción de 80 partes de grasa por cada 20 de agua. Se trata de un alimento muy calórico y por lo tanto debe consumirse con moderación.

Pregunta 2.1

En todo lo que nos rodea puedes reconocer algunas propiedades que te ayudan a determinar de qué tipo de material se trata. Con base en lo que aprendiste en este bloque, la mantequilla:

- A** Es una mezcla de agua en grasa.
- B** Es una sustancia pura, al verse homogénea.
- C** La grasa y el agua no se mezclan, por lo tanto no puede ser mezcla.
- D** Al tener agua, la mantequilla pueden considerarse un material contaminado.

Pregunta 2.2

Observa ahora la siguiente tabla y explica a continuación. ¿Por qué la mantequilla tiene diferente estado de agregación en un mediodía de invierno en la Ciudad de Monterrey o en Tuxtla Gutiérrez, si se deja fuera del refrigerador?

	Ciudad de Monterrey	Ciudad Tuxtla Gutiérrez
Temperatura máxima promedio en invierno	22 °C	30 °C
Temperatura mínima promedio en invierno	9 °C	16 °C

Pregunta 2.3

Da el nombre del proceso que sucede cuando se deja la mantequilla a la intemperie en Tuxtla Gutiérrez y elabora un modelo del fenómeno a partir de un dibujo.

La contaminación en los canales de Xochimilco

Botellas de plástico, bolsas repletas de desperdicios, cascajo, pero sobre todo lirio acuático, ocupan la mayoría de los canales de la zona lacustre de Xochimilco, al sur del Distrito Federal.

Desde hace varios años, estos canales sufren varios daños ecológicos, ocasionados por basura y desechos químicos, lo que está poniendo en alto riesgo al ecosistema y al desarrollo cultural de la región, que en 1987 fuera nombrada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

Desde hace varios años se han realizado numerosos estudios para medir los niveles de contaminación en la zona turística de los canales y en la región chinampera. Estas investigaciones se centraron en el impacto ambiental en agua por medio de indicadores microbiológicos y físicos, y mediante la determinación de presencia de iones de metales pesados o tóxicos derivados de la actividad industrial, como mercurio, plomo, bario, cromo y níquel, entre otros. Otros contaminantes que son arrojados o se desarrollan en los cuerpos de agua de la zona son bacterias y virus provenientes de desechos orgánicos; además, hay sustancias químicas orgánicas como plaguicidas y detergentes. Existen proyectos de rescate y mejora de las condiciones del agua de esta zona llevados a cabo por universidades, con la finalidad de restablecer las condiciones mínimas que garanticen la conservación del ecosistema y su biodiversidad.

Pregunta 3.1

¿Qué contaminantes del agua de Xochimilco son de tipo químico?

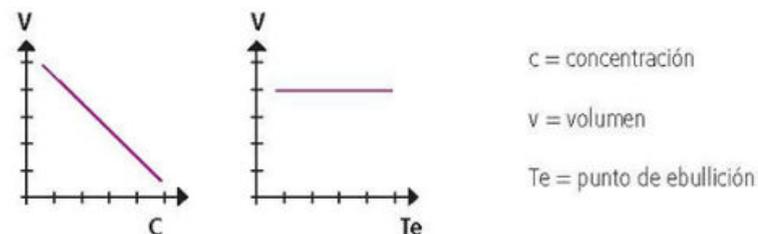
- A Bacterias y virus
- B Botellas y bolsas de plástico
- C Metales pesados y plaguicidas
- D Exceso de lirio acuático

Pregunta 3.2

De continuar la contaminación y sus problemas derivados, se podría llegar al extremo de que Xochimilco sea excluido de la Lista de Patrimonio Mundial. A continuación se mencionan dos motivos por los cuales las instancias internacionales podrían tomar esta decisión. ¿Son científicas estas razones? Rodea con un círculo Sí o No para cada caso.

Razón	¿Es una razón científica?
Dejar de ofrecer las condiciones de belleza y diversidad cultural que se tenían hace tres décadas.	Sí / No
Poner en riesgo el equilibrio del ecosistema y la supervivencia de especies debido a los altos índices de contaminación.	Sí / No

Observa las siguientes gráficas y deduce si se trata de una propiedad intensiva o extensiva.

**Pregunta 4**

El lodo es una mezcla de tierra y agua. Si llenas un frasco de vidrio con lodo, al principio la tierra se encuentra distribuida de manera uniforme en el agua. Si la dejas reposar, al cabo de un tiempo la mezcla se va separando y parte del lodo va quedando en el fondo del recipiente.

- ¿Cuál de los componentes de la mezcla es la fase dispersa y cuál la fase dispersante?
- De qué tipo de mezcla se trata: ¿homogénea o heterogénea? ¿Por qué?
- ¿Cómo la separarías? Describe dos métodos distintos para hacerlo y explica cuál crees que sería el más confiable.

Pregunta 5

a) Calcula la concentración en porcentaje de una disolución en la que se han disuelto 50 mL de alcohol en 70 mL de agua.

En esta disolución, ¿qué porcentaje en volumen es alcohol y qué porcentaje es agua?

¿Cómo convertirías tu cálculo en porcentaje a partes por millón?

¿Cuándo tiene sentido y qué ventajas tiene medir la concentración en partes por millón?

b) Necesitas hacer una disolución de sal al 20% en agua y otra al 35%. ¿Qué cantidad de cada componente tienes que usar en cada caso?

¿Si pudieras probarlas con los ojos cerrados, podrías identificarlas? ¿Por qué?

Pregunta 6

De acuerdo a la lectura de Lavoisier que realizaste, sabrás que en su célebre experimento, él pesó una porción de estaño, la metió en un frasco que también había pesado, lo cerró y calentó todo hasta que el metal quedó visiblemente calcinado. Después de enfriarlo comprobó que el sistema no había perdido ni había ganado masa, entonces rompió la punta del frasco.

• ¿Qué ocurrió al romper el frasco?

• ¿Cuál fue la importancia de pesar todo el material que usó?

• ¿Por qué utilizó un sistema cerrado?

• ¿Qué se deduce de este experimento?

Autoevaluación

Reflexiona sobre lo que has aprendido en este bloque. Y después marca el cuadro que describa mejor cómo te sientes con respecto a cada aprendizaje esperado.

1. Puedo hacerlo.
2. Tengo idea, pero no lo domino.
3. No puedo hacerlo.

Contenido	1	2	3
• Identifico las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.			

Contenido	1	2	3
• Analizo la influencia de los medios de comunicación y las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología.			
• Clasifico diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifico su relación con las condiciones físicas del medio.			
• Identifico las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales.			
• Explico la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramientas que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.			
• Identifico los componentes de las mezclas y las clasifico en homogéneas y heterogéneas.			
• Identifico la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.			
• Deduzco métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.			
• Identifico que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no sean perceptibles a simple vista.			
• Identifico la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm).			
• Identifico que las diferentes concentraciones de un contaminante, en una mezcla, tienen distintos efectos en la salud y en el ambiente, con el fin de tomar decisiones informadas.			
• Argumento la importancia del trabajo de Lavoisier al mejorar los mecanismos de investigación (medición de masa en un sistema cerrado) para la comprensión de los fenómenos naturales.			
• Identifico el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones producidas por el contexto cultural en el cual se desarrolla.			
• A partir de situaciones problemáticas planteo premisas, supuestos y alternativas de solución, considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa.			
• Identifico, mediante la experimentación, algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar.			
• Argumento y comunico las implicaciones sociales que tienen los resultados de la investigación científica.			
• Evalúo los aciertos y debilidades de los procesos investigativos al utilizar el conocimiento y la evidencia científicos.			

Las propiedades de los materiales y su clasificación química



Competencias que se favorecen

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

Aprendizajes esperados

Al terminar el estudio de este bloque, el alumno:

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

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.

Clasificación de los materiales

Observa por un momento a tu alrededor. Desde tu propio cuerpo, la ropa que usas, los alimentos que consumes y tu casa, con todos sus componentes. Todos tienen algo en común, están formados por materiales. Algunos son puros, como el oro de un anillo o el almidón proveniente de la fécula de maíz, a estos materiales los llamamos sustancias. Otros son mezclas, como el café con leche, el cuero de un zapato o la madera de la que está hecha la silla donde te sientas. El cemento, el acero inoxidable, el agua que bebes y hasta el aire que respiras también son mezclas. Como puedes imaginar, todo lo que forma tu cuerpo también se clasifica en sustancias puras, como el carbonato de calcio de tus huesos, o en mezclas —algunas sumamente complejas—, como la sangre.

Lo que pienso

- ¿Puedes identificar otros materiales a tu alrededor además de los mencionados?
- ¿Crees que estén formados por sustancias o por mezclas?
- ¿Es sencillo reconocer esta diferencia?
- ¿Por qué?

Modelos de materiales

Para ti no es novedad representar la materia por medio del modelo de partículas, ya que es algo que aprendiste en Ciencias 2. En la figura 2.1, las partículas representan átomos y moléculas en muestras de **sustancias puras** (elementos o compuestos) o mezclas. Obsérvalas y decide de qué se trata cada una. Al terminar representa en tu cuaderno los siguientes materiales:

- Agua pura (compuesto)
- Helio (elemento)
- Mezcla de agua con helio

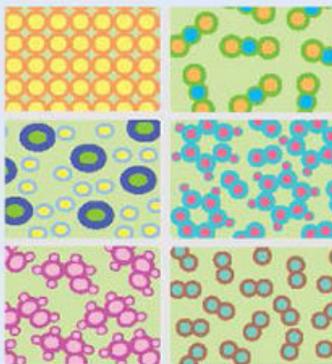


Figura 2.1 Modelos de partículas de mezclas y sustancias puras.

Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

Las sustancias puras son parte de las mezclas. ¿Qué distingue a las mezclas de las sustancias? Como seguramente te diste cuenta en la actividad anterior, los modelos representan claramente que, a diferencia de los elementos y los compuestos, en las mezclas no existe sólo un tipo de partículas. En las mezclas no es posible hablar de una sola sustancia, sino de dos o más que se han puesto en contacto y entre las cuales sólo hay interacción física, es decir, no reaccionan entre sí. Si del punto anterior retomamos las experiencias sobre las distintas formas que tenemos para clasificar materiales, probablemente tendríamos más problemas para poder separar a simple vista las mezclas de las sustancias (figura 2.2), ya que no siempre es fácil reconocer a nivel macroscópico si algo está puro o mezclado.



Figura 2.2 En cualquier hogar encontramos muestras de productos que son mezclas, como los limpiadores, los vinagres o los aceites (en general, los aceites comestibles son una mezcla de triglicéridos y ácidos grasos libres). El azúcar es ejemplo de un compuesto, es decir, es un material puro.

Los materiales pueden clasificarse

Ahora ya hemos identificado que a nuestro alrededor hay numerosos tipos de materiales. Algunos sólidos como el acero o el granito, líquidos como el agua de la llave o la acetona para despintar las uñas y gaseosos como el dióxido de carbono o el helio para inflar globos. Podemos entonces reconocer, en primera instancia, que los materiales pueden clasificarse, por ejemplo, considerando su estado de agregación, según sea el grado de condensación de las partículas que los forman. Ahora bien, ¿cuál sería otro método de clasificación? Por ejemplo, en tu casa no guardarían nunca el polvo matahormigas junto al aceite de cocina, ni tampoco es probable que guarden los objetos de vidrio junto con los de metal, la gelatina junto a la sal, por dar algunos ejemplos.

Glosario

Sustancia: material formado por un solo tipo de partícula (ya sea átomo o molécula). Se llama sustancia a la forma de materia que tiene una composición definida o constante, todas las sustancias son materiales puros que tienen propiedades que los distinguen.

Actividad

¿Bajo qué criterio?

Piensa por un momento cómo se organizan los productos que se consumen en la cocina y el baño de tu casa (figura 2.3). Elabora un diagrama en el que anotes qué tipo de cosas se almacenan en cada lugar y analiza el criterio principal por el cual se hace así. Luego elabora una lista de al menos cinco productos presentes en cada gabinete o lugar de almacenaje. De acuerdo con lo que sabes hasta ahora, ¿cuáles son sustancias?, ¿cuáles son mezclas?, ¿cómo puedes averiguar qué son o qué contienen?, ¿tiene una lógica clara la manera en que se almacenan los productos en tu casa?, ¿se toma en cuenta la seguridad? De no ser así, ¿qué les sugerirías a los miembros de tu familia para mejorar?



Figura 2.3 Los materiales, ya sean mezclas o sustancias, se clasifican bajo muchos criterios. ¿Cómo se clasifican las sustancias de uso doméstico en tu casa?

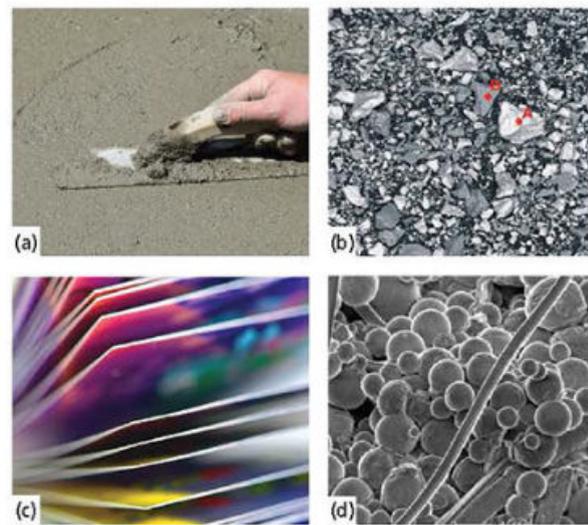


Figura 2.4 A simple vista, el cemento (a) parece ser un material homogéneo; si lo observamos detenidamente en el microscopio (b), vemos que se trata de una mezcla sólida de unas partículas dispersas en otras. Lo mismo sucede en el papel: las hojas suelen ser superficies lisas (c), pero están compuestas por numerosas fibras de distintas formas (d).



Figura 2.5 Las disoluciones acuosas —como los enjuagues nasales y bucales— son sumamente importantes en la industria química farmacéutica, entre otras.

de disoluciones acuosas entran en juego varios factores, como son la solubilidad del soluto en el agua y la temperatura a la que se lleva a cabo el proceso de disolución.

Por cierto

El término solubilidad se refiere a la capacidad de una sustancia (soluto) para disolverse en otra, siempre más abundante (disolvente); es una medida que corresponde a la máxima cantidad de soluto disuelto en una cantidad dada de disolvente a una temperatura fija. En ese punto se dice que la disolución es saturada, porque ya no se disuelve más soluto. La solubilidad suele expresarse en g/100 ml. de disolvente. Por ejemplo, la solubilidad del azúcar (sacarosa) en agua es muy grande (se considera infinita), mientras que la solubilidad de cloruro de sodio en agua (sal común) es de 36 gramos del sólido por cada 100 ml. de agua a 25°.

Cuando pasamos del hogar al laboratorio de química —y como siempre se procede en ciencia—, si queremos hacer clasificaciones válidas, tenemos que observar y medir cuidadosamente para reconocer las características y propiedades de cada material a estudiar y clasificar. En ocasiones, es posible distinguir los componentes de una mezcla con sólo observarla detenidamente; es decir, podemos diferenciar entre cada una de las sustancias que se mezclaron, como en el caso de la arena mezclada con trozos de metal. Pero otras veces, lo que parece ser un material puro, visto más de cerca o a través de un instrumento de aumento, resulta ser una mezcla de partículas diferentes finamente divididas y puestas en contacto muy cercano (figura 2.4). Recuerda que, en el bloque anterior, aprendiste que las mezclas se dividen en homogéneas y heterogéneas, dependiendo del número de fases o partes distinguibles que se tengan presentes.

Disoluciones acuosas

Un tipo de mezcla homogénea muy importante, no sólo para los químicos, sino también para los biólogos y los médicos corresponde a las disoluciones acuosas (figura 2.5), ya que, como viste en Ciencias 1, todas las funciones metabólicas de los organismos se llevan a cabo gracias al agua presente en las células y tejidos. El agua es el medio donde se disuelven y se transportan todos los nutrientes. Es por ello que muchas medicinas, como sueros e inyectables, consisten en disoluciones acuosas. Para formar una disolución acuosa se requiere de cierta cantidad del componente en mayor proporción, es decir, el disolvente o agua, y una cantidad menor de soluto o sustancia a disolver. Como ya viste al final del bloque I, dependiendo de la cantidad de soluto que esté presente, cambia la concentración de la disolución. Ahora sabes también que en la formación

Sustancias puras: elementos y compuestos

Ahora ya sabes que, al separar una mezcla, lo que obtienes, tarde o temprano, son elementos y compuestos químicos. ¿Qué hace que estos dos tipos de materiales se consideren puros? Ha llegado el momento de saber que un elemento es un tipo de sustancia pura que no puede descomponerse o separarse en otras sustancias más simples por medio de métodos químicos. Las partículas que forman a los elementos son los átomos, cuyos modelos ya conociste en el curso pasado de Ciencias 2 (figura 2.6).



Figura 2.6 Los átomos no pueden ser vistos directamente con ningún aparato de aumento; son tan pequeños que sólo se obtienen imágenes indirectas, interpretadas por computadoras. En la imagen a) mineral de cobalto, b) vista microscópica de sus cristales y c) átomos de cobalto captados con un microscopio de tunelaje.

Por otro lado, los compuestos muestran estructuras diferentes, de acuerdo con la manera en que se unen los **átomos** al formarlos (figura 2.7). Dentro de la clasificación de los compuestos están las **moléculas**, como las del agua o el dióxido de carbono. Los compuestos moleculares pueden estar en los tres estados de agregación, como es el caso del agua. En cambio, los **compuestos reticulares**, como el cloruro de sodio o el **cuarzo**, son siempre sólidos a temperaturas menores a 700 °C. Un compuesto puede descomponerse o separarse en los elementos individuales que lo forman por medio de reacciones químicas (lo que lograron los hombres de las cavernas al separar el cobre del mineral verde llamado malaquita). Otra forma de separar los elementos de un compuesto es por medio de electricidad, en un proceso químico conocido como electrólisis, que veremos más adelante.

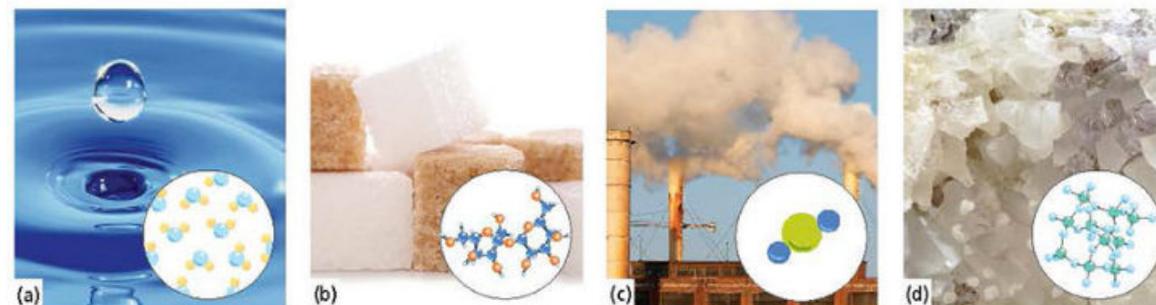


Figura 2.7 En las fotos se aprecian diferentes compuestos a nivel macroscópico y, en el dibujo, a nivel microscópico. Algunos son moléculas como el agua, a); la sacarosa del azúcar b) y el dióxido de azufre que sale de la chimenea c), mientras que otros son redes, como la de los cristales de cuarzo, d).

Glosario

Átomos: mínima porción que puede existir de un elemento. Están constituidos por un núcleo y electrones; en el núcleo se encuentran protones y neutrones, los cuales a su vez se componen por partículas elementales llamadas quarks.

Moléculas: mínima porción representable de un compuesto. Las moléculas están formadas por átomos que se unen mediante diferentes tipos de enlaces químicos.

Compuestos reticulares: los compuestos reticulares son muy duros y presentan elevados puntos de fusión y ebullición. En ellos, no existen moléculas individuales, se trata de estructuras tridimensionales de átomos formando redes cristalinas.

Cuarzo: mineral compuesto de dióxido de silicio.

Disociación del agua

En internet u otras fuentes investiga en qué consiste la electrólisis del agua y averigua qué se forma de esta reacción química que descompone al agua en los elementos que la forman. Entra después a la siguiente liga de videos en internet: <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/713-electrolisis-del-agua> (consultada el 8 de noviembre de 2016) (figura 2.8) y observa con atención el experimento que se muestra. Si comprendiste bien lo que es la electrólisis, te será fácil explicar con tus palabras y escribir en tu cuaderno lo que estás observando en la pantalla. Si no encuentras esta página, entra a tu buscador y escribe las palabras: videos electrólisis, ahí te aparecerán algunas otras opciones del mismo experimento.

Al terminar contesta en tu cuaderno las preguntas que aparecen a continuación; después coméntalas en tu salón de clases con tu docente y tus compañeros.

1. ¿Qué ocurre en el experimento?
2. ¿Qué se desprende de cada terminal (electrodo) de la pila?
3. ¿Qué piensas que está ocurriendo con el agua? ¿Puedes hacer el experimento tú mismo? ¿Qué necesitas?
4. Si la electricidad hubiera sido empleada en la época de Lavoisier, ¿de qué manera hubiera ayudado en sus descubrimientos?



Figura 2.8 Con este experimento se comprueba que el agua es un compuesto formado por la unión química de dos elementos.

¿Qué tan pura es el agua que bebemos? ¿Por qué confiamos más en el agua embotellada que en el agua que sale de cualquier grifo en las casas o en los restaurantes? ¿Es el agua pura de una botella realmente una sustancia o sigue siendo una mezcla? Piensa en ello y comenta con tus compañeros sobre el derecho que tenemos todos los seres humanos al agua como parte fundamental de nuestra vida.

La pureza como criterio de clasificación

Como has podido ver en química, una de las formas más útiles para realizar una clasificación es la de tomar la **pureza** como punto de referencia. En la naturaleza, los materiales casi siempre se presentan en forma de mezclas, es decir, raramente encontramos un **compuesto** o un **elemento** puro. Cuando a una mezcla le aplicamos algún método de separación, podemos obtener sus componentes por separado, o sea, las sustancias puras (figura 2.9).

Cuando a una sustancia pura compuesta se le aplica algún método químico de separación (reacciones o interacciones a nivel molecular con la energía eléctrica, térmica o luminosa), lo que se obtiene es la separación en sus elementos, como lo que viste sobre la electrólisis en la actividad anterior.

A lo largo de la historia esta forma de clasificación para las mezclas, compuestos y elementos ha permitido que los alquimistas primero y los químicos después pudieran reconocer, clasificar y separar los componentes de cientos de miles de mezclas, millones de compuestos y, curiosamente, sólo un número de elementos cercano a la centena. Así es, todo lo que nos rodea está formado de las distintas combinaciones químicas y físicas de aproximadamente 100 “ladrillos” químicos: los **elementos** (de los que se tratará con mayor detalle en el siguiente tema).



Figura 2.9 Las piedras preciosas se encuentran mezcladas en el mineral. Hay que extraerlas (a), separarlas cuidadosamente (b) y por último pulirlas para que luzcan como en la última foto (c). En este caso partimos de una mezcla para llegar, por métodos físicos, a la obtención del elemento carbono en su forma más pura, el diamante.

Revisando lo aprendido

Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara lo que resolviste con tu nueva visión. ¿En qué se parecen? ¿En qué son diferentes?

Explica con tus propias palabras el significado de los términos clave: mezcla, mezcla homogénea, mezcla heterogénea, sustancia pura, elemento y compuesto. ¿Identificaste otros términos importantes en la secuencia? Agrégalos a tu diccionario científico.

En tu cuaderno escribe, con frases completas en textos breves, las principales ideas que ahora forman parte de tus conocimientos, por ejemplo:

- ▶ Los materiales que nos rodean están formados por...
- ▶ Los materiales pueden clasificarse con base en diferentes criterios como son...
- ▶ Las sustancias puras están formadas por...

Avance de proyecto

Busca información para el proyecto de final de bloque utilizando diversos medios (entrevistas, periódicos, libros, internet). En grupo analízala y selecciona aquella que sea relevante para tu trabajo. ¿Por qué es importante contar con estos datos? ¿Necesitas más información? ¿Dónde se puede conseguir? Comparte tus resultados con tu docente y con los demás equipos. Toma nota de ello en tu bitácora.

Saber más

En los siguientes libros, revistas y páginas de internet puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- Chamizo J. A. y Garritz A., *Química terrestre*, México, FCE, 1993 (La ciencia desde México/97).
- Córdova, J. L., *La química y la cocina*, México, FCE, 2000 (La ciencia para todos/93).
- García, H. y García, L., *La química y el arte*, México, ADN Editores-CONACULTA, 2007.
- Martínez A., *Cien preguntas y cien respuestas sobre materiales*, México, Terracota/UNAM, 2011 (Claves Universitarias 2).
- Magloff, L. editora, *Experimentos científicos: Usar los materiales*. Vol. 9. España, Editorial Evergraficas, S.L. 2002.
- Magloff, L. editora, *Experimentos científicos: Dentro de la materia*. Vol. 5. España, Editorial Evergraficas, S.L. 2002.

Revistas:

- Uruchurtu, G., "La extravagancia del agua", en *¿Cómo ves?*, México, septiembre de 2004, núm. 72.
- Martín Reina, D., "Invisibilidad a la vista", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 2009, núm. 74.

Páginas de internet:

- Portal del Proyecto Newton, proyecto educativo, perteneciente al INTEF, especializado en recursos educativos para la materia de Física y Química. La materia y la energía <http://goo.gl/hH5Pxt> (consultada el 8 de noviembre de 2016).
- Portal del Proyecto Newton, proyecto educativo, perteneciente al INTEF, especializado en recursos educativos para la materia de Física y Química. Sustancias puras y mezclas <http://goo.gl/tul.dEQ> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

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).

Estructura de los materiales

Cuando los humanos descubrieron el fuego, aprendieron pronto a usarlo para cocinar. En alguna de las fogatas, el fuego alcanzó alguna roca de color verde y, curiosamente, al quemarse, de la roca salió un líquido de brillo metálico rojizo que al enfriarse dejó a la vista la primera pieza de cobre. Esto los animó a fundir también las rocas rojas —y así separaron hierro— o a cocinar el barro, y de esta forma obtener ladrillos. Poco después hubo individuos que se cuestionaron la estructura y composición de las cosas y los seres vivos que nos rodean, lo cual nos ha llevado poco a poco al mundo que tenemos hoy.

En Ciencias 2 estudiaste algunos conceptos relevantes sobre la estructura de la materia. Por medio del **modelo** de partículas primero, y del modelo atómico después, pudiste comprender cómo fue que los filósofos y luego los científicos trataron de explicar el comportamiento de todo lo que nos rodea.

Ahora recordaremos brevemente cuáles fueron las evidencias físicas y químicas que los llevaron a plantear modelos cada vez mejores para describir la estructura de las pequeñísimas partículas que lo forman todo. ¿Cómo y de qué están formados los materiales de las cosas o seres vivos con los que coexistimos diariamente? ¿Por qué algunos materiales son tan suaves y frágiles como las plumas de las aves y otros, firmes y duros como los metales que conforman los cubiertos con los que comemos? ¿Es sencillo saberlo? ¿Por qué?

Glosario

Modelo: representación sencilla de un objeto o proceso que no es fácil de explicar o manipular. Por ejemplo, un globo tenático es un modelo a escala de la Tierra.

Lo que pienso

¿Qué evidencias experimentales crees que te pueden dar idea de cómo es la materia, de cómo es su estructura?

Construyendo la idea de materia

Las ideas modernas de cómo está constituida la materia surgieron en los siglos XVIII y XIX, cuando no existían los poderosos instrumentos de medición con los que contamos en la actualidad; sin embargo muchas cosas pudieron investigarse entonces.

Propósitos

Plantear un modelo que explique ciertos comportamientos de la materia.

Material

Una guayaba o plátano muy maduros
Una bolsa de papel
Un globo
Una caja de plástico con tapa hermética
Esencia de vainilla o de almendra
Colorante vegetal
Agua
Gotero

Procedimiento

Parte I

- Coloca la guayaba o el plátano dentro de la bolsa de papel a unos dos metros del lugar donde vas a realizar las otras actividades. Anota en tu cuaderno a qué huele ahora el aire en el lugar que te encuentras. Predice a qué olerá el aire dentro de un rato.
- Al término de los siguientes experimentos (en unos 15 minutos) vuelve a anotar a qué huele el aire a tu alrededor.

Parte II

- En un vaso transparente con agua a temperatura ambiente coloca dos o tres gotas de colorante vegetal. No agites el vaso y predice: ¿se mezclará el colorante en el agua si dejamos pasar un rato (unos 15 minutos)?
- Al cabo de este tiempo observa nuevamente el vaso y anota los resultados en la tabla.

Análisis de los resultados

Copien la tabla 2.1 en su cuaderno y anoten tanto sus predicciones como los resultados. Traten de explicar en la parte correspondiente lo que sucedió.

Tabla 2.1 Predicciones y resultados

Parte	Predicción	Resultado	Explicación
Parte I			
Parte II			

Modelen

¿Cómo explicarían a nivel microscópico lo que sucedió en cada caso? ¿Cómo tiene que ser la materia para que sucediera lo que ocurrió en cada uno de los experimentos? Elaboren dibujos de cómo creen que se vería cada proceso si tuviéramos unos lentes a través de los cuales se pudiera observar la materia a nivel submicroscópico, es decir, a nivel atómico.



ELEMENTS	
Hydrogen 1	Strontian 86
Azote 5	Barytes 68
Carbon 5	Iron 56
Oxygen 7	Zinc 66
Phosphorus 9	Copper 56
Sulphur 13	Lead 90
Magnesia 20	Silver 190
Lime 24	Gold 190
Soda 28	Platina 190
Potash 42	Mercury 167

Figura 2.10 Retrato de Dalton y los símbolos que inventó para los elementos químicos que se conocían en su época.

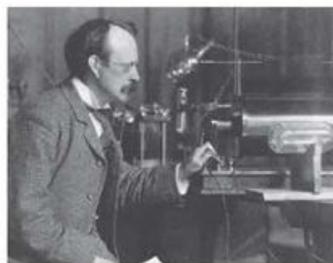


Figura 2.11 John Joseph Thomson trabajando con el tubo de rayos catódicos.

Glosario

Partículas alfa: son núcleos que están formados por dos protones y dos neutrones. Como no tienen electrones, su carga eléctrica es positiva.

Modelo atómico de Bohr

Los modelos atómicos previos

Leucipo y Demócrito fueron los dos filósofos griegos que postularon la idea de la materia formada por pequeñas partículas. Siglos después, Aristóteles planteó la teoría de los cuatro elementos (agua, tierra, aire y fuego) que, por muchos siglos, se mantuvo vigente y alimentó las ideas alquimistas del mundo antiguo, de la Edad Media y hasta finales del siglo XVIII. Fue a partir de los experimentos de científicos como el investigador irlandés Robert Boyle (1627-1691), el químico y biólogo francés Antoine Lavoisier (1743-1794) y de muchos seguidores como el químico y farmacéutico francés Joseph Proust (1754-1826) que se empezaron a considerar nuevamente las ideas atomistas de los griegos, ya que las evidencias obtenidas de los resultados de sus experimentaciones apuntaban nuevamente a considerar seriamente esta concepción de la materia. Específicamente, el químico inglés John Dalton (1766-1844) (figura 2.10) fue quien, a través de la medición y observación metódica y sistemática de cientos de reacciones químicas, llegó a la conclusión de que los elementos químicos tenían que estar formados por átomos de características equivalentes y diferentes con respecto a los de otros elementos. A partir de estas ideas Dalton postuló su modelo a la comunidad científica de su tiempo. Dicho modelo estaba basado en cuatro postulados.

1. Todos los elementos están formados por partículas indivisibles iguales entre sí, llamadas átomos.
2. La masa de todos los átomos que constituyen una muestra de elemento es igual para todos ellos.
3. Los átomos de elementos diferentes tienen masas distintas.
4. Los compuestos se forman por medio de reacciones entre elementos, pero los átomos permanecen indivisibles, independientemente que tan violento sea el cambio químico.

Pasaron varias décadas hasta que se tuvieron más evidencias sobre la estructura de los átomos, y en particular, tuvieron que aparecer los primeros experimentos realizados por los científicos de finales del siglo XIX sobre la electricidad. Personajes como el científico inglés Michael Faraday (1791-1867) y el químico inglés William Crookes realizaron estudios sobre las propiedades de la electricidad en diferentes medios. Fue finalmente el físico inglés John Joseph Thomson (1856-1940) quien, mediante el tubo de rayos catódicos (figura 2.11), puso en evidencia que en los átomos había partículas de carga negativa que podían desprenderse de los átomos bajo ciertas condiciones. A estas partículas las llamó electrones. Él mismo planteó un modelo en el que los electrones debían estar suspendidos en una masa de carga positiva, de manera que la materia fuera neutra.

Años después, en el mismo laboratorio donde había trabajado Thomson, el neozelandés Ernest Rutherford (1871-1937) (figura 2.12) descubrió otra partícula presente en el interior del átomo. Llevó a cabo este descubrimiento gracias a que se hallaba interesado por el fenómeno de la radiactividad.

A los físicos de entonces les interesaba mucho conocer los efectos de la radiación sobre la materia, por lo que Rutherford decidió observar qué sucedía cuando una muestra metálica era bombardeada con las partículas radiactivas positivas (llamadas **partículas alfa**) emitidas por algunos minerales.

Al lanzar las partículas radiactivas (mucho más masivas y de carga positiva) sobre una delgada capa de oro, Rutherford observó que la gran mayoría de estas partículas radiactivas seguían de largo y que sólo algunas se desviaban; esto podía deberse sólo a que, con cierta frecuencia, se encontraran con alguna partícula dentro de los átomos con la misma carga. Rutherford llamó **protones** a las partículas positivas y postuló un modelo en el que los **electrones** giraran alrededor de los protones alojados en el núcleo o centro del átomo. Rutherford predijo también la existencia de otra partícula dentro del núcleo: el **neutrón**, algo que le confiere masa pero no carga a los átomos y de lo que hablaremos más adelante.

El modelo de Bohr

Pasaron algunos años más y el físico danés Niels Bohr (1885-1962) (figura 2.13), a partir de nuevas evidencias que se encontraban sobre el comportamiento de la materia y del desarrollo de las nuevas corrientes matemáticas de la física, planteó un nuevo modelo del átomo que tomaba en cuenta las consideraciones energéticas de las ondas de luz que emiten los elementos al ser calentados o expuestos a diferentes radiaciones de espectro electromagnético.

Desarrolló su modelo para el átomo de hidrógeno, al cual imaginó como un pequeño sistema solar, con el núcleo y su protón en el centro y el único electrón presente orbitando a su alrededor. Pero los electrones de los átomos no pueden dar vueltas en cualquier parte, sino solamente en ciertas regiones de determinado valor de energía. Sin entrar en detalle en las partes complejas de este modelo, baste decir que para los químicos es de gran utilidad, ya que pudo explicar el comportamiento químico de los átomos y las uniones o enlaces químicos, algo que no podían lograr los modelos anteriores.

Desde hace casi 100 años sabemos con certeza que los átomos están formados por un núcleo positivo, constituido por protones y neutrones, y por electrones que se mueven a su alrededor en regiones definidas llamadas órbitas o capas. Bohr predijo también un número máximo de electrones en cada capa, algo que dedujo de sus conocimientos de química. Bohr sabía que los elementos más estables conocidos son los gases nobles. Como hasta aquel momento no se conocía ningún compuesto formado por helio, neón, argón, ni ningún otro elemento de esta familia, dedujo entonces que estos elementos eran muy estables por el acomodo de sus electrones en cada órbita. Propuso entonces, con base en el número de electrones de cada gas noble, que:

- En la primera capa u órbita caben hasta dos electrones
- En la segunda órbita caben hasta 8 electrones
- En la tercera órbita hasta 18 electrones, etcétera

En todos los átomos hay **electrones internos y externos**. Los primeros son los que quedan más cercanos al núcleo a medida que se van llenando las capas u órbitas del modelo de Bohr. Los electrones externos son, por lo tanto, los que quedan más expuestos en la última capa. Puede haber desde un electrón externo hasta ocho máximo.

Fue el mismo Bohr quien se dio cuenta que de acuerdo con su propuesta, en todos los elementos se van integrando electrones de manera progresiva (desde el hidrógeno que tiene sólo uno hasta el elemento más pesado con más de 100) y que de su número de electrones y el acomodo de éstos en las capas del modelo, depende su estructura y comportamiento físico y químico.

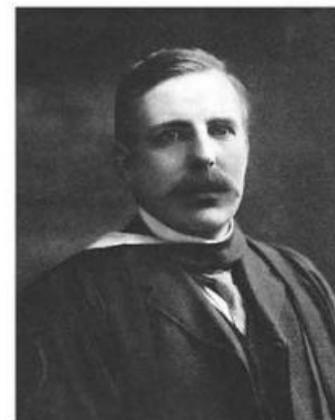


Figura 2.12 Ernest Rutherford descubrió el núcleo atómico y los protones.



Figura 2.13 Niels Bohr, el científico danés cuyo modelo de átomo explicó la formación de compuestos a partir de elementos.

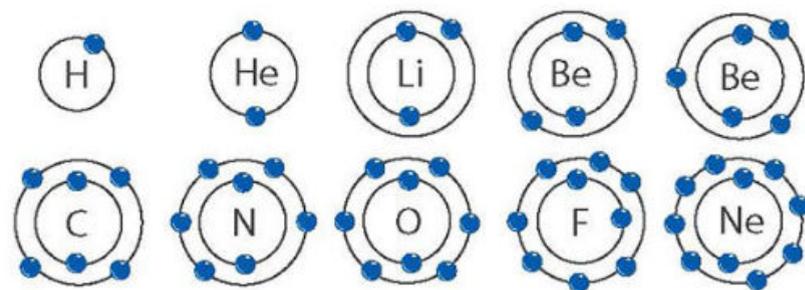


Figura 2.14 Representaciones de los electrones de valencia en las órbitas o capas de Bohr para los primeros 10 elementos. Nota que sólo el helio y el neón tienen capas llenas con dos y ocho electrones respectivamente.

A los electrones de la última capa de cada elemento se les llama **electrones de valencia**, por tratarse de aquellos que participan en las reacciones químicas y forman los compuestos (figura 2.14). Bohr dedujo que aquellos elementos que no tuvieran capa llena, tratarían de alcanzar esta condición al formar compuestos con otros elementos.

Fue él quien llamó electrones de **“valencia”** a los electrones externos, ya que la valencia era el término que usaban los químicos para describir cuántos enlaces formaban determinados elementos. Lewis era un magnífico químico orgánico y, por ello, trabajaba mucho con el carbono, elemento del que están formados todos los seres vivos. Él sabía que el carbono siempre funcionaba con una valencia de cuatro (figura 2.17) y —también de acuerdo con el modelo de Bohr— los electrones de valencia del carbono son cuatro, cinco para el nitrógeno, seis para el oxígeno, siete para el flúor, etcétera.

Para representar los electrones de valencia en cada elemento Lewis diseñó un sencillo modelo, asignar a cada uno un puntito. Para saber de qué se trata se escribe el símbolo del elemento químico y a su alrededor se dibujan los puntos. ¿Cómo se puede saber cuántos electrones de valencia tiene un elemento sin tener que dibujar su modelo de Bohr? ¡Muy fácil! Si observas los elementos químicos de la tabla periódica, están acomodados en grupos, de acuerdo con su número de electrones de valencia (figura 2.18).



Figura 2.16 Lewis asoció la valencia de los elementos con el número de electrones externos del modelo atómico.

ELECTRONES DE VALENCIA

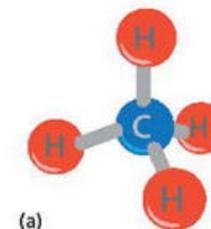
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
H	He																
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr										
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe										

Figura 2.18 En la tabla periódica, los elementos se acomodan de acuerdo con su número de electrones de valencia.

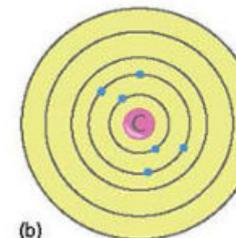
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
H	He																
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr										
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe										
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn										
Fr	Ra																

Figura 2.19 Representaciones de los electrones de valencia de acuerdo con el modelo de Lewis para los elementos representativos de la tabla periódica. Observa que todos los elementos de un mismo grupo o familia tienen el mismo número de electrones de valencia.

Cada columna de la tabla periódica representa una familia o grupo. Como puedes ver entonces, una característica muy importante de los elementos de un grupo o familia es que tienen el mismo número de electrones en la última capa u órbita del modelo de Bohr. Por ejemplo, en el grupo 1 o IA de la tabla periódica, todos los elementos, desde hidrógeno hasta el francio tienen un electrón de valencia. Los elementos de la familia 2 o IIA tienen dos electrones de valencia y así consecutivamente (figura 2.19).



(a)



(b)

Figura 2.17 En los compuestos orgánicos como el metano del dibujo (a), el carbono tiene cuatro electrones de valencia, como puede verse en el modelo de Bohr (b).

Modelos atómicos a lo largo de la historia

Con base en lo que has aprendido sobre los modelos atómicos y la observación de las ilustraciones siguientes, coloca en cada paréntesis la letra correspondiente al autor del modelo.

- Niels Bohr
- John Dalton
- John Joseph Thomson
- Ernest Rutherford

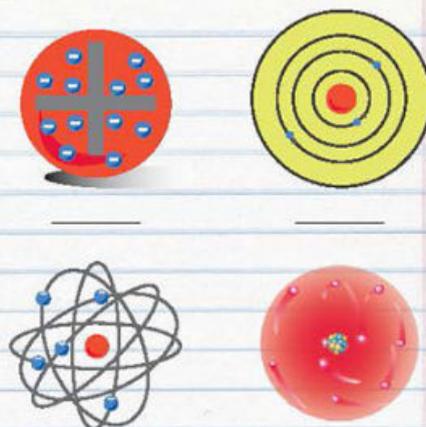


Figura 2.15 Cuatro modelos atómicos.

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

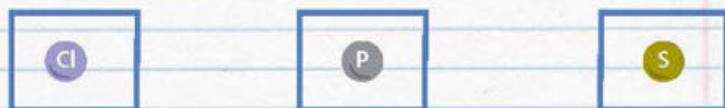
Gilbert N. Lewis (1875-1946) (figura 2.16) fue el químico estadounidense que inventó un método ingenioso para explicar la unión de los elementos químicos en la formación de compuestos. ¿Cuál fue la aportación de Lewis? En primer lugar, fue uno de los primeros químicos que consideró la importancia que tenía el modelo de Bohr para explicar la formación de compuestos.

Actividad

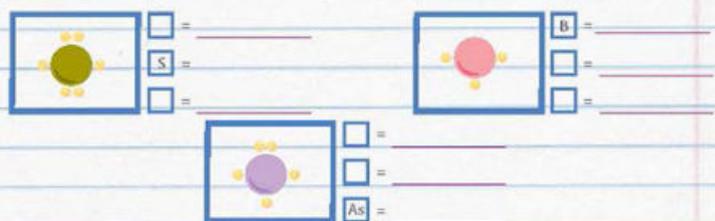
Los diagramas o modelos de Lewis

Apoyándote en lo que has aprendido del modelo de Lewis y utilizando una tabla periódica, realiza los siguientes ejercicios.

a) Observa el ejemplo y dibuja los electrones de valencia para los siguientes elementos, escribe su nombre en la línea de abajo.



b) Indica por lo menos dos elementos que puedan representarse de esa manera según el modelo de Lewis, colocando el símbolo del elemento que tiene el mismo número de electrones de valencia que el elemento del ejemplo.



Enlace químico

El enlace químico y la regla del octeto

Los compuestos químicos están formados por la unión de más de dos átomos diferentes. Por ejemplo, en el compuesto agua, la unidad más pequeña es la molécula de agua, formada por un átomo de oxígeno al que se unen dos átomos de hidrógeno; por lo tanto, su representación es H_2O . Pero no todos los compuestos están formados por moléculas. Existen muchas sustancias —por ejemplo, la sal común— que son compuestos iónicos, es decir, que están formados por la unión de dos iones (uno positivo de sodio, Na^+

y uno de cloro negativo, Cl^-), y en realidad en la sal y en este tipo de compuestos, estos iones se agrupan alternadamente en lo que se conoce como **redes iónicas**. Dicho de otra forma, hay compuestos formados por moléculas como el agua o el dióxido de carbono, y compuestos formados por redes iónicas integradas por muchísimos átomos, como el cloruro de sodio o sal común. Lewis descubrió que el modelo de Bohr era muy útil para explicar la formación de moléculas y, por lo tanto, de enlaces entre átomos, y pudo representar esta formación de enlaces de una manera muy accesible para los científicos de la época. Todo ello a partir de sus numerosas observaciones de cómo se comportan muchos elementos al formar compuestos entre ellos. Una regla muy importante que observó y que es indispensable conocer antes de desarrollar qué es un **enlace químico** es la **regla del octeto**.

Lewis observó la distribución de electrones externos alrededor del núcleo y pudo darse cuenta de la estabilidad de un elemento cuando tiene ocho electrones en su última órbita del modelo (como en los gases nobles), y de ahí propuso una regla muy útil en química, la **regla del octeto**, que establece lo siguiente:

“Una estructura molecular o de red es mucho más estable cuando cada átomo contiene un octeto de electrones en la capa de valencia”.

¿Quién podía imaginar que algo tan simple como alcanzar un octeto alrededor del núcleo pudiera explicar la reactividad química? Pues Lewis lo hizo y tan claramente que hoy, a 100 años de su propuesta, la seguimos utilizando. Veamos cómo funciona esta regla con un par de ejemplos, uno con una molécula y otro con un compuesto como la sal, que es una red.

Ejemplo 1. Molécula de flúor

- a) Para explicar la formación de la molécula de flúor, partimos de los dos átomos de flúor por separado, cada uno con sus siete puntitos al lado (figura 2.20).
- b) El flúor no es muy estable ya que sólo tiene siete electrones de valencia y necesita uno más para llenar la segunda órbita de Bohr. ¿Qué se puede hacer para que los dos núcleos sientan la interacción con ocho electrones en lugar de siete? Lo que sucede de manera natural es que los dos átomos se acercan, los electrones de valencia se colocan en el medio de los dos núcleos y así, con el fin de que ambos átomos tengan ocho electrones cerca, se forma la molécula de flúor (figura 2.21). Ésta es mucho más estable que el átomo solo, y es por eso que el flúor se encuentra en forma molecular (F_2), en lugar de encontrarse como átomo (F).

Ejemplo 2. Cloruro de sodio

- a) Para explicar la formación del compuesto cloruro de sodio tenemos que partir de los diagramas de puntos de cada elemento, que están en la figura 2.22.

Glosario

Enlace químico: es la interacción física (fuerza) que mantiene unidos a dos o más átomos en una molécula o compuesto.

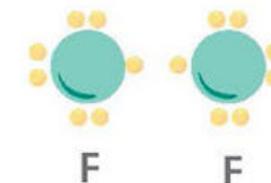


Figura 2.20 Representación de dos átomos de flúor.

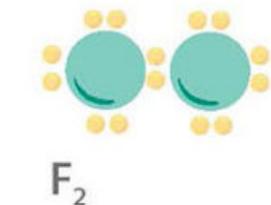


Figura 2.21 Formación de la molécula de flúor (F_2).

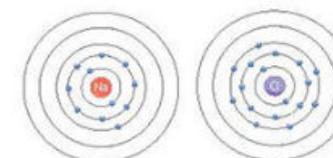


Figura 2.22 Representación del átomo de sodio (Na) y de uno de cloro (Cl).

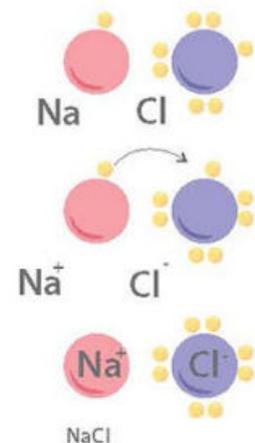


Figura 2.23 Modelo de Lewis para representar la formación del cloruro de sodio. Al final, la partícula de sodio (en rosa) queda cargada positivamente al ceder su electrón al cloro (en morado) que queda cargado negativamente. Ambas especies alcanzan el octeto de esta forma.

b) Vemos que para tener ocho electrones en la última capa, el sodio pierde un electrón de valencia, en tanto que, para tener ocho electrones, el cloro gana un electrón. El sodio le “cede” su electrón y el cloro lo “acepta”.

En este caso, la formación del compuesto (figura 2.23) es muy diferente a la formación de la molécula de flúor y, de hecho, a la de cualquier otra molécula.

El sodio tiene tanta tendencia a perder su electrón, que no encontramos sodio metálico en la naturaleza, donde este metal siempre se encuentra formando sales. Tampoco encontramos cloro molecular en la atmósfera, porque siempre está reaccionando con algo, particularmente con los metales para formar sales como el cloruro de sodio (figura 2.24).



Figura 2.24 El sodio es un metal muy reactivo, al igual que lo es el cloro, como elemento no metálico. Al juntarlos, la formación de cloruro de sodio libera tanta energía, que se produce una explosión con luz y calor.

El caso de los metales

Más adelante veremos que la regla del octeto, como todos los modelos, es limitada ya que muchos elementos no la cumplen. Las excepciones más obvias son las de las moléculas que contienen hidrógeno, el cual sólo puede acomodar dos electrones en su capa de valencia. De hecho, sólo algunas familias, como las del carbono, nitrógeno, oxígeno y flúor (para los no metales) y las del litio y el berilio (metálicas) obedecen la regla en todos sus compuestos. A pesar de sus numerosas excepciones, la regla del octeto es sumamente útil ya que la mayoría de los compuestos que utilizamos todos los días están formados por los elementos que sí cumplen con ella.

Actividad

Un ejemplo de cómo se enlazan los átomos: el cloruro de sodio

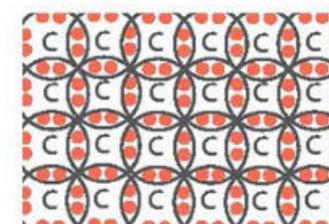
Con base en lo que has aprendido y en las figuras, escribe debajo de cada recuadro lo que está sucediendo con los electrones de cada átomo hasta la formación del enlace de sodio y cloro en el cloruro de sodio.

Representación química de elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes)

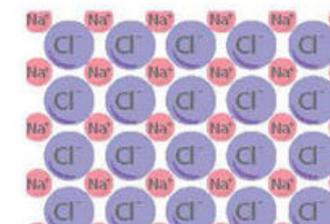
Ahora ya sabes que todas las sustancias —sean elementales o compuestas— están formadas por átomos iguales (si son elementos), o por moléculas de átomos iguales (cuando son compuestos), y que los compuestos pueden ser moléculas o redes de átomos diferentes unidos por medio de enlaces químicos. En la figura 2.25 aparecen representaciones o modelos de elementos y compuestos, y junto a ellas el nombre y la simbología química que les corresponde:



a) Elemento: Cobre
Fórmula: Cu



b) Elemento: Carbono
Fórmula: C



c) Compuesto: Cloruro de Sodio
Fórmula: NaCl

Figura 2.25 Ejemplos de elementos y compuestos. a) Átomos de cobre, elemento metálico. b) Átomos de carbono, elemento no metálico, donde se comparten electrones para alcanzar el octeto. c) Red de iones en el cloruro de sodio.

Nos falta describir ahora dos nuevas partículas de las que no hemos hablado formalmente, los iones y los isótopos, pero para eso debemos hacer un repaso de las partículas que forman el átomo de acuerdo con el modelo que estamos tomando como referencia.

Partículas subatómicas: electrones, protones y neutrones. Hoy sabemos con certeza que en la mayoría de los átomos de hidrógeno existen dos partículas, el **protón** de carga positiva y el **electrón** de carga negativa. En 1932, el físico inglés James Chadwick (1891-1972) descubrió el **neutrón**, partícula de la que se predecía su existencia desde dos décadas antes. Cuando pudo ponerse en evidencia la presencia del neutrón en el núcleo, los físicos y químicos modernos confirmaron que el núcleo de helio (con sólo dos protones) es cuatro veces más pesado que un átomo de hidrógeno, ya que en su núcleo también hay dos neutrones. Para conocer algunos datos sobre las tres partículas subatómicas más importantes consulta la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Datos de partículas subatómicas

Nombre	Masa (u.m.a.)	Masa (kg)	Carga	Carga (en Coulombs)
Protón	1	1.637×10^{-27}	+1	$+1.602 \times 10^{-19}$
Electrón	0.00054	9.109×10^{-31}	-1	-1.602×10^{-19}
Neutrón	1	1.675×10^{-27}	0	0

De la tabla destacan las siguientes observaciones:

- Las cargas del protón y del electrón son idénticas en magnitud, pero de carga opuesta.
- La carga total para un átomo neutro es cero, ya que el número de protones es igual al de electrones.
- Todos los átomos (excepto el del hidrógeno) presentan una tercera partícula en el núcleo llamada neutrón, la cual le confiere masa pero no carga.

Por cierto



¿Sabías que el acontecimiento científico más importante en el primer trimestre de 2008 fue la primera filmación de un electrón en movimiento? Esto fue logrado por un grupo de científicos de la Facultad de Ingeniería en Lund, Suecia. Lo hicieron utilizando como iluminación pulsos de láser muy intensos, extremadamente breves y en una superlativamente rápida sucesión. En la figura 2.26 se puede ver cómo un electrón se mueve sobre una onda de luz justo después de haber sido extraído de un átomo. Hasta la fecha, obtener una grabación similar había sido imposible debido a que los electrones se mueven a velocidades extremadamente altas y, por lo tanto, las fotografías realizadas ofrecían imágenes borrosas. Esta investigación puede ayudar a confirmar algunas teorías acerca del comportamiento de los electrones.

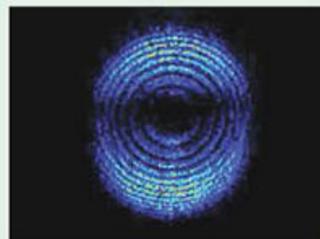
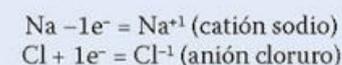


Figura 2.26 Fotografía de un electrón en movimiento tomada mediante el uso de un láser de attosegundos [...] "un attosegundo es a un segundo, lo que un segundo a la edad del universo" explica Johan Mauritsson, profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Lund, uno de los siete miembros del equipo que tomó la foto. Un electrón es 1867 veces menos pesado y, por lo tanto, muy difícil de detectar.

Iones o partículas cargadas eléctricamente. Como ya vimos cuando representamos el cloruro de sodio por medio del modelo de Lewis, en ocasiones los metales pierden uno o más electrones en las reacciones químicas por lo que quedan cargados positivamente. Un ion cargado positivamente recibe el nombre de catión. Los no metales, por el contrario, suelen ganar un electrón y quedan cargados negativamente y al ion negativo se le llama anión. Por lo tanto, un ion se forma cuando un átomo neutro pierde o gana electrones. Los átomos tienden a ganar o perder electrones para lograr un estado químico más estable, es decir, tienden a formar octetos, como los gases nobles, lo cual logran solamente formando compuestos consigo mismos o con otros elementos.

Ejemplos:



En los iones, la única partícula subatómica que no mantiene su número respecto al átomo neutro es el electrón. El número de protones y neutrones en el núcleo no varía cuando se forma un catión o un anión. Es muy importante destacar que los iones exhiben un comportamiento químico distinto al de los átomos neutros (figura 2.27).

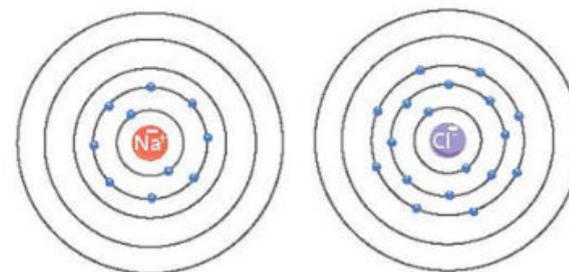


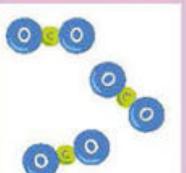
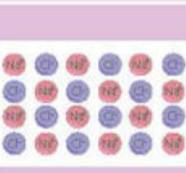
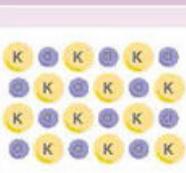
Figura 2.27 El catión sodio y el anión cloruro sólo existen cuando se forman compuestos o en disolución acuosa. Si evaporamos el agua volvemos a tener los iones unidos eléctricamente por atracción de cargas, formando el compuesto cristalino cloruro de sodio o sal.

Actividad



Utilizando el lenguaje químico

Como habrás descubierto, la química tiene un lenguaje muy particular para describir las sustancias. Un poco más adelante en el curso profundizarás en este tema pero por ahora realizarás la siguiente actividad para iniciarte en la representación de la simbología química. Fijate en el ejemplo resuelto y completa el ejercicio.

Representación	Nombre	Tipo de sustancia	Fórmula	Estado de agregación
	Helio	Elemento	He	Gas
	Sodio			
	Dióxido de carbono	Compuesto molecular		Gas
	Agua			
		Compuesto de iones	NaCl (Na ⁺ y Cl ⁻)	Sólido
	Cloruro de potasio			

Actividad

Elabora modelos de partículas microscópicas

Formen equipos y con diversos materiales, de acuerdo con lo aprendido, elaboren un modelo o representación tridimensional de las siguientes partículas microscópicas:

1. Un átomo de cobre
2. Una molécula de agua
3. Un ion de flúor
4. Muestra de un elemento químico que deseen
5. Muestra de un compuesto químico que deseen
6. Muestra de una disolución de cloruro de sodio en agua

Pista: Con "muestra" nos referimos a una cantidad mayor a 50 partículas de cada uno.

Revisando lo aprendido

Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara ambas respuestas. ¿En qué se parecen y en qué son diferentes?

En tu cuaderno haz una redacción de una cuartilla usando los términos clave: modelo, átomos, protones, neutrones, electrones, electrones de valencia, moléculas, iones, cationes y aniones, así como aquellos que consideres importantes y que hayas identificado en el tema.

Avance de proyecto

En este subtema has aprendido los diferentes modelos que los químicos han usado a lo largo de la historia para entender cómo está constituida la materia. Usa aquellos que te sean útiles para el desarrollo de tu proyecto y profundiza en la búsqueda de información que pueda servirte. Toma nota de ello en tu bitácora.

Saber más

En los siguientes libros y revistas puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- Asimov, I., *Breve historia de la química*, España, Alianza Editorial, 2007.
- Gellon, G., *Había una vez un átomo*, Argentina, Siglo XXI Editores, 2007 (La ciencia que ladra...).
- Lozano, M., *De Arquímedes a Einstein, los 10 experimentos más bellos de la física*, México, Editorial Random House Mondadori, 2005.

Revistas:

- Gasque, L., "Mercurio, el metal bello y venenoso", en *¿Cómo ves?*, México, abril de 2007, núm. 101.
- Gasque, L., "Retrato del oxígeno", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 2005, núm. 83.
- Gasque, L., "El nitrógeno: uno de los secretos de la vida", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 2004, núm. 64.
- Urichurtu, G., "El largo viaje de la alquimia a la química", en *¿Cómo ves?*, México, julio de 2004, núm. 68.

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, reuso y reciclado.

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

El conocimiento sobre las propiedades, las semejanzas y las diferencias entre los elementos ha permitido que en la actualidad la industria química sintetice una gran cantidad de sustancias químicas nuevas a partir de las que ya existen en la naturaleza. Una de las áreas más importantes de esta industria es la metalúrgica (dedicada a obtener sustancias metálicas a partir de minerales) esto debido a la utilidad de sus productos y la importancia en la economía de muchos países que, como México, cuentan con una gran cantidad de yacimientos minerales.

La industria metalúrgica proporciona, en primer lugar, elementos metálicos como el cobre, el oro, la plata o el aluminio, pero también produce tubos, planchas de acero o hierro, vías de ferrocarril, y muchos productos más.

Este tipo de industria ha sido catalogada como una de las más contaminantes, ya que necesita de grandes espacios para la instalación de sus sistemas productivos: altos hornos, trenes de laminación, transporte, etcétera. Además, producen una gran cantidad de desechos industriales que impactan en la atmósfera, el paisaje, los cuerpos de agua, el suelo, la flora y la fauna.

Lo que pienso

- ¿Cuáles crees que son las propiedades que tienen en común los metales que nos permiten agruparlos en un conjunto específico?
- ¿Qué beneficios aporta la industria metalúrgica a tu calidad de vida?
- ¿Qué productos metálicos de los que utilizas cotidianamente podrías reciclar, reusar, reducir su uso, o bien, rechazar?
- ¿En qué basas tu selección?

Los metales

Formen equipos y salgan al patio de la escuela, identifiquen todos los objetos hechos a base de metales. Hagan una lista especificando su uso y respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo determinaron que los objetos que eligieron están fabricados con metal?
2. ¿Es posible identificar con qué tipo de metal están fabricados esos objetos?
3. Con base en el uso de esos objetos, ¿podrían determinar algunas de sus características?
4. ¿Qué usos tienen los metales que encontraste?
5. ¿En dónde se transmite la corriente eléctrica y a partir de qué materiales?



Figura 2.28 ¿Cuántos objetos hechos con metales identificas?

Propiedades de los metales

Los materiales: la clasificación en metálicos y no metálicos

Como vimos en secciones anteriores, a mediados del siglo XIX, los químicos lograron aislar varias decenas de elementos. En la actualidad, como en ese entonces, podemos reconocer que los elementos varían considerablemente entre sí en cuanto a sus propiedades físicas; por ejemplo, a temperatura ambiente la mayoría de los elementos son sólidos, pero otros son gases y sólo dos (bromo y mercurio) son líquidos. Una vez que se lograba aislar un elemento se determinaban sus propiedades como color, olor, aspecto, punto de fusión, punto de ebullición y reactividad química, esta última, haciéndolos reaccionar con otras sustancias. El resultado de estos estudios, como veremos en la siguiente sección, fue que científicos como el químico ruso Dimitri Mendeléiev (1834-1907), pudieron contar con un enorme cúmulo de información, la cual tomaron como base para clasificar los elementos de acuerdo con sus semejanzas o por las características de sus propiedades. Mendeléiev propuso un sistema periódico de organización de todos los elementos químicos formando la tabla periódica que usamos hasta la actualidad. La tabla periódica actual es muy útil, pues marca claramente la diferencia entre regiones de elementos con distintas propiedades, tanto físicas como químicas. Una clasificación obvia que puede verse en la tabla periódica es la que establece la separación entre metales y no metales. Vamos a analizar algunas de sus propiedades para compararlas y así puedas decidir qué materiales son más adecuados para distintas aplicaciones (figuras 2.29).



Figura 2.29 Los seres humanos utilizamos algunos elementos químicos como materiales para elaborar objetos. El anillo de diamantes está elaborado con base de un metal, el oro, y un no metal, el carbono, que forma el diamante.

Para distinguir un metal de un no metal se recurre a una serie de características que se describen a continuación (figuras 2.30 y 2.31).

Características de los metales

- Exhiben brillo característico (brillo metálico) y reflejan luz.
- Son buenos conductores de calor.
- Son maleables y dúctiles.
- Son buenos conductores de la electricidad.
- Son sólidos a temperatura ambiente [excepto el mercurio (Hg)].
- Al unirse con los no metales tienden a oxidarse, por lo que adquieren carga positiva (forman cationes).

Glosario

Maleabilidad: capacidad de deformación de algunos metales para obtener láminas delgadas de ellos.

Ductilidad: capacidad de algunos metales para deformarse sin romperse. Con los metales dúctiles se puede elaborar alambre.



Figura 2.30 Características de los metales: a) brillan y reflejan la luz; b) son maleables y dúctiles; c) son conductores de electricidad; d) a excepción del mercurio, son sólidos.

Es importante recalcar que las anteriores son propiedades generales y que no todos los metales tienen que presentar cada una de ellas. Por ejemplo, el cromo es un metal ligeramente quebradizo, por lo que no se puede estirar ni laminar.

Glosario

Alótropo: una de las formas en que puede presentarse un elemento. El oxígeno (O₂) y el ozono (O₃) son alótropos del oxígeno, mientras el diamante y el grafito son dos formas alotrópicas del carbono.

Características de los no metales

- ▶ Son opacos, no reflejan luz.
- ▶ Son malos conductores del calor.
- ▶ Son quebradizos en estado sólido.
- ▶ Son malos conductores de la electricidad (excepto el grafito, un alótropo del carbono).
- ▶ Se presentan en distintos estados de agregación.
- ▶ Al unirse con los metales aceptan electrones, se reducen, por lo que adquieren cargas negativas (forman aniones).



Figura 2.31 Características de los no metales: son quebradizos y se les encuentra en distintos estados de agregación sólido, líquido y gas.

Actividad experimental (laboratorio)

¿Cuáles materiales son conductores eléctricos y cuáles no?

Esta actividad es para trabajar en equipos, organicéense primero para que tengan todos los materiales.

Propósitos

Al realizar esta actividad, podrás:

- ▶ Comprobar cuáles materiales conducen la electricidad y cuáles no.
- ▶ Reflexionar sobre la aplicación tecnológica de los materiales conductores.

Materiales

- ▶ Una pila de 4.5 voltios o 4 de 1.5 conectadas en serie
- ▶ Un foco pequeño
- ▶ Tres trozos de cable de 50 cm cada uno
- ▶ Cinta de aislar
- ▶ Tijeras
- ▶ Una barra de estaño
- ▶ Una barra de cobre
- ▶ Una barra de plomo
- ▶ Una barra de hierro (o un clavo o un tornillo)
- ▶ Una barra de aluminio (o un trozo de papel aluminio doblado en forma de barra)
- ▶ Barras de diferente plástico (por ejemplo, una pinza para colgar ropa quitando la pieza de metal y la tapa de una pluma)
- ▶ Una barra de madera
- ▶ Una barra de grafito (la puedes sacar de un lápiz)

Figura 2.32 En esta actividad experimentarás con la conductividad de algunos materiales que están presentes en tu vida diaria.

Procedimiento

Conecten el extremo de uno de los cables a uno de los polos de la pila y el otro extremo al casquillo de metal del foco. El segundo trozo de cable, lo conectarán también al casquillo de metal del foco y dejarán el otro extremo libre. El tercer fragmento de cable saldrá del polo libre de la pila, y el otro extremo también estará libre. Con los dos extremos libres de los cables ve tocando cada una de las barras y anota tus resultados en la siguiente tabla:

Objeto	Conduce la electricidad	No conduce la electricidad



Figura 2.33 Realiza las conexiones con firmeza.

Análisis de resultados

Con base en la tabla que elaboraste y en todo lo que has aprendido con este experimento y a lo largo de esta sección, contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué materiales son apropiados para conducir la corriente eléctrica?
- ¿Cuáles no lo son?
- ¿Con base en qué resultados puedes asegurar lo anterior?

¿Qué hace a los metales tan especiales? Estructura microscópica de los metales

Los materiales metálicos están formados por estructuras de red, es decir, sus átomos se encuentran muy cerca unos de otros formando estructuras cristalinas características, pero su comportamiento es muy distinto al de los materiales como la sal o la arena, que también tienen estructura cristalina de red. Los átomos metálicos construyen estructuras geométricas características que son, en gran parte, las responsables de su comportamiento. Si observas las propiedades que se describieron al principio de la lección, puedes pensar que debe existir una fuerza de magnitud considerable para mantener unidos y cerca unos de otros tantos núcleos de átomos metálicos; lo que se puede deducir prácticamente es que todos los metales son sólidos a temperatura ambiente. En la sección sobre enlace químico, al final del bloque, verás cómo se establece la fuerza de atracción entre los átomos de un metal, lo que se conoce como enlace metálico.

Actividad

¡A graficar nuestra riqueza minera!

Lee la siguiente información sobre los minerales metálicos en México. Las cifras aquí mencionadas se pueden actualizar consultando la página del Inegi en internet: www.inegi.gob.mx. (consultada el 8 de noviembre de 2016).

La siguiente es la relación de aumentos y decrementos porcentuales de la producción minera del país entre 2007 y 2008. Las cifras se establecen para los metales preciosos, los metales industriales no ferrosos y los metales siderúrgicos o ferrosos.

- **Metales preciosos.** Para estos metales (utilizados tanto para fines industriales como para la acuñación de moneda y joyería, la producción de plata aumentó un 82.7%, al sumar 223 824 kg y la de oro alcanzó 3 391 kg, lo que significa un incremento de 32.3% en abril de 2008 respecto al mismo mes de 2007.
- **Metales industriales.** No ferrosos: en cuanto a estos metales (los cuales se emplean principalmente en la industria manufacturera para la fabricación de tuberías) la producción de plomo se incrementó un 94.1% al situarse en 9 588 toneladas; la de cinc lo hizo en 0.6%, tras ubicarse en 34 855 toneladas; mientras la de cobre disminuyó 22.8% con 26 387 toneladas.
- **Metales siderúrgicos.** En cuanto a estos metales (destinados principalmente a la fabricación de acero), la producción de hierro reportó un incremento de 6.9%, alcanzando las 658 572 toneladas.



Figura 2.34 La actividad minera es una de las industrias más importantes en la República Mexicana.

Después de llevar a cabo la lectura

- Elabora una gráfica de barras que compare las producciones de 2007 y 2008 para cada uno de los metales mencionados.
- Consulta con tu docente cómo realizar sus gráficas y qué información relevante puede deducirse de ellas.
- Organízate con tus compañeros y elaboren un periódico mural sobre la producción de metales en México.



Figura 2.35 Cristal de Piritita (FeS₂).

Toma de decisiones relacionada con rechazo, reducción, reutilización y reciclado de metales

El uso de metales ha sido especialmente importante en el desarrollo de las civilizaciones humanas. Baste recordar que algunas de las etapas de la prehistoria llevan su nombre: la edad de cobre, la edad de bronce y la edad de hierro. Se cree que el hombre prehistórico comenzó a usar el cobre entre el 4 000 y 3 000 a.n.e. y si bien su descubrimiento pudo ser obra de la casualidad, las aplicaciones que le otorgaron a este elemento seguramente fueron mejorando la calidad de vida de las comunidades de aquella época. El bronce, que es resultado de la aleación de cobre (90%) + estaño (10%) aproximadamente obteniéndose un material más duro y resistente, continuó con la evolución de las herramientas y el uso del hierro, un metal mucho más duro y resistente (1500 a.n.e.) le permitió al hombre dominar mejor el medio y ampliar su horizonte cultural. Los hititas fueron los primeros en usarlo.

La industria minero-metalúrgica se ha desarrollado mucho desde entonces y el aumento en la demanda de productos fabricados con metales ha desatado una carrera, a veces desenfrenada, para sacar de las entrañas del planeta los minerales de los que después se extraen los metales.

Glosario

Bauxita: roca sedimentaria formada en una alta proporción de óxidos de aluminio; es el mineral de donde se extrae el aluminio.

Por cierto

El hijo de Napoleón III usó una sonaja de aluminio ya que en el siglo XIX el aluminio era mucho más caro que el oro. También usaba cubiertos de aluminio para halagar a sus visitantes.

Es importante recordar que si bien no son seres vivos y en ocasiones pueden convertirse en nuestros bienes más preciados, son recursos naturales no renovables y su explotación exhaustiva puede comprometer la disponibilidad de estos materiales para las generaciones futuras.

Dado que sus propiedades físicas lo permiten, los metales pueden reciclarse; es decir, al final de su vida útil, las máquinas, estructuras o automóviles se pueden desarmar, separar y seleccionar por tipo de material para fundirse de nuevo y usarse para otras aplicaciones. Durante la Segunda Guerra Mundial, los gobiernos de los países involucrados en el conflicto, comenzaron campañas de reciclaje de hierro para economizar en la fabricación de tanques y aviones.

Reciclar los metales también reduce los costos en la fabricación de nuevos materiales y evita la acumulación de desechos en los vertederos. Éste es el caso del aluminio, cuya fabricación a partir del mineral requiere más energía que el procesamiento de cualquier otro metal de la Tierra. Fabricar a partir de materiales reciclados reduce un 95% la contaminación derivada de la extracción y procesamiento, y se necesita un 95% menos de energía que al hacerlo a partir de **bauxita**.

Actividad

Los metales en nuestra vida

En tu vida cotidiana utilizas muchas herramientas y utensilios que están hechos de metales. El plomo, el estaño, el aluminio o el hierro son utilizados por la industria y en gran cantidad de procesos tecnológicos. Observa la siguiente lista de metales, intenta pensar en el uso que se les da a cada uno.

Aluminio (Al)	Mercurio (Hg)	Oro (Au)
Plomo (Pb)	Níquel (Ni)	Plata (Ag)
Cromo (Cr)	Hierro (Fe)	Cobre (Cu)

Con ayuda de tu docente, distribuyan un metal por equipo e investiguen en libros e internet sus aplicaciones e impacto en el medio ambiente.

Compartan la información con todo el grupo y reflexionen sobre la forma en que podemos reducir, reusar, reciclar, o bien, rechazar su uso de manera que minimicemos su impacto sobre el medio ambiente.

Las pilas y las baterías son otro ejemplo de dispositivos fabricados con diferentes metales ideados para producir electricidad por un determinado periodo y hoy en día las computadoras, los teléfonos celulares, los juguetes y los satélites no podrían funcionar sin ellas.

Como no han sido fabricadas para durar eternamente, una vez que se agotan terminan en la basura y sus componentes se oxidan y se derraman. Las pilas recargables duran 300 veces más que las desechables, pero están constituidas por metales tóxicos como el mercurio, plomo, níquel o cadmio y por ello es importante desecharlas de la forma adecuada.

Actividad

Efectos nocivos de algunos metales

Algunos metales producen efectos nocivos para la salud cuando la concentración presente en el medio ambiente aumenta a niveles más allá de ciertos límites seguros establecidos. Entre estos metales se cuentan cinc, plomo, cadmio, cromo, níquel, vanadio, aluminio, arsénico (metaloide), plata, mercurio y cobre. Varios de estos elementos son micronutrientes necesarios para la vida de muchas especies, son absorbidos por las raíces de las plantas o forman parte de la dieta de los animales. Cuando por motivos naturales o la acción de la humanidad se acumulan en los suelos, en el agua o en los seres vivos en concentraciones que superen los valores de dosis seguras, se vuelven tóxicos.

En equipo:

- Investiga los efectos de los metales o metaloides más tóxicos (plomo, mercurio, cadmio, arsénico) y la forma en que llegan al cuerpo humano (o de otras especies).
- Elabora una tabla de estos elementos, sus efectos y sus concentraciones tóxicas.
- Escribe qué criterios utilizarías, con base en la información que conseguiste, para rechazar artículos fabricados con esos metales y qué materiales alternativos propones para sustituirlos.

Por cierto

Los metamateriales: una nueva e interesante aplicación para algunos metales

En agosto de 2008 se logró un gran descubrimiento sobre un cierto tipo de materiales con propiedades especiales, y a partir de esa fecha no han cesado nuevas propuestas de aplicaciones de este tipo de materiales.

Metamateriales, "principio del camino hacia la invisibilidad"

Londres/ Washington, 11 de agosto.

Un equipo de investigadores ha sintetizado un nuevo material que no refleja la luz visible, lo que podría en un futuro hacer "desaparecer" objetos de cualquier tamaño, publicaron las revistas científicas *Nature* y *Science*, en sus ediciones más recientes. El grupo de científicos obtuvo dos nuevos tipos de materiales. Uno de ellos consiste en una especie de red de capas de metal que invierte la dirección de la luz, es decir, la refracta, mientras que el otro consiste en diminutos cables de plata, ambos a escala de **nanotecnología**.

Los dos son ejemplos de los llamados **metamateriales**, estructuras artificiales que tienen propiedades no presentes en la naturaleza. La propiedad más increíble es la de tener **índice de refracción** negativo. Entre algunas de las aplicaciones que podrían tener estos nuevos materiales generados por la ciencia y la tecnología, se ha desarrollado un dispositivo a escala piloto que consiste en una serie de pilares rígidos de un metamaterial que podría proteger las costas de las grandes olas guiando el agua a través de corredores concéntricos.

Los pilares interactuarían con el agua empujándola en diferentes direcciones a través de los corredores e incrementando su velocidad a medida que el agua se acercara al centro de la estructura, como en un remolino. De esta forma, a gran escala, se podrían dirigir las olas hacia un lugar concreto, en lugar de sólo provocar que se rompan como hacen los medios tradicionales de barrera y evitar los grandes destrozos que ocasionan los tsunamis o las tormentas generadas por huracanes (figura 2.36).

Después de llevar a cabo la lectura:

- Elaboren un mapa de conceptos con las palabras más importantes de la misma. Asegúrense de incluir términos como metales, propiedades, aplicaciones.
- ¿Podrían las industrias que se dedican a la fabricación de armas y naves de guerra aprovechar las propiedades de los metamateriales? ¿De qué manera? ¿Con qué riesgos para la población? Con base en lo anterior, ¿qué desventajas tendría el desarrollo de estos materiales en el futuro?

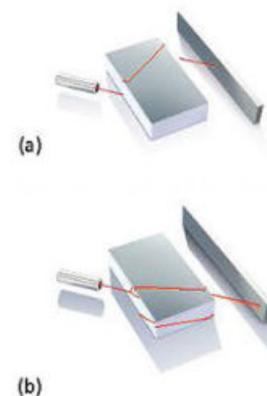


Figura 2.36 a) Índice de refracción negativo, b) índice de refracción positivo.

Glosario

Nanotecnología: es un área de las ciencias aplicadas dedicada al control y manipulación de la materia a una escala menor que un micrómetro, es decir, a nivel de átomos y moléculas (nanomateriales).

Índice de refracción: en un medio homogéneo es la medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por ese medio.

Revisando lo aprendido

Para repasar y reflexionar sobre lo aprendido, contesta en tu cuaderno lo siguiente.

Qué significa que el hierro sea:

Dúctil: _____

Maleable: _____

Conductor del calor: _____

Conductor de la electricidad: _____

Que tenga una temperatura de fusión de 1500 °C: _____

¿Por qué guardamos los alimentos en papel aluminio y no en papel de hierro? _____

La plata es un gran conductor de la electricidad, ¿por qué crees que no se use para fabricar cables? _____

¿De qué depende que un metal sea tóxico? _____

Avance de proyecto

Es hora de retomar nuestro trabajo en el proyecto. A estas alturas ya están organizados en equipos y han analizado las preguntas de investigación que hemos propuesto. Probablemente eligieron una de ellas, o quizá, propusieron otra. Sea cual sea, ha llegado el momento de organizar el trabajo. Les recomendamos armar un cronograma en el que distribuyan y determinen las tareas que deberá realizar cada uno de ustedes. Las fuentes bibliográficas que consultarán, las actividades que los apoyarán en su investigación (experimentales, visitas a museos, entrevistas a expertos, etcétera) y la manera en que, al terminar el proyecto, lo presentarán a sus compañeros.

Saber más

En los siguientes libros, revistas, páginas de internet, películas y videos puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- ▶ Garritz, A. y Chamizo J. A., "Capítulo III", *Del tequesquite al ADN*, México, FCE, 1995 (La ciencia para todos).
- ▶ Magloff, L., editora, *Experimentos científicos: electricidad y magnetismo*, Vol. 1. España, Editorial Evergraficas, S.L. 2002.

Revistas

- ▶ De la Herrán, J., "Y se hizo la luz eléctrica", en *¿Cómo ves?*, México, diciembre de 1998, núm. 1.

Páginas de internet:

- ▶ Boletín del Foro Química y sociedad. Publicaciones divulgativas, <http://goo.gl/paxRlx> (consultada el 8 de noviembre de 2016).
- ▶ Proyecto Ulloa: <http://goo.gl/93R3Z7> (consultado 8 de noviembre de 2016).

Películas y videos:

- ▶ Los metales, *Colección el mundo de la química*. Vol. X.

Segunda revolución de la química

Ya hemos visto que en química el concepto de elemento se refiere a los distintos componentes que constituyen la materia. Tuvieron que transcurrir muchos siglos para llegar poco a poco a comprender este concepto, aunque por miles de años se hubiesen conocido y utilizado muchos elementos.

Lo que pienso

Reúnete con tu equipo y entre todos hagan un repaso de las sustancias que conocen.

- ¿Cuáles de ellas son elementos?
- ¿Para qué se usan?
- ¿Cómo pueden saber si se trata de sustancias puras?
- ¿Cuáles de ellas son metales? ¿Cuáles no lo son?

Tu propia clasificación de los elementos

Primero elaboren una lista con todos los elementos que conocen, después traten de clasificarlos de acuerdo con algún criterio que consideren adecuado; compartan sus ideas con su docente. Sin duda les orientará para saber si están en lo correcto y ayudará a reorganizar su información.

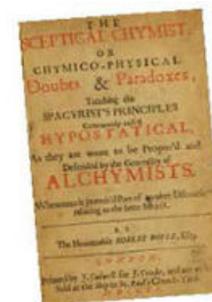
El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeléiev

El desarrollo histórico del concepto de elemento

Nuestros antecesores primitivos descubrían pepitas de oro en las arenas de ciertos ríos, las cuales llamaban su atención por su brillo, color y peso. Esto fue posible debido a que el oro es un elemento que se encuentra libre en la naturaleza, pero no todos los elementos son tan fáciles de aislar y reconocer.

En la antigua Grecia, muchos siglos después, los filósofos comenzaron a desarrollar el concepto de elemento en términos de las propiedades de la materia, ellos asociaban a la tierra con lo sólido, al agua con lo líquido y al aire y al fuego con lo ligero. Por lo tanto, los cuatro elementos de los filósofos griegos (desde Tales de Mileto hasta Heráclito) fueron los siguientes: agua para Tales de Mileto, aire para Anaxímenes, fuego para Heráclito y sumando tierra, los elementos eran los cuatro para Aristóteles.

Siglos después, en los tiempos de Copérnico y Galileo, cuando se lograron grandes avances en ciencias como la Física y la Astronomía, Robert Boyle (1627-1691) (figura 2.37), un gran pensador y científico inglés, inició un camino que ya no tendría vuelta atrás: la experimentación sistemática y rigurosa con la que respaldaría todas sus ideas y propuestas sobre Física y Química. Con base en sus investigaciones, las cuales publicó en su obra *El químico escéptico*, en 1661 propuso una definición de elemento: "Un elemento es una sustancia que no puede descomponerse en otras más sencillas".



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 Mendeléiev, que lo llevó a la predicción de algunos elementos aún desconocidos.
- Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.

Figura 2.37 Retrato de Robert Boyle y portada de su tratado *El químico escéptico*.



Resultado de los experimentos de Lavoisier

Años después, en 1784, Lavoisier revivió la definición de Boyle e integró una lista con una serie de sustancias que, consideraba, debían de ser elementos. Esta lista no era perfecta y él mismo no estaba seguro de que todas las sustancias efectivamente fueran elementos. Las dudas de Lavoisier eran justificadas, debido a que su lista incluía algunos óxidos metálicos y no metálicos muy resistentes al ataque químico. Su lista sirvió, sin embargo, para que en los años siguientes se llevara a cabo una investigación más exhaustiva sobre los elementos y sus compuestos, y esto dio la pauta para ampliar la definición de Boyle a una más precisa: "Un elemento es una sustancia que no puede separarse en otras más simples por métodos químicos". La figura 2.38 ilustra cómo fue posible llegar a esta solución.

Ahora sabemos que el elemento que reaccionaba en los experimentos de Lavoisier formando cenizas con metales era oxígeno. También demostró que la combustión era una reacción en la que un combustible reaccionaba con oxígeno, de manera que al mismo tiempo pudo demostrar que el fuego tampoco era un elemento. Más tarde se incorporarían a la lista otros elementos, como arsénico y fósforo, y en 1850 ya se conocían alrededor de 50 elementos. Para el primer cuarto del siglo XX se habían identificado todos los elementos que existen en forma natural.

¿Qué importancia tiene el hecho de que tanto Boyle como Lavoisier se dieran a la tarea de definir el concepto de elemento? ¿Qué importancia tiene que estos dos científicos usaran la experimentación sistemática como parte de sus investigaciones? ¿Por qué en ciencia es importante comunicar los hallazgos?

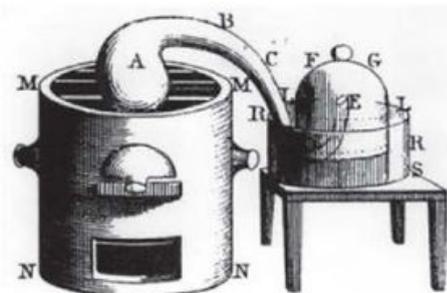


Figura 2.38 La figura muestra uno de los aparatos de laboratorio que Lavoisier creó para hacer su experimento. Con la finalidad de demostrar que el aire no era un elemento, Lavoisier calentó una pieza de estaño en un matraz herméticamente sellado durante un día completo, hasta que ya no se formaba más ceniza en la superficie del estaño fundido. Después de dejar enfriar el matraz, lo invirtió dentro de una cubeta con agua y lo destapó. Pudo observar que sólo una quinta parte del gas original dentro del matraz había reaccionado. Únicamente la proporción de gas que estaba mezclado con otros gases (que no forman óxidos) fue la que reaccionó, y no formó ceniza junto con el estaño. Por lo tanto, el aire no es un elemento, es una mezcla.

Por cierto

Actualmente se conocen más de 112 elementos, de los cuales 90 son de origen natural y el resto han sido sintetizados en laboratorios de investigación. Los primeros alquimistas apenas conocían unos 10 elementos, y no sabían cómo determinar muchas de sus propiedades características. Entre esos elementos conocidos estaban el carbono, cobre, oro, hierro, plomo, mercurio, plata, azufre y estaño.

Primeros intentos de clasificación de los elementos

Mientras la teoría atómica de Dalton seguía vigente, los químicos partidarios de las enseñanzas de Boyle y Lavoisier continuaban a la caza de nuevos elementos. La lista era impresionante, había elementos sólidos, líquidos y gaseosos; los había amarillos, verdes, negros, blancos o transparentes; algunos eran quebradizos, otros, flexibles. Una característica importantísima: es que algunos eran muy reactivos, otros menos y otros más sumamente inertes. Pronto se notó que algunos elementos tenían más semejanzas entre sí que otros. Por ejemplo, el sodio y el potasio (que pudieron aislarse de sus sales hasta que se inventó el proceso de electrólisis) reaccionan violentamente con agua. El flúor y el cloro (gases), así como el bromo (líquido), se combinaban en una proporción básica de uno a uno (un átomo de metal por uno de no metal) con sodio y potasio y formaban todos sales tipo MX (donde M es el metal y X el no metal). De esta forma, estos grandes químicos establecieron las bases para hacer una clasificación cada vez mejor de los componentes básicos de la materia. Al final de la década de 1860, se conocían aproximadamente 60 elementos y la lista de Lavoisier ya era completamente obsoleta. A los elementos que tenían mucho parecido físico y químico entre sí se les empezó a separar por "familias". Algunos personajes como el geólogo francés Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886), el químico John Alexander Reina Newlands (1837-1898) en Inglaterra y en Alemania Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849), los químicos alemanes Martin Heinrich Klaproth (1743-1817) y Julius Lothar Meyer (1830-1895) fueron pioneros en este campo, pero sin duda el trabajo de clasificación más importante que se conoce fue el del ruso Dimitri Mendeléiev (1834-1907).

Aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeléiev

Como vimos en la sección anterior, a mediados del siglo XIX, la teoría atómica de Dalton era aceptada de forma generalizada, pero los métodos que existían para explicar las estructuras de los compuestos en términos de moléculas y átomos originaban grandes discusiones. La dificultad se debía a que no existía un acuerdo común respecto a los pesos atómicos de los elementos y, por lo tanto no era posible conocer la fórmula elemental de los diversos compuestos. Un científico italiano llamado Stanislao Cannizzaro (figura 2.40), propuso que algunos elementos gaseosos podían estar formados por moléculas diatómicas y se dedicó a la tarea de determinar las fórmulas de algunos de ellos. Mediante el estudio de las leyes de los gases concluyó que a partir de la densidad de un gas se podía obtener su masa molecular. De esta forma, Cannizzaro construyó una tabla de pesos atómicos esencialmente correcta, ya que posteriormente sólo hubo que perfeccionar algunos valores con mediciones más precisas. Una vez que los elementos habían sido ordenados por sus pesos atómicos, no fue tan difícil reconocer que algunas de sus propiedades eran comunes. Se sabía, por ejemplo, que el litio, el sodio y el potasio eran muy similares. Curiosamente, la lista de Cannizzaro presentaba a estos elementos separados por siete espacios sucesivos (ya que aún no se descubrían los gases nobles).

Mendeléiev tomó el orden de Cannizzaro y desarrolló una tabla que llama la atención por su simplicidad y elegancia, escribió en distintas tarjetas

Glosario

Inerte: tendencia de un elemento a no reaccionar con otros; sin vida, que no reacciona.



Figura 2.39 Dimitri Mendeléiev fue el químico ruso que dio sentido al comportamiento físico y químico de los elementos, al ordenarlos lógicamente en la tabla periódica.

Por cierto

Mendeléiev (figura 2.39) nació en el seno de una familia de clase media rusa y era uno de los 17 hijos del matrimonio. Cuando su madre enviudó, él tuvo que trabajar en fábricas de productos químicos al mismo tiempo que estudiaba. Mendeléiev pronto comenzó a destacar por sus grandes habilidades prácticas y teóricas. Con los años acumuló gran cantidad de conocimientos químicos que sirvieron para que pudiera establecer la clasificación periódica en que se basa la tabla de los elementos actual.



Figura 2.40 Stanislao Cannizzaro.



Figura 2.41 Uno de los primeros borradores de la tabla de Mendeléiev. Él dejó espacios para dos elementos cuyas características predichas no correspondían a ningún elemento conocido en ese tiempo. Años después ambos elementos fueron aislados de sus minerales, con lo que el trabajo de Mendeléiev fue validado.

de papel el nombre, las masas relativas y las propiedades de cada elemento conocido. Después el químico ruso formó con ellas una tabla al acomodar los elementos en filas, del más ligero al más pesado, y así se fueron integrando columnas con elementos que tenían características semejantes en su comportamiento químico (figura 2.41).

Esta tabla era revisada continuamente por Mendeléiev e incluía en ella cualquier nuevo descubrimiento que surgiera sobre los elementos. Cuando finalmente estuvo satisfecho con su trabajo, imprimió su tabla en una sola plana de papel y la publicó, tanto para el uso práctico de otros químicos, como para conocimiento de la comunidad científica de la época.

A finales del siglo XIX se le daba muy poca importancia a la ciencia rusa, no obstante, el trabajo de Mendeléiev muy pronto resultó un éxito total en Europa occidental y en Estados Unidos, país que ya empezaba a ser una potencia en el campo tecnológico y científico. Lo más interesante del trabajo de Mendeléiev es que en su tabla original incluyó algunos espacios vacíos para elementos que aún no habían sido descubiertos pero que, de acuerdo con sus predicciones, por sus propiedades y masa atómica, podía estimarse que ese lugar les correspondía. Esto fue posible gracias a sus amplios conocimientos en química, y pronto varios químicos de Rusia y Europa confirmaron que estaba en lo cierto: en sus "huecos" faltaban dos elementos (galio y escandio) cuyas propiedades probaron ser muy similares a las que él había predicho.

La tabla de Mendeléiev era sumamente simple en su estructura, por lo que tuvo gran aceptación por parte de toda la comunidad científica de su tiempo. Lo que hizo Mendeléiev fue acomodar los elementos que mostraban un comportamiento químico semejante en columnas a las que llamó grupos o familias; esta estructura básica aún se conserva. En la figura 2.42 se observa que al acomodar los elementos en 18 grupos se forman siete periodos (filas), en los cuales también algunas propiedades varían sistemáticamente. Los grupos más cercanos a los extremos de la tabla periódica son los que presentan **propiedades periódicas** más parecidas entre sí y de hecho son tan especiales que cada uno tiene un nombre específico. De esto hablaremos un poco más en la próxima secuencia.

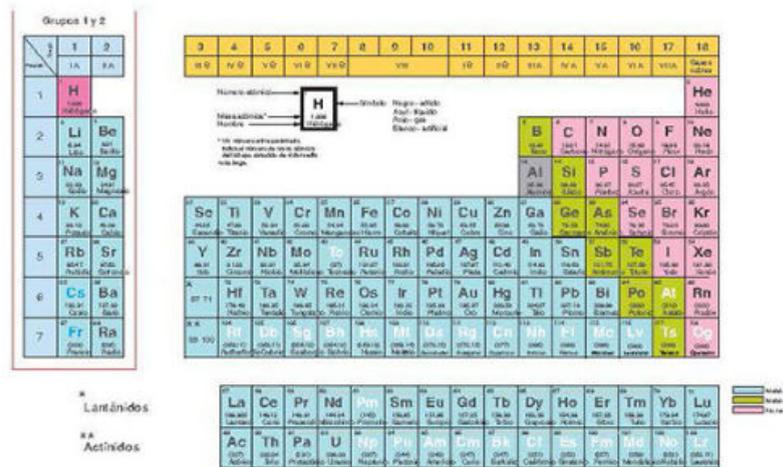


Figura 2.42 Observa las siete filas —o periodos— que se forman de acuerdo con la clasificación de Mendeléiev. Fuente: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/> (consultada: 24 de enero de 2017).

La tabla periódica actual es muy parecida a la tabla de Mendeléiev. Sin embargo, en 1913, un notable científico inglés, H.G.J. Moseley (1887-1915), con base en experimentos con los rayos X que emitían los elementos y en los trabajos de Rutherford sobre el núcleo del átomo, dedujo que existe un orden para los elementos, de acuerdo con su número atómico (número de protones), en lugar del empleado por Mendeléiev, cuya base eran las masas atómicas relativas.

Actividad

Y... ¿qué pasa con la ciencia?

Como has podido ver a lo largo de la sección, el conocimiento científico es tentativo, no siempre se tiene el resultado final al primer intento, e inclusive, el surgimiento de nuevas evidencias puede hacer que científicos de gran prestigio tengan que retractarse y volver a plantear sus teorías o leyes de manera que expliquen todos los fenómenos relacionados. Con base en lo anterior, elabora un breve texto en tu cuaderno donde, con tus propias palabras, describas mediante una historia los siguientes aspectos:

- El carácter predictivo de la tabla de Mendeléiev.
- La importancia de la experimentación y la sistematización de resultados en los trabajos de Cannizzaro.
- La importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.

Al terminar, lee en voz alta tu escrito y coméntalo con tu docente y con tus compañeros.

En la figura 2.43 aparecen dos científicos vinculados al descubrimiento y la organización de los elementos, aunque cada uno de ellos vivió en una época distinta.

Ahora, con la ayuda de tu docente discute con tus compañeros:

- ¿Qué papel desempeñan las sociedades en el desarrollo del conocimiento científico?
- ¿Hubiera sido posible que Mendeléiev tuviera tanto éxito con su tabla si Dalton (de haber vivido entonces) la hubiese descalificado?

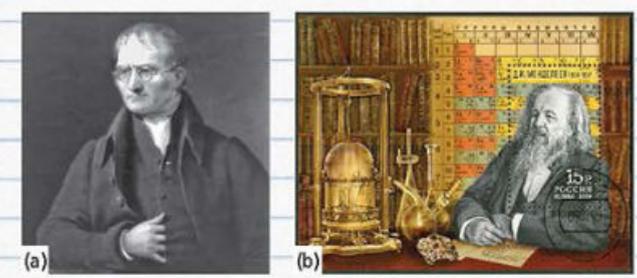


Figura 2.43 a) John Dalton y b) Dimitri Mendeléiev.

Revisando lo aprendido

En equipo, analicen lo que a lo largo de esta sección han estudiado sobre las aportaciones de algunos científicos con relación a la clasificación de los materiales. Construyan una tabla en donde sinteticen lo más importante.

Comenten con sus compañeros de equipo por qué se dice que las propiedades de los elementos son periódicas, escriban sus conclusiones en su cuaderno y compártanlas con el resto del grupo.

Avance de proyecto

Antes de continuar conviene que te detengas un poco a analizar cómo va tu proyecto de investigación. A estas alturas tu equipo debe haber formulado ya su pregunta de investigación, acumulado información sobre el tema y realizado algunos experimentos. Todo esto les ha proporcionado un panorama bastante completo sobre hacia dónde se dirige la investigación. Éste es el momento de hacer predicciones, para ello deberás formular una hipótesis, la cual se basará en tus conocimientos previos y en todo lo que acabas de descubrir. Para este caso podemos formular hipótesis como las siguientes:

- ▶ Existe una gran variedad de elementos químicos que son esenciales para el buen funcionamiento del cuerpo humano.
- ▶ Algunos metales pueden tener implicaciones negativas sobre la salud de los animales y las plantas.

Saber más

En los siguientes libros, revistas y páginas de internet puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- ▶ Aguilar, S., Cruz, S. y Flores, J., *Una ojeada a la materia*, México, FCE 1986 (La ciencia desde México/3).
- ▶ Garritz, A. Chamizo, J. A., *Tú y la química*, México, Pearson, 2001.
- ▶ Romo de Vivar, A., *Química, universo, tierra y vida*, México, FCE, 2011 (La ciencia para todos/51).

Revistas:

- ▶ Uruchurtu, G., (2005): "Dimitri Mendeléiev: el orden oculto de la materia", en *¿Cómo ves?*, México, agosto de 2005, núm. 81.

Páginas de internet:

- ▶ Bascuñán, A., "Mendeléiev, el que pudo haber sido y no fue", en *Educación química*, México, 2008, núm. 2. Disponible en <http://goo.gl/MOW3i> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos

¿De qué piezas básicas está formado todo el universo? Hasta ahora hemos visto que todo se constituye de elementos y compuestos químicos, sin embargo este conocimiento es relativamente reciente en la historia de la humanidad. Hasta hace poco más de 200 años se creía que el agua era un elemento, y la mayoría de los elementos metálicos se fue descubriendo a partir del conocimiento de la **electrólisis**, un procedimiento de descomposición química a través del paso de la corriente eléctrica, lo cual fue posible apenas a finales del siglo XVIII. Entonces, ¿cómo se construyó y para qué sirve la tabla periódica de los elementos? A medida que se descubrían más y más elementos, los científicos de la época se fueron dando cuenta que algunos tenían más relación y parecido con otros y la lista de elementos con sus propiedades como masa, o reactividad, se iba haciendo realmente larga e incómoda de usar. Hubo varios intentos de clasificar los elementos químicos que se conocían; algunos desde la antigüedad como el oro o el cobre, y otros, mucho más recientes como el oxígeno y los gases nobles. Dimitri Mendeléiev fue el químico ruso que, según dicen, soñó una noche cómo acomodar en una tabla donde se reflejaran sus propiedades. Al terminar su trabajo, las columnas verticales y horizontales empezaron a dar sentido a las observaciones que hacían los químicos de todo el mundo. Lo más sorprendente es que lo hizo mucho antes de que se tuviera el modelo del átomo moderno; es decir, la tabla periódica es producto del conocimiento químico, de mucha sistematicidad en el trabajo y de una mente brillante que se adelantó a su tiempo y llegó inclusive a predecir la existencia de elementos que aún no se habían descubierto.

Por cierto

El padre de la química. Al personaje que se conoce comúnmente como "Padre de la Química" —Antoine de Lavoisier—, se le atribuye el haber sido uno de los primeros científicos en dar a conocer una clasificación útil de los elementos que se conocían en su época (la primera que se conoce es la de Robert Boyle, elaborada en Inglaterra algunos años antes). Entre la lista de Lavoisier se encontraba el agua, misma que aseguraba que se trataba de un elemento porque realizó una enorme cantidad de destilaciones a condiciones muy drásticas y nunca pudo separarla en los dos elementos (hidrógeno y oxígeno) que hoy sabemos que la forman.

Lo que pienso

- ¿Qué información relevante nos proporciona la tabla periódica actualmente?
- ¿Para qué la utilizan los químicos en la actualidad?
- ¿En qué propiedades se basaron los científicos de finales del siglo XVIII para poder construirla?
- ¿Qué cambios crees que ha sufrido desde su aparición?

Los elementos y tú

¿Cómo podrías clasificar elementos con lo que sabes hasta ahora? ¿Podrías hacer una primera separación de acuerdo con algún tipo de propiedad que conozcas y puedas reconocer a simple vista?

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.

Glosario

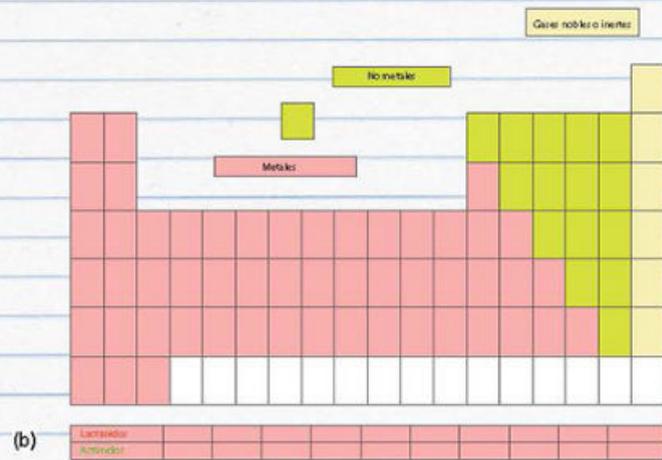
Electrólisis: el proceso que separa los elementos de un compuesto por medio de la electricidad. En ella ocurre la captura de electrones por los cationes en el cátodo (una reducción) y la liberación de electrones por los aniones en el ánodo (una oxidación).

Actividad

A continuación se presentan varias fotografías de elementos, no te damos más datos que lo que se observa; la idea es que separes aquellos que crees que por sus propiedades pueden estar en un grupo determinado. Elabora un rectángulo y sepáralo en cuantos grupos hayas obtenido de tu clasificación. Luego compara tu clasificación con el esqueleto de la tabla periódica y determina si lo que tú hiciste tiene alguna relación con la división que se observa. ¿Podrías acomodar las fotografías en el esquema de alguna manera si consiguieras datos de la masa atómica de cada uno de los elementos?



(a)



(b)

Figura 2.44 (a) Fotografías de los elementos hidrógeno, sodio, magnesio, oro, nitrógeno, fósforo, cromo, cobre, cloro, carbono, azufre, boro, hierro y yodo. (b) Esqueleto de tabla periódica.

Regularidades que se presentan en la tabla periódica: elementos químicos representativos

Como ya te habrás dado cuenta, y como puedes ver en la figura 2.44 por la diferencia de colores, la tabla periódica se divide en dos grandes grupos, los metales y los no metales. Existen unos cuantos elementos (destacados en color verde) conocidos como metaloides ya que sus propiedades físicas y químicas a veces corresponden a los metales y otras veces, dependiendo de la especie con la que tengan que reaccionar, a los no metales. En las secuencias anteriores vimos algunas propiedades de los metales, mismas que ahora se ampliarán y complementarán con la información referente a los no metales y metaloides de los grupos conocidos como representativos.

Con respecto a la consulta de la tabla periódica lo más importante que debes saber es que los elementos se agrupan de acuerdo con sus semejanzas químicas en familias o grupos, éstas son las columnas en la tabla. Si tomamos en cuenta su número atómico (número de protones en el núcleo de los elementos), la tabla se divide en periodos (filas), donde los elementos están acomodados en orden creciente de número atómico de izquierda a derecha. Los elementos de un periodo no se parecen químicamente como los que forman un grupo o familia.

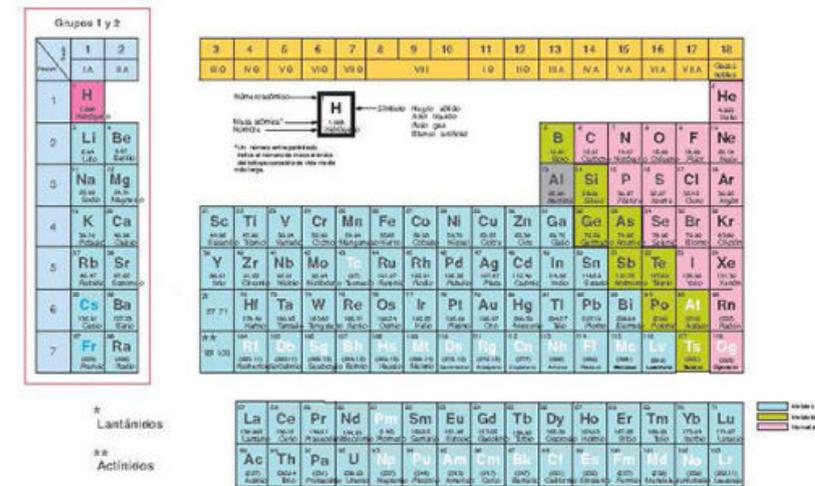


Figura 2.45 Los elementos en la tabla se dividen en tres grupos, pero los más importantes son dos, el bloque de los metales (en azul) y los no metales (en rosa). Los metaloides (en verde) son mucho menos abundantes y su química no se estudiará en este curso. Los elementos químicos representativos son los que están en las columnas (grupos o familias) 1, 2, 3, 13, 14, 15, 16 y 17, también representados como la I, II y III A y de la XIV A XVII A. No se consideran representativos ni a los elementos metálicos de transición (Grupos B) ni a la familia de los lantánidos y actínidos, separadas estas últimas de la tabla para facilitar su uso.

Fuente: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/> (consultada: 24 de enero de 2017).

Clasificación de los elementos en metales, no metales y metaloides

En la figura 2.45 se puede apreciar que los elementos metálicos representativos (grupos 1, 2 y 3 A), se encuentran al extremo izquierdo de la tabla, con excepción del aluminio, que aparece en el grupo 3 A. Los metales de transición son elementos metálicos más complejos y no se consideran para su estudio en este curso, pero incluyen metales muy conocidos como el hierro, el cobre y el níquel, entre otros de gran uso industrial. Los no metales están agrupados a la derecha de la tabla, con excepción del hidrógeno, que se ubica en el grupo I aunque no tiene comportamiento metálico. Los semimetales o metaloides



Figura 2.46 Los metales tienen propiedades que los hacen irremplazables en la elaboración de estructuras, máquinas, aparatos, utensilios y herramientas.

están localizados en la frontera un poco difusa entre los metales de transición y los no metales; estos elementos presentan propiedades de ambos tipos de elementos, dependiendo del entorno químico en el que se encuentran. Como lo recordarás de la sección sobre reutilización y reciclaje de metales, éstos tienen particularidades especiales (figura 2.46). A continuación se presentan enlistadas las propiedades y características de los metales de los grupos representativos, aunque en general éstas aplican a la mayoría de los elementos metálicos.

Características de los metales

- ▶ Exhiben brillo característico (conocido como brillo metálico) y reflejan la luz.
- ▶ Son buenos conductores del calor y de la corriente eléctrica.
- ▶ Son maleables y dúctiles.
- ▶ Son sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio, Hg).
- ▶ Al unirse con los no metales tienden a perder electrones (a oxidarse), por lo que adquieren carga positiva fácilmente (forman cationes).
- ▶ Forman mezclas cuando se funden. Cuando éstas se enfrían, se conocen como aleaciones.
- ▶ Ejemplos de metales representativos muy conocidos son litio, sodio, potasio, magnesio, calcio y aluminio.

Características de los no metales

- ▶ Son opacos, no reflejan la luz.
- ▶ Son malos conductores del calor y son aislantes de la corriente eléctrica (excepto grafito, una forma de carbono).
- ▶ Son quebradizos en estado sólido.
- ▶ Se presentan en distintos estados de agregación a temperatura ambiente.
- ▶ Al unirse con metales tienden a ganar electrones (a reducirse), por lo que adquieren carga negativa fácilmente.
- ▶ Ejemplos de no metales representativos son hidrógeno, carbono (figura 2.47), nitrógeno, oxígeno, flúor, azufre (figura 2.48), fósforo, cloro y yodo.

Figura 2.47 El grafito (a) y el diamante, (b) por ejemplo, difieren entre sí en su estructura y tienen propiedades físicas y químicas diferentes, aun cuando su composición química (C_n) sea semejante: los dos son alótropos del carbono.

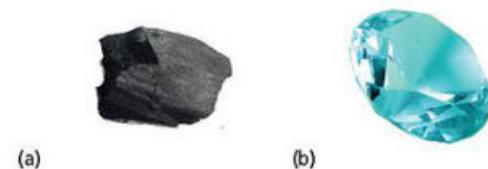
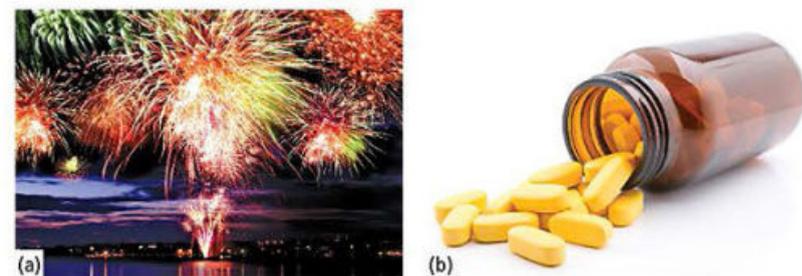


Figura 2.48 Las aplicaciones del azufre son múltiples. Se usa para la fabricación de pólvora (a) y en la industria farmacéutica (b), para elaborar sulfas que son los primeros antibióticos que aparecieron.



Características de los semimetales o metaloides

Aunque la posición de metales y no metales en la tabla está bien definida (metales a la izquierda; no metales a la derecha) la frontera que separa a unos de los otros no es totalmente clara, por lo que entre ambos queda un conjunto de elementos formado por boro, silicio, germanio, arsénico y antimonio que comparten propiedades tanto de los metales como de los no metales. Uno de ellos en particular, el silicio, es un elemento muy abundante en la corteza terrestre ya que constituye gran parte de las rocas en forma de silicatos y toda la arena de los desiertos (sílice) está formada por el óxido de este elemento (figura 2.49). El estaño también puede clasificarse como un semimetal por su comportamiento ya que tiene dos alótropos diferentes.

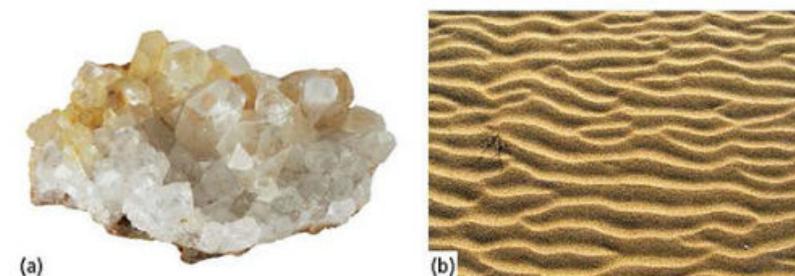


Figura 2.49 Materiales de silicio a escala macroscópica, a) cuarzo y b) arena.

Por cierto

Los alótropos de los semimetales pueden presentar propiedades muy distintas dependiendo de factores como la temperatura. Por ejemplo, el alótropo del estaño conocido como "estaño gris", es **semiconductor**, en cambio el estaño blanco (otro alótropo) es conductor de la electricidad (figura 2.50). El estaño se comporta también como metal a temperatura ambiente, pero como no metal a bajas temperaturas.



Figura 2.50 El estaño blanco no puede utilizarse en soldaduras a bajas temperaturas, ya que se vuelve quebradizo como si fuera no metal. Esto causó en 1912 la muerte de los miembros de una de las primeras excursiones a la Antártida, cuando las soldaduras de los envases de combustible se fueron rompiendo y contaminaron toda la comida que llevaban, además de que se perdió gran cantidad del keroseno líquido y, según muestran los diarios, murieron debido a las duras condiciones del clima y a la falta de alimento.

Glosario

Semiconductor: elemento que se comporta como un conductor o como aislante dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación que le incide o la temperatura del ambiente en el que se encuentre.

Actividad experimental (laboratorio)

Modelos de enlace covalente

Propósitos

Describir algunas propiedades de varios elementos y su comportamiento.

Materiales

- ▶ Barras de grafito y carbón activado en polvo
- ▶ Alambre de cobre bien pulido o grado electrolítico

- Polvo y barras de azufre
- Níquel en barra o balines (o cualquier otro metal que se tenga en el laboratorio)

Los instrumentos necesarios para observar las propiedades (lupa, aparato para conductividad eléctrica, agua, recipientes, etcétera).



Figura 2.51 Material que utilizarás para esta actividad de laboratorio.

Procedimiento

Parte I

1. Observen detenidamente los elementos que se presentan. Determinen cualitativamente las propiedades que se les piden y anótenlas en la siguiente tabla.

Propiedad	Carbono (C)	Cobre (Cu)	Azufre (S)	Níquel (Ni)
Aspecto				
Color				
Dureza*				
Solubilidad en agua				
Estado de agregación				
Conductividad en sólido				
Brillo				



Figura 2.52 Una de las propiedades que analizarás, en esta actividad de laboratorio, es la conductividad eléctrica.

* La dureza se puede determinar haciendo presión en una pieza del elemento (en los que se pueda) con una piedra dura y observando qué tanto se deforma o rompe ante la presión.

2. Ahora que han llenado su tabla, acudan a la biblioteca y busquen información sobre las propiedades de esos elementos, compárenlas con sus observaciones e investiguen otras. Cabe destacar que es importante conocer otras propiedades periódicas, como su temperatura de fusión, su temperatura de ebullición y su densidad.

3. Investiguen alguna de sus aplicaciones a nivel industrial.

Parte II

Predigan las propiedades de otros elementos cuya posición en la tabla sea cercana a los que probaron en el laboratorio. Por ejemplo, pueden predecir las propiedades del silicio (debajo de carbono) o del bromo (arriba del yodo).

Análisis de resultados

Con base en lo que han aprendido hasta ahora, contesten las siguientes preguntas:

- ¿Qué tienen en común los materiales conductores de electricidad?
- ¿Por qué los cables consisten en hilos de cobre recubiertos de plástico?
- ¿Qué propiedad de los materiales hace posible fabricar largas extensiones de cable que permiten conducir la energía eléctrica a casi todos los lugares del planeta?
- ¿Por qué no es recomendable construir casas o edificios con techos de metal?
- Enuncia una frase en la que expliques el comportamiento distintivo de metales y no metales de acuerdo con lo que observaste en la práctica.

Carácter metálico, valencia, número y masa atómica

Como viste en el experimento anterior muchos elementos que existen son metálicos, y el carácter metálico o no metálico de cada elemento está dado principalmente por sus propiedades tanto físicas como químicas. Otro concepto muy importante asociado a datos que nos aporta la tabla periódica es el número de electrones con los que suelen enlazarse cada átomo a otros al formar compuestos. A este número de electrones también se le conoce como la valencia del átomo y, como ya hemos dicho, corresponde al número de electrones en la capa más externa de un átomo, o última órbita en el modelo del átomo de Bohr. La valencia determina la capacidad de combinación de los átomos, por ejemplo, el carbono se encuentra en la familia 4A o 14, esto significa que tiene 4 electrones de valencia y su capacidad de combinación es de cuatro (forma hasta cuatro enlaces simples).

La tabla periódica ayuda a ubicar rápidamente el valor de la valencia de cada elemento al conocer en qué grupo o familia se encuentra. Si recuerdas, esto ya lo hiciste en el tema 1 de este bloque, donde viste que una forma de conocer el número de electrones de valencia para obtener las estructuras de Lewis es consultando la tabla periódica.

Cabe mencionar que la valencia es un concepto que funciona muy bien con los elementos representativos, es decir, con los elementos de ambos extremos de la tabla que puedes ver remarcados en la figura 2.53.

ELECTRONES DE VALENCIA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
IA	IIA	IIIA	IVA	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII	IX
H	He																	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne											
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar											
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr											
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe											

Figura 2.53 Asociar el número de valencia con el número de grupo de la tabla periódica funciona muy bien para los elementos representativos. Nota que para los grupos 13 a 18, los electrones de valencia se obtienen al restar del número del grupo el número 10. Por ejemplo, para el grupo 13 se hace 13 - 10 = 3; 3 electrones de valencia.

Antes de finalizar este tema es importante saber que las propiedades de cada átomo —su identidad característica— están dadas por el número de protones en el núcleo; es decir, la naturaleza misma de cada elemento es determinada por este número. Precisamente, conocemos como número atómico al número de protones presentes en el núcleo de cada elemento y generalmente identificamos al número atómico como “Z”:

$$Z = \text{número de protones en el núcleo} = \text{Número atómico}$$

Por ejemplo, sabemos que el elemento más simple es el hidrógeno (H). Este elemento tiene un protón en el núcleo y por lo tanto $Z(\text{H}) = 1$. Sólo el hidrógeno tiene un protón en el núcleo y esto lo hace único. Si sumamos otro protón al núcleo de un átomo, el elemento resultante es el helio (He). Sigue el litio con tres protones, y así sucesivamente hasta alcanzar los más de 110 elementos que constituyen la tabla periódica actual.

Por otro lado, los átomos exhiben otra propiedad muy importante asociada también con las partículas presentes en el núcleo. Los protones del átomo tienen masa; de hecho, la gran mayoría de la masa de un átomo se concentra en su núcleo debido, por un lado, a los protones y, por el otro, a la tercer partícula subatómica que tomamos en cuenta los químicos: el neutrón. La suma de protones y neutrones en el núcleo se conoce como masa atómica, a la que nos referimos como “A”. Es importante recordar que los electrones tienen masa pero es tan pequeña que no se toma en cuenta, por ser más de 2 000 veces menor que los protones y neutrones.

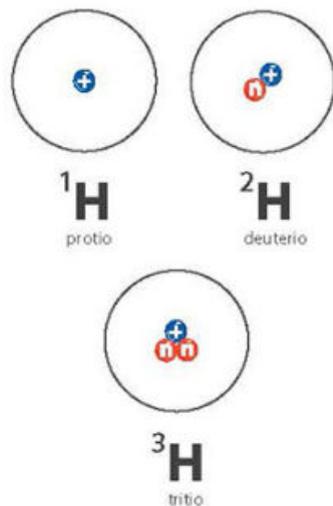


Figura 2.54 Isótopos del hidrógeno, con un solo protón (el más abundante de los isótopos de este elemento) se conoce como protio; el de un protón y un neutrón se conoce como deuterio y el tercer isótopo es el que tiene un protón y dos neutrones en el núcleo llamado tritio. Las masas atómicas de cada uno son, respectivamente, 1, 2 y 3 UMA.

$$A = \text{número de protones} + \text{número de neutrones en el núcleo} = \text{masa atómica.}$$

La masa atómica se mide en unidades de masa atómica (UMA) y tomando en cuenta los ejemplos anteriores, la masa atómica (A) del hidrógeno es 1 UMA (figura 2.54). Al llegar al helio observamos que su masa atómica es igual a 4 UMA, debido a que el helio tiene dos protones y dos neutrones en el núcleo lo que suma un total de cuatro unidades. Así, tenemos los elementos más ligeros en los primeros periodos de la tabla y los elementos se vuelven cada vez más pesados cuando se llega a los elementos agrupados en los lantánidos y actínidos. El elemento más pesado que se puede encontrar naturalmente es el uranio (U) con una $A = 235$ UMA.

Por cierto

A los átomos que tienen mismo número atómico, pero distinta masa atómica, se les conoce como isótopos. Algunos isótopos de elementos pesados son radiactivos, como el uranio 235 y el radio 226. Los isótopos, aunque su peso es distinto, desde el punto de vista químico se comportan de manera semejante debido a que tienen el mismo número de electrones de valencia.

Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

Los elementos (C, H, O, N, P, S) y su importancia para la vida

Como ya hemos visto anteriormente, los elementos químicos no están presentes en la naturaleza de forma aislada, sino unidos a otros elementos formando redes iónicas o moléculas. De todos los elementos que constituyen la Tierra, los animales (que incluyen al ser humano) sólo tienen acceso directo, por lo pronto, a los de la corteza (figura 2.55). Las proporciones en que podemos encontrar los diferentes elementos en la naturaleza pueden variar, el hierro, por ejemplo, es un elemento que es muy abundante en la Tierra y los seres vivos no lo tenemos en grandes cantidades.

En otras palabras, no todos los elementos que están presentes en la Tierra o en la corteza terrestre lo están en la composición de los seres vivos. De hecho, en el 99% del cuerpo de los organismos conocidos están presentes sólo 6 de los elementos existentes en nuestro planeta. El cuerpo humano, por ejemplo, está formado mayoritariamente por los elementos carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). Por otro lado, si se compara la composición química de los seres vivos con la del medio físico, se puede notar que los principales elementos que componen a los seres vivos no son los que más abundan en la corteza terrestre (que no incluye ni a la atmósfera ni a los mares). Es decir, si bien los seres vivos y los entes inanimados (agua, aire, rocas, etcétera.) están formados por los mismos componentes químicos, la diferencia entre ellos radica en el modo en que se organiza la materia que los constituye.

En proporción de masa, las células del cuerpo humano consisten en un 65 a 90% de agua (H_2O), y una proporción muy importante está formada por moléculas orgánicas con base de carbono. Por lo tanto, el oxígeno representa la mayor parte de la masa del cuerpo humano, seguido por el carbono. Un 99% de la masa del cuerpo humano está formada por seis elementos: oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, calcio y fósforo. El contenido de los elementos aluminio y silicio, aunque muy abundantes sobre la Tierra, es notoriamente bajo en el cuerpo humano.

No es tan fácil saber por qué los seres vivos estamos formados por los compuestos derivados del carbono y no de otros elementos más abundantes como el silicio; lo cierto es que la capacidad de combinación del carbono con los otros no metales como hidrógeno y oxígeno o nitrógeno es enorme en las condiciones terrestres, además de los cientos de miles de compuestos naturales de carbono que existen en los seres vivos, los seres humanos hemos sintetizado artificialmente más de 6 000 000 de moléculas orgánicas a partir de petróleo y otros derivados en tan sólo los últimos 150 años.

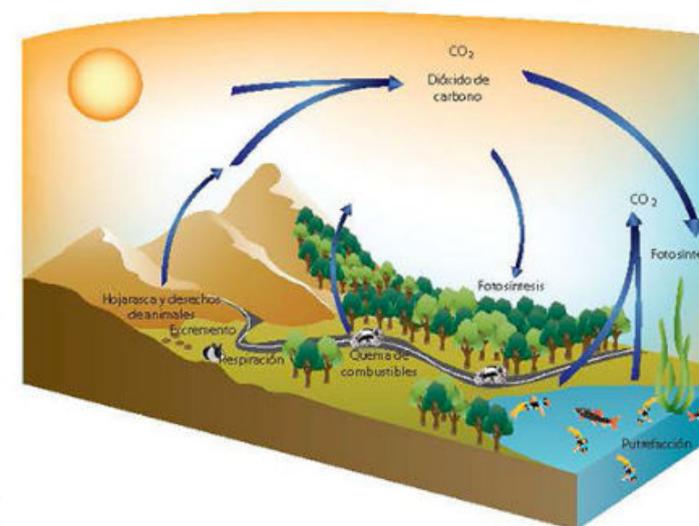


Figura 2.55 Los elementos que forman a los seres vivos y que se encuentran en la corteza terrestre se reciclan constantemente a través de ciclos bioquímico-geológicos, como por ejemplo el carbono, cuyo ciclo puedes observar en la figura.

Tabla 2.3 Abundancia relativa de elementos en la corteza terrestre

Elementos	Porcentaje en peso
Oxígeno	49.5
Silicio	25.7
Aluminio	7.4
Hierro	4.70
Calcio	3.4
Sodio	2.63
Potasio	2.40
Magnesio	1.93
Hidrógeno	0.9
Titanio	0.6
Cloro	0.19
Fósforo	0.11
Magnesio	0.09
Carbono	0.08
Azufre	0.06
Bario	0.04
Nitrógeno	0.03
Flúor	0.03
Otros	0.49

Tabla 2.4 Abundancia relativa de los elementos químicos en el cuerpo humano

Elemento y símbolo	% en el cuerpo humano	Presente en
Oxígeno (O)	65	Todos los líquidos y tejidos, los huesos, las proteínas.
Carbono (C)	10	En todos los tejidos y órganos del cuerpo, es la base estructural del organismo. Carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.
Hidrógeno (H)	3.0	Todos los líquidos y tejidos, los huesos, las proteínas.
Nitrógeno (N)	1.5	Todos los líquidos y tejidos, las proteínas.
Calcio (Ca)	1.0	Los pulmones, riñones, hígado, tiroides, cerebro, músculos, corazón, huesos.
Fósforo (P)	0.35	En proteínas y en fosfolípidos, en ATP (adenosin trifostato, para obtención de energía).
Potasio (K)	0.25	Enzimas, electrolitos en líquidos circundantes a las células.
Azufre (S)	0.15	En proteínas estructurales (queratina, otras).
Sodio (Na)	0.05	Todos los líquidos y tejidos (en forma de ion).

Elementos que componen la materia viva en porcentajes de peso corporal

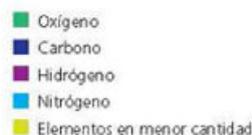
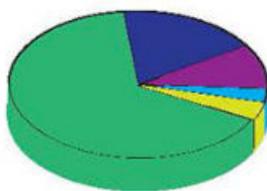


Figura 2.56 Elementos que componen la materia viva en el cuerpo humano.

Actividad

¿Y si estuviéramos hechos de otros elementos?

Imagina y dibuja un ser humano constituido por otros elementos. En tu cuaderno, dibuja un cuerpo humano que estuviese hecho de los 6 elementos más abundantes de la corteza terrestre. ¿Cómo sería nuestra apariencia exterior? ¿De qué materiales podrían estar hechos nuestros huesos y dientes? Fundamenta tus decisiones con lo que has aprendido de los elementos y compuestos químicos hasta ahora.

Revisando lo aprendido

Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara lo que resolviste con tu nueva visión. ¿En qué se parecen? ¿En qué son diferentes?

En tu cuaderno haz una redacción de una cuartilla usando los términos que consideres importantes sobre el tema de la tabla periódica.

Avance de proyecto

En este subtema has aprendido mucho sobre los elementos químicos y su organización en la tabla periódica. Usa aquellos que te sean útiles para el desarrollo de tu proyecto y profundiza en la búsqueda de información que pudiera serte útil. Toma nota de ello en tu bitácora.

Saber más

En los siguientes libros, revistas, páginas de internet y videos puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- ▶ Agafoshin, N. P., *Ley periódica y sistema periódico de los elementos de Mendeléiev*, Madrid, Editorial Reverté, 1977.
- ▶ Asimov I., "Capítulo 8", *Breve historia de la química*, España, Alianza Editorial, 2007.
- ▶ Román Polo, P., *El profeta del orden químico: Mendeléiev*, Madrid, Nivola, 2002.

Revistas:

- ▶ Scerri, E.R., "Evolución del sistema periódico", en *Investigación y Ciencia*, México, 1998, núm. 266.

Páginas de internet:

- ▶ Bioelementos y biomoléculas inorgánicas, <http://goo.gl/WlPaJ> (consultada el 8 de noviembre de 2016).
- ▶ Ciclo del Carbono, <http://goo.gl/KbBl01> (consultada 8 de noviembre de 2016).
- ▶ Tabla periódica interactiva, <https://goo.gl/jsdm01> (consultada 8 de noviembre de 2016).

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).

Enlace químico

Todas las sustancias y los materiales tienen propiedades que les son características, unas son solubles en agua, otras no; unas son sólidas a temperatura ambiente, mientras otras son líquidas o gases; unas son muy reactivas, mientras que otras son inertes. Como ya se ha mencionado antes, estas propiedades son un reflejo directo de cómo se encuentran dispuestos los átomos (separados o unidos) en esa sustancia y por lo tanto, para los químicos es indispensable saberlo para poder conocer mejor los materiales que ya existen así como para diseñar nuevos por medio de reacciones químicas. ¿Cómo dependen?

Lo que pienso

- Quizás tú nunca te lo habías cuestionado pero a lo largo de la historia de la química muchas personas se han preguntado ¿Por qué algunas sustancias se parecen físicamente y sus propiedades son tan distintas?
- ¿Por qué otras que no se parecen tienen propiedades similares?
- ¿Qué es lo que hace que nuestro mundo esté lleno de tantas y tan variadas sustancias con tantas y tan variadas propiedades?

Responde estas preguntas en tu cuaderno de acuerdo con los conocimientos con que ya cuentas. Coméntalo con tu docente y tus compañeros.

Glosario

Reticular: se refiere a sustancias en donde los átomos se unen y distribuyen en forma de red. Ejemplos son el cloruro de sodio y el diamante.

Modelos de enlace: covalente e iónico

En este momento es importante definir que un enlace químico es la interacción física (fuerza) que mantiene unidos a dos o más átomos en una molécula o compuesto **reticular**.

De acuerdo con las diferencias en las propiedades de las sustancias, y con base en el modelo atómico, vamos a estudiar dos formas distintas de interacción electrónica o enlace en las sustancias, el enlace covalente y el enlace iónico. Los electrones involucrados en cualquier tipo de enlace son los electrones de valencia, es decir, aquellos que se encuentran más lejos del núcleo y que se representan por medio de las estructuras de Lewis que ya estudiaste en secuencias anteriores.

A partir de lo que has aprendido hasta ahora de la estructura atómica de cada elemento, estarías en posibilidades de asegurar que, de acuerdo con el modelo de Bohr, el litio es un elemento cuyos átomos tienen tres electrones. Los primeros dos están en la primera órbita o nivel más cercano al núcleo y el tercer electrón lo encontramos en la segunda órbita. A este electrón de valencia se debe que este elemento se encuentre en el Grupo 1 de la tabla periódica y que este metal tienda a formar el catión Li^+ , es decir, que pierda el electrón de su última capa y se quede con una configuración más estable del gas noble más cercano (el helio, con dos electrones).

De igual forma podrías explicar, sólo por ver su posición en la tabla, que el magnesio es un metal que tiende a perder sus dos electrones de valencia cuando forma compuestos; el aluminio, tres, y así sucesivamente.

Es muy importante reconocer que son justamente estos electrones de valencia los que participan en los procesos químicos y son, por lo tanto,

los responsables de la formación de enlaces o uniones químicas. Los tipos de modelos de enlace que los químicos han desarrollado con base en las evidencias experimentales de las sustancias dependen de cuántos electrones haya en la última capa de un átomo, también conocida como capa de valencia.

Los enlaces químicos son esencialmente fuerzas de atracción de naturaleza electrostática entre las partículas que interactúan entre sí. En la formación de un enlace, los átomos pueden perder (metales), ganar (no metales) o compartir (no metales como el carbono) electrones de valencia.

Dependiendo de lo que suceda al medir las propiedades de diferentes sustancias, se establece cuál situación es la que explica mejor ese comportamiento. Es decir, se elige un modelo que ayude a entender mejor la realidad.

Ahora bien, si una sustancia conduce la electricidad en disolución acuosa se asume que su estructura implica la formación de cargas eléctricas en el agua (por ejemplo, al disolver sal en agua), algo que no sucede al disolver azúcar en el mismo líquido (figura 2.57). Tampoco es igual el comportamiento de los metales que el de los no metales, lo cual se traduce en que el enlace entre los átomos de los metales y los de los no metales debe tener características distintas. No hay que olvidar, en cualquiera de los modelos que consideremos, los responsables de las uniones entre los átomos son los electrones de valencia y también hay que tener en cuenta que los átomos son más estables cuando adquieren la configuración de gas noble, es decir, siguen la regla del octeto que ya se explicó anteriormente.

Veamos con detalle cada tipo de enlace para comprender mejor esta idea.

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

El modelo de enlace covalente, el caso de algunos elementos químicos

Para las sustancias que, como el azúcar o el alcohol, no muestran conductividad eléctrica cuando se disuelven en agua, ni en estado líquido, se tiene que recurrir a otro modelo de enlace, ya que al menos en cuanto a sus propiedades, no hay evidencias de que haya presencia de iones y por lo tanto, la atracción de cargas no se ve como una unión posible entre los átomos. En este bloque ya se explicó cómo se forma un enlace covalente a partir de los modelos de Lewis, para ello tomamos como ejemplo la formación de la molécula del gas flúor (F_2). En general, para los elementos que tienen cuatro o más electrones de valencia en su última capa existe otra forma de alcanzar una configuración estable sin perder ni ganar electrones de valencia; es decir, que en el caso de los elementos no metálicos las uniones entre ellos siempre son covalentes, se comparten electrones.

En general, a temperatura ambiente, todos los gases y la mayoría de los líquidos que conocemos (excepto los metales líquidos como el mercurio), están formados por uniones covalentes. Cuando se forma un enlace covalente entre dos átomos iguales, el enlace que se forma se conoce como enlace covalente puro. Todos los elementos no metálicos forman moléculas por medio de este tipo de enlaces, como es el caso del hidrógeno (H_2), el cloro (Cl_2), el bromo (Br_2), el nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2), el fósforo (P_4) y el azufre (S_8).



Figura 2.57 ¿Qué hace tan diferentes a estas dos sustancias?

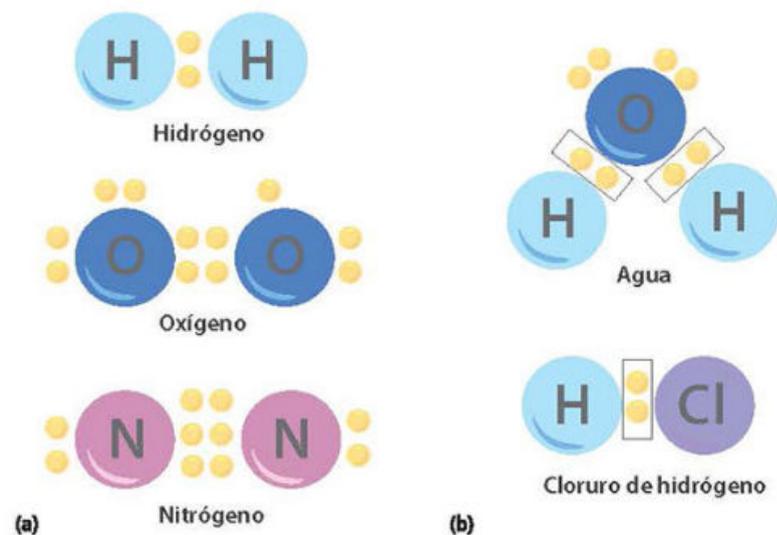


Figura 2.58 Ejemplos de moléculas con a) enlace covalente puro y b) enlace covalente polar.

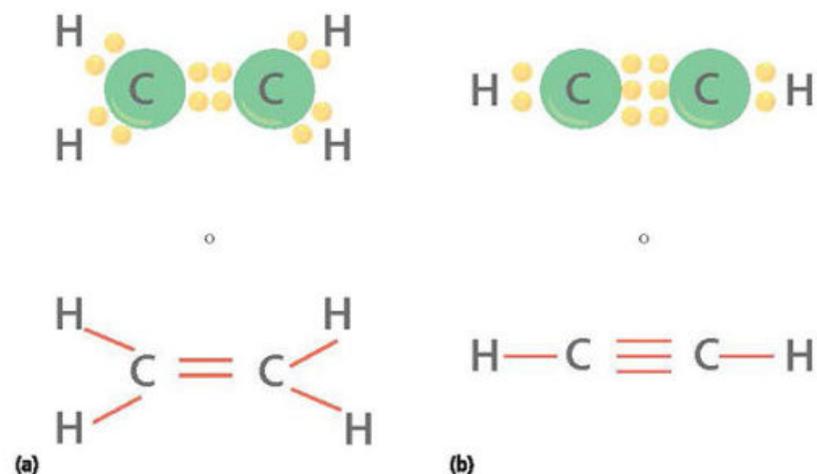


Figura 2.59 a) En el etileno (C₂H₄) se forma un enlace doble entre los dos átomos de carbono, ambos átomos de este elemento aportan dos pares de electrones para completar el octeto. b) En la molécula de acetileno (C₂H₂), cada átomo aporta 3 electrones, de manera que se forma un enlace triple. Los pares de electrones en los enlaces también pueden representarse por medio de líneas, como se ve junto a cada modelo de molécula.

Cuando el enlace covalente se forma con átomos de elementos distintos entre sí el enlace puede ser de tipo covalente polar (donde ambos átomos aportan un electrón, pero un elemento atrae más los electrones del enlace hacia sí). Del enlace covalente polar se hablará más adelante cuando se

estudien con más detalle las propiedades del agua. Observa la figura 2.58 para ver ejemplos de cada tipo de enlace covalente.

Los enlaces covalentes se llaman sencillos cuando se establecen entre un electrón de valencia de dos especies distintas, es decir, cuando se comparte un par electrónico entre dos núcleos. También existen enlaces dobles; esto sucede cuando, para alcanzar el octeto, cada átomo tiene que aportar dos electrones a la zona entre los dos núcleos. Como máximo dos átomos pueden formar enlaces triples, es decir, cada átomo puede aportar hasta tres electrones al enlace para alcanzar el octeto. Observa la figura 2.59 para ver ejemplos de enlaces covalentes puros, dobles y triples.

En cuanto a su estructura macroscópica, los compuestos covalentes pueden ser gaseosos, líquidos o sólidos, de manera que no es tan fácil pensar en un modelo tridimensional.

Lo que sí se puede asegurar es que los compuestos gaseosos y líquidos así como los compuestos de bajo punto de fusión (aunque formen cristales sólidos a temperatura ambiente) son moleculares. Como ejemplos tenemos la molécula de dióxido de carbono (gas), la molécula de alcohol etílico (líquido) y la molécula de azúcar (sólida). A medida que los compuestos covalentes aumentan su temperatura de fusión y su dureza hay que pensar en estructuras de red, como sucede en el caso del diamante o el cuarzo.

Actividad

Modelos de enlace covalente

¿Cómo modelarías la molécula de un gas?, ¿y la de un líquido covalente? ¿Cómo modelarías la estructura del diamante o del cuarzo? Para empezar a hacer modelos empezaremos por moléculas sencillas. Formen equipos de tres o cuatro integrantes y consigan bolitas de unicel de diferentes tamaños.

- ▶ Cinco pequeñas (sin pintar) que representarán átomos de hidrógeno
- ▶ Tres medianas (pintadas de rojo) que representarán átomos de oxígeno
- ▶ Dos un poco mayores (pintadas de azul) que representarán átomos de nitrógeno
- ▶ Una grande (pintada de verde) que representará al átomo de cloro
- ▶ Suficientes palillos de dientes que representarán los enlaces.
- ▶ Hilo y cinta adhesiva para colgar los modelos en el salón.



Figura 2.60 Los materiales que necesitas para realizar esta actividad. Puedes sustituir las bolitas de unicel por bolitas de plastilina del color especificado. Recuerda que el unicel es un material contaminante; la plastilina también contamina, pero es más fácil de reutilizar.

Usando como referencia la figura 2.58, arma la representación de las diferentes moléculas ahí descritas (H_2 , O_2 , N_2 , H_2O y HCl). Considera siempre que un enlace en el que se comparten dos electrones estará representado por un palillo.

Comparen sus modelos con los de sus compañeros y en caso de que haya diferencias entre ellos, consulten con su docente a qué se deben éstas. Al terminar exhiban (pidan autorización para ello) los diferentes modelos pegándolos en el techo de su aula para que puedan verlos cuando les haga falta.

Glosario

Disolvente polar: sustancia que contiene una fracción donde se establece una diferencia parcial de carga eléctrica. El agua es un disolvente polar, con una fracción negativa cercana al oxígeno y una fracción positiva cercana a los hidrógenos.

Capacidad calorífica: se refiere a la energía que se necesita para aumentar una unidad la temperatura de un cuerpo.

Tensión superficial: es la cantidad de energía que se necesita para aumentar la superficie de un líquido.

El agua, un compuesto esencial en nuestro planeta

El agua es un compuesto único en la naturaleza, la rareza de sus propiedades hace posible fenómenos tan extraordinarios como la vida en el planeta y el control del clima. Seguramente en cursos anteriores de ciencias habrás leído u oído que el agua es un **disolvente polar**. ¿Qué significa esto? Cuando una molécula está formada por dos tipos de átomos diferentes entre sí, la fuerza con la que cada uno de los núcleos atrae a los electrones que forman el enlace es diferente.

Consideremos la molécula del agua, sabemos que su fórmula es H_2O , lo cual nos dice que cada molécula de la sustancia está formada por la unión de dos átomos de hidrógeno a uno de oxígeno, a través de lo que se conoce como un enlace covalente polar.

Hoy sabemos que este enlace le proporciona, junto con los electrones libres del átomo de oxígeno, una geometría en forma de V donde los átomos de hidrógeno se acomodan del mismo lado y los electrones libres en el lado contrario. Esta peculiar geometría permite que cada molécula de agua establezca interacciones con otras moléculas lo cual le proporciona propiedades extraordinarias como su alto punto de fusión y ebullición, su alta **capacidad calorífica** y su alta **tensión superficial**.

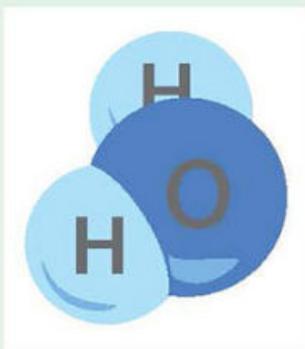


Figura 2.61 Modelo de una molécula de agua. Los dos átomos de hidrógeno se encuentran unidos a un átomo de oxígeno, ambos del mismo lado. Los átomos de hidrógeno forman un ángulo de 45° y uno de 104.5° entre los enlaces $O-H$.

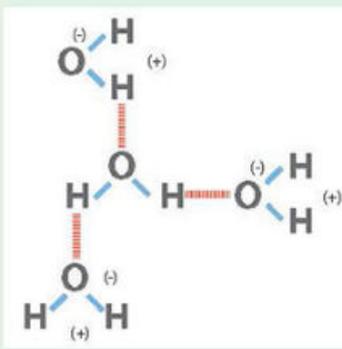


Figura 2.62 Las interacciones que se dan entre una molécula y sus "vecinos" son débiles y se establecen entre los oxígenos de una molécula de agua y los hidrógenos de otra molécula de agua vecina. Se les conoce como "puentes de hidrógeno".

Por cierto

El modelo de enlace iónico, el caso de la sal

El cloruro de sodio es una sustancia que, al disolverse en agua, permite el paso de la corriente eléctrica, lo cual pone en evidencia la existencia de partículas cargadas, es decir, la formación de iones. Esto hace pensar que en la sal los átomos que la forman están unidos por medio de la atracción de las cargas opuestas de esos iones, unos deben ser positivos y los otros negativos (figura 2.63).

Esto se explica al reconocer que los átomos de la parte metálica de cualquier sal suelen tener pocos electrones de valencia, y se estabilizan al perderlos.

Por otro lado, los átomos no metálicos en el compuesto tienen un número cercano a ocho electrones de valencia y se estabilizan al ganar los que le faltan para el octeto. Una vez que se forman los iones de cada elemento, la atracción entre las cargas contrarias es inevitable, se forma entonces un compuesto iónico como por ejemplo la sal.

En cuanto a su estructura, el hecho de que todas las sales sean sólidas a temperatura ambiente, tengan altos puntos de fusión (superiores generalmente a los $700^\circ C$), conduzcan la electricidad al estar fundidas o disueltas en agua y que la mayoría sean bastante solubles en agua son evidencias de que los iones positivos (cationes) metálicos y los iones negativos (aniones) de los no metales se unen formando estructuras en forma de red con una estructura geométrica regular, como la cúbica que puedes observar en los cristales de la sal. La siguiente actividad experimental les ayudará a ir construyendo un modelo iónico personal.



Figura 2.63 Formación de una entidad de cloruro de sodio, una sustancia iónica.

Actividad experimental (laboratorio)

Determinación de algunas propiedades de las sustancias

Propósitos

- Observar la solubilidad en agua, la conductividad eléctrica y la temperatura de fusión de algunas sustancias.
- Establecer la relación entre las propiedades de las sustancias, su tipo de enlace y su estructura.

Materiales

- Una cucharadita de cloruro de sodio (sal de mesa)
- Una cucharadita de sacarosa (azúcar común)
- Un pedacito de azufre
- Una cucharadita de sulfato de cobre (u otra sal metálica)
- Un pedacito de cristal de cuarzo (opcional)



Figura 2.64 ¿Cuál sustancia conduce? ¿Por qué?

Procedimiento

1. Investiguen la temperatura de fusión de cada una de las sustancias, consultando en internet o en libros.

2. Agreguen una cucharadita o pedacito de cada sustancia a un poco de agua y agiten. Observen lo que sucede.
3. Para las sustancias que se disolvieron bien en agua hagan la prueba de conductividad con el dispositivo que se muestra en la figura 2.64.
4. Llenen la siguiente tabla:

Sustancia	Punto de fusión (°C)	Solubilidad en agua	Conduce la electricidad en estado sólido	Conduce la electricidad en disolución acuosa

Análisis de resultados

Respondan las preguntas siguientes, en los tres casos justifiquen sus respuestas con argumentos válidos tanto teóricos como experimentales:

- ¿De cuáles sustancias sus propiedades hacen pensar que se trata de un compuesto con enlace iónico?
- ¿De cuáles sustancias sus propiedades hacen pensar que se trata de un compuesto o elemento con enlace covalente?

Actividad

Realizando el modelo del cloruro de sodio

¿Cómo te imaginas que están acomodados los átomos de sodio y cloro para poder explicar las propiedades estudiadas en la actividad anterior?

Reúnete con tu equipo y, con base en la información anterior, elaboren un modelo tridimensional para el cloruro de sodio. Tomen en cuenta todas las evidencias teóricas y experimentales sobre este compuesto. Hacer un modelo pondrá en juego todos tus conocimientos, además de las habilidades y destrezas manuales con las que cuentas. Utiliza toda tu creatividad en la decisión de los materiales a utilizar.

Luego, en una sesión para compartir resultados, pasen al frente del grupo a explicar cómo hicieron su modelo y cuáles propiedades justifican el haberlo elaborado de esa forma. Comparen su modelo con los de sus compañeros y determinen entre todos cuáles son realmente útiles para explicar las propiedades de la sal.



Figura 2.65 Cuando modelas utilizas a la vez todos tus conocimientos y tu creatividad.

Revisando lo aprendido

Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara lo que resolviste entonces con tu nueva visión. ¿En qué se parecen? ¿En qué son diferentes? ¿Con lo que sabes puedes contestarlas totalmente?

Explica con tus propias palabras el significado de los términos clave: interacciones electrostáticas, transferencia de electrones, reticular, compartición. ¿Identificaste otros términos importantes en la secuencia? Agrégalos a tu diccionario científico.

En tu cuaderno, escribe un mapa mental utilizando los conceptos más importantes trabajados en esta sección y muestra en él cómo es que están relacionados.

Avance de proyecto

Hasta ahora has buscado y analizado una gran cantidad de información que seguramente te será útil para la culminación de tu proyecto. Se va acercando el momento de sacar conclusiones y de ir preparando la presentación que harás a tus compañeros y profesores. Piensa cuál será la forma ideal de hacerla ya que puedes hacer trípticos, cartulinas y hasta conferencias en las que te apoyes con presentaciones realizadas en computadora.

Saber más

En la siguiente página de internet puedes revisar los conceptos sobre el enlace químico y unos atractivos interactivos:

- Enlaces entre átomos, <http://goo.gl/Q1A4J> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa

Integración y aplicación

Aprendizajes esperados

Al término de este proyecto el alumno:

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

Sugerencias de opciones de proyecto

- ¿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?

Elementos químicos y salud

“La sal de la vida”. Así suele llamarse todavía a las personas que son simpáticas y amables en muchas partes del mundo. ¿Por qué crees que se les diga así? Pues sólo piensa en cómo saben unas papas o una rebanada de jícama sin sal, buenas, pero sosas. La sal, el cloruro de sodio, ha hecho la vida posible y más agradable desde tiempos inmemorables. Tan importante es que la palabra “salario” viene del latín *salarium*, la ración de sal que se les daba a los soldados durante sus campañas de conquista por toda Europa. Y no sólo para los humanos sino para todos los mamíferos. Es posible mover rebaños enteros de ganado tan sólo desplazando cubos de sal de un lado a otro, así es, la vaca buscará la sal de forma instintiva para sobrevivir. Cloruro de sodio, potasio, calcio, magnesio, flúor, yodo, cinc y hierro ¿te suenan de tus cajas de cereales favoritos? Como ves, necesitamos no sólo sales de sodio como minerales en nuestra dieta; también tenemos que incluir otras sales que proveen de los elementos que le son indispensables para su buen funcionamiento.



Figura 2.66 Seis tipos de sal marina, un condimento muy apreciado por las gastronomías de todo el mundo.

Y al igual que las sales son esenciales para el buen funcionamiento de nuestro organismo, existen algunos elementos que, además de ser componentes de la corteza terrestre, son esenciales para mantener el metabolismo de nuestro cuerpo. Estos elementos son llamados metales pesados (como el cobre, el selenio y el cinc) y en concentraciones altas pueden provocar envenenamiento, el cual se produce regularmente por beber agua contaminada (por tuberías de plomo), por altas concentraciones en el aire o a través de la cadena alimenticia.



Figura 2.67 La contaminación de aguas fluviales con metales pesados tiene graves consecuencias.

A lo largo del bloque has conocido modelos y aprendido conceptos que te darán una idea sobre la manera en que los organismos aprovechan los minerales y metales pesados para realizar sus principales funciones metabólicas. Sin estas sustancias elementales las enfermedades y los trastornos generales de salud son prácticamente inevitables. En este proyecto, la investigación consistirá en identificar cuáles son estos elementos vitales y cuál es su función en el cuerpo.

¿Cómo empezar?

Al igual que en el bloque anterior, lo primero que deben hacer para dar respuesta a la pregunta que dirige el proyecto es organizarse como equipo de trabajo. Posteriormente será indispensable que asimilen los nuevos conocimientos y habilidades que estudiaron en este bloque y reconocer las actividades que, a lo largo de cada tema, podrán apoyar la elaboración del mismo. Al abordar el tema de la tabla periódica estudiaron las características

de algunos elementos químicos. Con ello pudieron fundamentar con más conocimientos lo que necesitan hacer para realizar su proyecto. Ahora no nos queda más que decir, de nuevo, ¡manos a la obra!

Actividades exploratorias

Tus compañeros y tú pueden investigar en diversos medios (periódicos, revistas, libros e internet) sobre los elementos beneficiosos o nocivos para el cuerpo humano y el ambiente. Utilicen la misma carpeta que en el bloque I y coloquen ahí todos los artículos, notas, textos e imágenes que estén relacionados con el tema del proyecto.

Les sugerimos

Empezar su investigación centrándose en preguntas como las siguientes:

- ▶ ¿De qué forma encontramos los distintos elementos químicos en el cuerpo?
- ▶ ¿Se encuentran puros o disueltos en algún medio para llegar a las células y tejidos donde son necesarios?
- ▶ ¿En qué concentraciones se encuentran en el organismo?



Figura 2.68 Sólo una alimentación equilibrada y variada permite proveer a nuestros cuerpos con ciertos elementos químicos, los lácteos proveen calcio (a); los frutos secos, fósforo (b); los frijoles, selenio (c); los camarones, zinc (d); los granos enteros, cromo (e).

- ▶ ¿Cuáles son capaces de producir efectos nocivos en el medio ambiente y en la salud?
- ▶ Elaboren una tabla con la información y guárdenla para la siguiente fase del proyecto.

Ahora ustedes...

Si decidieron trabajar alguno de los dos proyectos planteados, los pasos siguientes consisten en buscar más información que complemente lo realizado. Algunas de las actividades de este bloque les serán de mucha utilidad; éstas, sumadas a las que ustedes realizaron por su cuenta, darán forma final a su investigación.



Figura 2.69 Las industrias minera (a), metalúrgica (b) y textil (c), entre otras, si no tienen establecidos controles adecuados producen emisiones de metales que pueden causar intoxicaciones a quienes laboran ahí y contaminación al medio ambiente. Entre los metales que más comúnmente tienen efectos adversos en el entorno y la salud se cuentan el cromo, el plomo (d) y el mercurio (e).

Sugerencias bibliográficas:

- ▶ Video: Tabla periódica. Colección el mundo de la química, vol. IV.
- ▶ Chamizo, J.A, Garritz, A., *Química terrestre. La ciencia para todos*, México, FCE, 1995.
- ▶ Gasque, L., “Mercurio, el metal bello y venenoso”, en *¿Cómo ves?*, núm. 101, México, abril de 2007, núm. 101.

Recapitulen lo investigado...

Hasta ahora han realizado una serie de actividades relacionadas con las propiedades, fuentes y usos de los diferentes elementos químicos; ahora es momento de integrar todo esto para responder la pregunta de inicio. Veamos cuáles fueron y qué se logró aprender con cada una y cómo se recuperan para el proyecto.

Actividad	Propósito	Vinculación con el proyecto
Separación y composición de mezclas.	Observar las propiedades macroscópicas de diferentes mezclas.	Reconocer que los elementos que son necesarios para el cuerpo humano se aprovechan en forma de mezclas en el organismo.
Definir una pregunta de investigación.	Saber hacer buenas preguntas.	Ampliar las habilidades de desarrollar proyectos de investigación.
Utilizando el lenguaje químico.	Aprender a utilizar la nomenclatura química.	Los elementos del cuerpo tienen todos una simbología asociada que hay que conocer.
Los metales en nuestra vida.	Identificar los instrumentos de nuestra vida diaria que están contruidos con metales. Reflexionar sobre la manera en que éstos impactan sobre la salud y el medio ambiente.	Existen metales que son necesarios para conservar nuestra salud, sin embargo, algunos de ellos a concentraciones altas, pueden ser nocivos.
¿Y si estuviéramos hechos de otros elementos?	Reflexionar sobre el hecho de que somos como somos debido a los elementos que nos constituyen.	Los elementos en nuestro cuerpo nos brindan salud, pero a altas concentraciones algunos pueden ser dañinos.
Las propiedades de los elementos y su comportamiento.	Describir mediante actividades experimentales las propiedades de algunos elementos.	Identificar las propiedades de algunos elementos importantes en nuestro organismo.

Integren

Nuevamente cuentan en este momento con información útil sobre el tema de investigación. Analicen todo lo investigado y aprendido y con la ayuda de su docente decidan si ya es posible dar respuesta a su pregunta de investigación; de no ser así, completen la información necesaria.

Elaboren el informe y presenten sus resultados

Como en la ocasión anterior es momento de sentarse, organizar toda la información y ponerse a escribir, para después entregar un trabajo escrito a su docente y dar a conocer entre sus demás compañeros y —¿por qué no?— al resto de la comunidad escolar, el resultado de toda su investigación. Recuerden todas las recomendaciones del anexo 2 y del bloque V para hacer un buen informe y una mejor presentación frente al grupo.

Para ello ponte de acuerdo con tu docente y con el resto de tu grupo para ver qué materiales de presentación (cartel, tríptico, maqueta) acompañarán el trabajo escrito. Recuerda planificar bien la actividad tomando en cuenta el material que necesitas para realizarla. También ayuda el planificar la forma de presentarlo, si van a organizar una conferencia plenaria, o bien una feria de ciencias en el patio de la escuela, o un periódico mural donde se presenten los trabajos de todos los equipos.



Figura 2.70 Con la coordinación de tu docente comparte los conocimientos que adquiriste durante tu investigación, presentándolos con los de los demás equipos.

Evalúen

Ahora que han terminado la investigación elaboren una presentación en la que expongan y analicen los resultados obtenidos, reúnanse con los demás equipos y, coordinados por su docente, expongan sus experiencias a lo largo del desarrollo del proyecto, lo que les gustó, lo que no y lo que aprendieron de la experiencia. Reflexionen también sobre lo que pueden mejorar en los próximos proyectos.

Ahora que has presentado el resultado de todo tu trabajo en este proyecto, es momento de que reflexiones sobre la forma en que lo has desarrollado, tanto individualmente como en parejas y en equipo. Para ello, te sugerimos completes la siguiente tabla.

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
En el trabajo individual				
Organicé y recopilé cada una de las actividades que fui desarrollando a lo largo de cada tema y que podrían sernos útiles para armar nuestro proyecto.				
Fui capaz de compartir con los integrantes de mi equipo la información que recibí durante cada uno de los temas que fue relevante para la realización de nuestro proyecto.				
En las actividades realizadas en parejas				
Me organicé con mi pareja para buscar información de manera que cada uno de nosotros se enfocara en cuestiones diferentes.				
Compartí con mi pareja la información recabada; entre los dos la seleccionamos y decidimos cuáles eran las cuestiones más importantes que debíamos incluir en nuestro trabajo.				
En las actividades realizadas en equipo				
Fuimos capaces de ponernos de acuerdo para elegir un tema, escuchando y respetando siempre las opiniones de los demás.				
Respetamos el cronograma de trabajo acordado al inicio del proyecto.				
Llegamos a un acuerdo sobre la manera en que se presentaría el trabajo final.				
Contribuimos todos de manera equitativa en la organización, la planeación y el desarrollo de todo el trabajo.				



Es momento de que pongas en práctica todo lo aprendido a lo largo del bloque, ahora de manera individual, de forma que tu docente pueda evaluar tus avances en conocimientos, habilidades y actitudes. Contesta las preguntas o lleva a cabo las actividades según las instrucciones.

Los elementos, el ambiente y la salud

Solamente 22 de los 112 elementos químicos hallados en la corteza terrestre son componentes esenciales de los organismos vivos. La distribución de estos elementos químicos en los organismos vivos no está en la misma proporción con que existen en la corteza terrestre. Los cuatro elementos más abundantes en la corteza terrestre son el oxígeno, el silicio, el aluminio y el hierro. En contraste, los cuatro elementos más abundantes en los organismos vivos son el oxígeno, el carbono, el hidrógeno y el nitrógeno, que constituyen alrededor del 99% de la masa de muchas células.

Estos cuatro elementos (O, C, H y N) poseen una propiedad común: forman con facilidad enlaces covalentes mediante el reparto de pares de electrones. Para completar sus capas electrónicas externas y, de este modo, formar enlaces covalentes estables, el hidrógeno necesita solamente un electrón; el oxígeno, dos; el nitrógeno, tres, y el carbono, cuatro. Los cuatro elementos pueden reaccionar unos con otros para formar un gran número de compuestos covalentes diferentes.

Pregunta 1.1

¿Cuál de estas afirmaciones hechas en el texto se podrían comprobar mediante una investigación científica en el laboratorio por medio de pruebas químicas? Rodea con un círculo Sí o No para cada una de ellas.

Aseveración en texto	Puede comprobarse por medio de pruebas químicas en el laboratorio
Solamente 22 de los 112 elementos químicos hallados en la corteza terrestre son componentes esenciales de los organismos vivos.	Sí / No
Los cuatro elementos más abundantes en la corteza terrestre son el oxígeno, el silicio, el aluminio y el hierro.	Sí / No
Los cuatro elementos más abundantes en los organismos vivos son el oxígeno, el carbono, el hidrógeno y el nitrógeno.	Sí / No
Estos cuatro elementos (O, C, H y N) poseen una propiedad común: forman con facilidad enlaces covalentes mediante el reparto de pares de electrones.	Sí / No
El hidrógeno necesita solamente un electrón, dos el oxígeno, tres el nitrógeno y cuatro el carbono.	Sí / No

Pregunta 1.2

Siguiendo el ejemplo de la primera fila en la siguiente tabla y de acuerdo con lo que se dice en la lectura, decide con cuántos átomos de hidrógeno se estabilizan (completan sus pares electrónicos) los átomos de:

Átomo que se enlaza con H	Número de átomos de H y número final de electrones en el compuesto
A Carbono	4; 8
B Nitrógeno	
C Oxígeno	
D Hidrógeno	

Pregunta 1.3

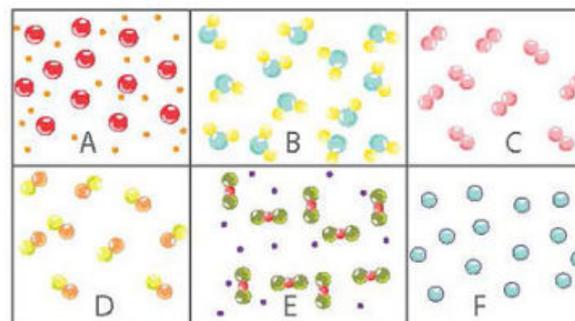
De los materiales y organismos mencionados en la lectura identifica cuáles son o presentan mezclas, compuestos y elementos.

Pregunta 1.4

Para los que son o incluyen mezclas, elige una de ellas y elabora un diagrama en el que expliques qué pasos seguirías y a través de qué métodos podrías separarla en sus componentes.

Pregunta 2

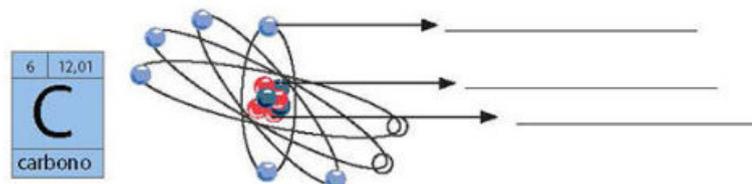
Observa con atención el esquema que aparece a continuación e identifica cuáles dibujos representan mezclas, cuáles compuestos y cuáles elementos. Explica el porqué de cada una de tus elecciones.



A) _____ B) _____ C) _____
 D) _____ E) _____ F) _____

Pregunta 3

a) Indica en cada una de las flechas qué parte del átomo está representada en el siguiente esquema, de acuerdo con el modelo atómico de Rutherford.



b) ¿Cuáles son, de las que señalaste en el modelo en el inciso (a), las partículas responsables de la formación de los enlaces entre átomos?

Pregunta 4

Representa, usando el modelo de Lewis, los siguientes compuestos. Escribe a continuación, usando la simbología química, su fórmula. Guíate por el ejemplo.

Nombre del compuesto	Representación de Lewis	Fórmula química
Agua	H-O: H	H ₂ O
Sulfuro de hidrógeno		

Nombre del compuesto	Representación de Lewis	Fórmula química
Oxígeno		
Ión bromuro		

Lothar Meyer y Dimitri Mendeléiev, el desarrollo de la carrera por la tabla periódica

Julius Lothar Meyer (1830-1895) y Dimitry Mendeléiev (1834-1907) trabajaron en la Universidad de Heidelberg con cinco años de diferencia; Meyer nació en una familia con legado científico, mientras que Dimitri no. Ambos fueron al mismo congreso en Karlsruhe en 1860 donde aprendieron los aspectos relevantes de los descubrimientos de Stanislao Canizzaro y de la hipótesis de Amadeo Avogadro. De ahí surgió en ambos el interés por los pesos atómicos. Los dos descubrieron –mientras escribían sus libros de texto de Química– la necesidad de un orden para presentar los más de 60 elementos conocidos en el momento. En su primer trabajo en 1864, Meyer organizó 28 de los elementos por su peso atómico y formó seis grupos basándose en sus propiedades físicas y químicas. En estas familias dejó espacios en blanco para los elementos que aún no se descubrían. En 1867, Mendeléiev también se vio frente a la necesidad de explicar y organizar los elementos para su texto titulado Principios de la química (editado hasta 1871). Fue entonces que escribió un artículo publicado en 1869 donde proponía la ley periódica y organizó en una sola tabla todos los elementos conocidos, donde también dejó huecos, además de que previó las propiedades químicas de tres de los elementos que faltaban a partir de las propiedades de los cuatro elementos vecinos.

Como verás, ambos científicos desarrollaron trabajos muy similares; sin embargo, los créditos siempre han sido para Mendeléiev, aunque el trabajo de Meyer se publicara antes. La vida de Meyer siempre estuvo dirigida a la investigación y a la enseñanza, mientras que Mendeléiev dirigió sus interés a la vida social y a la política. ¿Curioso no?

Pregunta 5.1

¿Cuál de las siguientes preguntas trataban de responder Meyer y Mendeléiev?

- A ¿Por qué es importante organizar los elementos en una tabla?
- B ¿Qué nos dice la tabla que se genera al acomodar los elementos químicos de manera creciente por su peso atómico?
- C ¿Qué propiedades físicas y químicas generan espacios libres en los elementos no encontrados?
- D ¿Por qué estamos trabajando en cosas tan parecidas si hay tanto por investigar?

Pregunta 5.2

¿Por qué tanto Meyer como Mendeléiev dejaron huecos o espacios vacíos en las tablas que generaron por separado?

- A Porque se dieron cuenta de que, por datos de peso atómico, faltaban elementos por descubrir.

- B Porque ambos escribieron artículos donde explicaron la ley periódica que habla del aumento del peso atómico
- C Porque ambos conocieron los descubrimientos de Canizzaro y de Avogadro al mismo tiempo
- D Porque a finales de siglo XIX era común dejar trabajos inconclusos que otros científicos continuaban.

Pregunta 5.3

¿Cuál es la única diferencia que en su momento hizo más valioso el trabajo de Mendeléiev que el de Meyer? Explícala con tus propias palabras y da tu opinión sobre si es justo que la Tabla Periódica lleve el nombre de uno solo de los científicos.

Pregunta 6

Completa lo que se te solicita en el siguiente esquema de la tabla periódica; utiliza los conceptos abajo enlistados.

TABLA PERIÓDICA

- a. metales
- b. no metales
- c. metaloides
- d. símbolo de silicio
- e. número de la familia de los halógenos
- f. número atómico de la plata
- g. número de protones del argón

Encierra en un círculo los elementos importantes para los seres vivos y luego escribe sus nombres.

Pregunta 7

Observa a tu alrededor y, de los objetos, seres y estructuras que te rodean, identifica y anota cinco ejemplos de materiales que estén contruidos con elementos metálicos y otros cinco con no metálicos. Búscalos en la Tabla Periódica y anota:

- a) Grupo al que pertenece
- b) Familia a la que pertenece
- c) Símbolo
- d) Número atómico
- e) Masa atómica
- f) Valencia

Autoevaluación

Reflexiona sobre lo que has aprendido en este bloque. Y después marca el cuadro que describa mejor cómo te sientes con respecto a cada aprendizaje esperado.

1. Puedo hacerlo.
2. Tengo idea, pero no lo domino.
3. No puedo hacerlo.

Contenido	1	2	3
• Establezco criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos considerando su composición y pureza.			
• Represento y diferencio mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.			
• Identifico los componentes del modelo atómico de Bohr (protones, neutrones y electrones), así como la función de los electrones de valencia para comprender la estructura de los materiales.			
• Represento el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.			
• Represento mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes).			
• Establezco criterios para clasificar materiales cotidianos considerando su composición y pureza.			

Contenido	1	2	3
• Represento y distingo mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.			
• Identifico los componentes del modelo atómico de Bohr, así como la función de los electrones de valencia.			
• Represento el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.			
• Represento mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes).			
• Identifico algunas propiedades de los metales y las relaciono con diferentes aplicaciones tecnológicas.			
• Identifico aquellos productos elaborados con diferentes metales con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reuso y reciclado.			
• Identifico 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.			
• Identifico la importancia de la organización y sistematización de elementos con base en su masa atómica, en la tabla periódica de Mendeléiev.			
• Argumento la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.			
• Identifico la información de la tabla periódica, analizo sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.			
• Identifico que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.			
• Relaciono la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.			
• Identifico las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.			
• Explico las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).			
• Identifico que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular).			
• A partir de situaciones problemáticas, planteo preguntas, actividades y recursos necesarios, considerando lo estudiado en el bloque.			
• Planteo estrategias con el fin de dar seguimiento a mi proyecto, reorientando mi plan en caso de ser necesario.			
• Argumento y comunico, por diversos medios, algunas alternativas para evitar los impactos en la salud o el ambiente de algunos contaminantes.			
• Explico y evalúo la importancia de los elementos en la salud y el ambiente.			

La transformación de los materiales: la reacción química

Competencias que se favorecen

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

Aprendizajes esperados

Al terminar el estudio de este bloque, el alumno:

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).
- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.
- Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.
- Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.
- Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.
- Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.
- Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.
- Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.
- Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad.
- Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.
- Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.
- Selecciona hechos y conocimientos para planear la explicación de fenómenos químicos que respondan a interrogantes o resolver situaciones problemáticas referentes a la transformación de los materiales.
- Sistematiza la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas maneras utilizando el lenguaje químico, y propone alternativas de solución a los problemas planteados.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto, y considera la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados.

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.

Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

¿Se puede crear o destruir materia en una reacción química? Todo el tiempo ocurren cambios químicos a tu alrededor. Posiblemente no los puedes detectar porque suceden de manera muy rápida o muy lenta, porque no se ven a simple vista y son silenciosos o porque no te dan evidencias claras de que están sucediendo. Pero otros, como la oxidación de los metales o la combustión de la leña en una fogata, son cambios químicos más que evidentes y comunes (figura 3.1).



Figura 3.1 ¿Qué reacciones químicas reconoces en estas fotografías?

Ya has estudiado algunas de estas transformaciones en tus cursos de Ciencias 1 y 2, y es posible que sepas que a lo largo de la historia los humanos hemos modificado nuestro ambiente, algunas veces sin saberlo, haciendo cambios químicos. De hecho, la cocina es el lugar donde cotidianamente más cambios químicos podemos ver ya que allí se somete a los alimentos a transformaciones muy evidentes durante la cocción o preparación de platillos. Se puede reconocer, por ejemplo, la cocción de un pastel, puesto que los cambios en la mezcla antes y después del calentamiento son muy evidentes. La respiración es una continua secuencia de reacciones químicas que se llevan a cabo a una velocidad extraordinaria y, con cada bocanada de oxígeno (O_2), este elemento reacciona dentro de las células con las moléculas de glucosa almacenadas para obtener energía y formar dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), que son exhalados tan sólo unos segundos después. Si no existieran reacciones químicas, tampoco nosotros estaríamos aquí, y la vida, como la conocemos, no sería posible.

Lo que pienso

- ¿Puedes identificar otros cambios químicos a tu alrededor además de los mencionados?
- ¿Crees que las sustancias de las que está constituido todo lo que somos y nos rodea desaparecen o se transforman cuando se ven involucradas en algún cambio químico?
- ¿Es sencillo saberlo? ¿Por qué?

¿Cambios físicos o químicos?

Para ti no es novedad que el cambio es algo permanente en el mundo. Además no todos los cambios son iguales. En cursos anteriores estudiaste los cambios físicos ya sea de posición, de velocidad o de forma. Veamos si puedes diferenciarlos de los cambios químicos. En parejas de trabajo clasifiquen los siguientes enunciados como cambios físicos o químicos y expliquen por qué. Al terminar, elaboren en sus cuadernos una tabla con la clasificación realizada y compartan las razones con el resto de sus compañeros.

- Caída de agua en una cascada.
- Cambio de color de duros dejados a la intemperie.
- Moldear un pedazo de plastilina para darle una forma específica.
- Disolución de una tableta efervescente en agua.



Figura 3.2 ¿Qué tipo de cambio experimentan unas tabletas efervescentes y el agua al caer por una cascada?

Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

Hemos visto que en el mundo que nos rodea algunos de los cambios químicos suceden **espontáneamente**, por ejemplo, lo que ocurre al oxidarse un metal, al revelar un rollo fotográfico, al procesar los alimentos, al combinarse en la atmósfera los óxidos de nitrógeno o de azufre con el agua, al caer la **lluvia ácida** sobre las fachadas de los edificios, etcétera.

A este tipo de cambios también se les conoce como reacciones químicas y para asegurar que un cambio de este tipo ha ocurrido, al término del proceso tiene que haber sustancias que no había al principio. En ocasiones, al formar algunas mezclas, parece que se llevan a cabo reacciones, pero al separar los componentes, debemos analizar si éstos han sufrido algo más que una interacción física y que, por lo tanto, han cambiado algunas de sus propiedades, como el estado de agregación o la conductividad, entre otras.

Algunas manifestaciones de las reacciones químicas

Pero ¿cómo saber, con mayor seguridad, que ha ocurrido una reacción química al poner en contacto distintas sustancias? Hay algunas pistas como las siguientes manifestaciones:

Cambio de color. Por ejemplo, cuando se deja un objeto de plata expuesto al aire pronto se pone de color oscuro (formación de sulfuro de plata, que es negro) debido a la presencia de dióxidos de azufre en el aire de las grandes ciudades (figura 3.3). Otro ejemplo, más o menos común, es cuando se agrega limón al té negro; en este caso puedes observar un cambio de coloración debido a la reacción entre el ácido del limón y las sustancias contenidas en el té, lo que hace que éste cambie de café rojizo a amarillo.

Liberación de energía. Es muy evidente cuando suceden reacciones en las que se desprende luz y calor. Por ejemplo, cuando se quema una cinta de magnesio en presencia de oxígeno, es muy visible la liberación de energía calorífica y luminosa.

Liberación de un gas (efervescencia). Hay casos muy evidentes y conocidos de este tipo de cambio químico. Por ejemplo, cuando se pone en contacto el ácido acético del vinagre con bicarbonato, con la consecuente formación de dióxido de carbono. Asimismo notamos que sucede una reacción cuando se desprende un gas (hidrógeno) (figura 3.4) al poner un pedazo de metal (magnesio o potasio) en agua.

Glosario

Espontáneamente: cuando un cambio se produce por sí solo, sin agentes externos que lo provoquen.

Lluvia ácida: que se produce por la reacción de los óxidos de nitrógeno y azufre de la atmósfera con el agua. Los óxidos provienen principalmente de la contaminación industrial y de los medios de transporte.



Figura 3.3 Los objetos de plata, como la jarra de la figura, adquieren un color pardo o negruzco cuando se oxidan por acción del oxígeno del aire.



Figura 3.4 Cuando el potasio reacciona con el agua se desprende hidrógeno gaseoso, además de luz y calor.



Figura 3.5 Precipitado de sulfato de bario cuando reaccionan hidróxido de bario y sulfato de cobre.

Formación de un precipitado. Se dice que se formó un precipitado cuando, como producto, se crea una sustancia sólida insoluble en el medio de reacción. Como ejemplo, la formación de sales de calcio, bario o plomo, muy insolubles en agua y que casi siempre se depositan en el fondo, como los que se ven en la figura 3.5.

Podemos concluir que ocurre una reacción química cuando algunas sustancias iniciales, a las que llamaremos reactivos, se transforman en otras a las que nombramos productos, las cuales tienen diferentes propiedades físicas y químicas.

Veamos cómo podemos identificar reactivos y productos por medio de la siguiente actividad.

Actividad

Identificación de reactivos y productos en reacciones sencillas de laboratorio

Observen las demostraciones experimentales que realizará su docente. Si así lo decide, lleven a cabo los experimentos ustedes mismos. Recuerden anotar los nombres de todas las sustancias involucradas en el experimento. Los experimentos que realizarán son los siguientes:

- Bicarbonato de sodio + vinagre
- Sulfato de cobre disuelto en agua + aluminio
- Quemar algodón
- Quemar magnesio

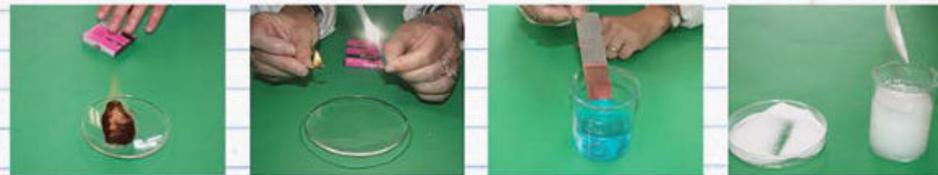


Figura 3.6 Cuando realices esta actividad identifica muy bien los reactivos antes de comenzar.

Análisis de resultados

Para cada experimento anota:

- ¿Cuáles son los reactivos que entran en contacto?
- ¿Hay evidencias de algún cambio químico? ¿Cuáles son?
- ¿Se puede separar alguna sustancia nueva? ¿Qué crees que sea?
- ¿Se pueden reconocer propiedades diferentes entre los reactivos y los productos? ¿Cuáles son?

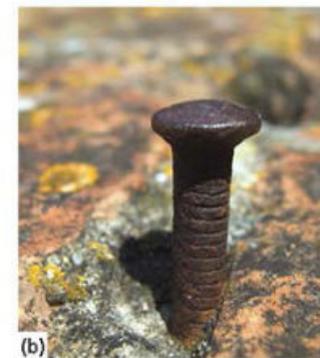
Las reacciones químicas y el principio de conservación de la masa

En el bloque I estudiamos que en toda reacción química la masa total presente antes y después del cambio es la misma. Igualmente, mencionamos que esto parece contradecir algunas observaciones que realizamos de manera cotidiana. Por ejemplo, si encendieras una vela (figura 3.7a) verías que la cantidad de cera disminuye poco a poco, hasta que desaparece completamente. ¿Se ha evaporado la cera en un cambio físico o se quemó para mantener prendida la flama? Con respecto a la masa de la parafina de la vela, también debió haber sucedido un cambio porque ésta se ha consumido. ¿A dónde se fue esa masa? Si dejamos un clavo a la intemperie (figura 3.7b), al cabo de un tiempo veremos que se ha formado una capa rojiza en su superficie y al pesarlo podrías comprobar que ha ganado masa. ¿Serían estas dos evidencias suficientes para asegurar que la masa no se conserva en una reacción?

Ahora bien, si las reacciones que se acaban de describir se realizan en un sistema cerrado, aislando o tapando los recipientes que se utilizan para el experimento, se podría comprobar que, en la primera, la masa en la combustión de la parafina se conserva y que el carbono y el oxígeno del aire se han convertido en dióxido de carbono y agua. En la segunda, en la que aparentemente la masa aumentó, lo que ocurrió fue que se añadió oxígeno en la formación del óxido de hierro. Como vimos también en el bloque I, Antoine Laurent Lavoisier llevó a cabo una gran cantidad de experimentos sobre reacciones químicas en sistemas cerrados, pesando muy cuidadosamente antes y después de la reacción, y comprobó que en una reacción química la masa se conserva y que los gases, a pesar de que muchos lo dudaban, sí tienen masa.



(a)



(b)

Figura 3.7 ¿Es igual la masa antes y después del cambio en ambos sistemas?

Actividad

Comprobación de la conservación de la materia

Propósito

Comprobar la ley de conservación de la materia por medio de la síntesis de un compuesto.

Aviso de seguridad: Tienes que ponerte la bata y los anteojos de seguridad para llevar a cabo en equipos la siguiente actividad.

Materiales

- 0.5 g de azufre en polvo
- 1 g de limadura de cobre
- Un tubo de ensayo grande
- Mechero de Bunsen
- Un globo
- Pinzas para tubo de ensayo
- Campana de extracción de gases



Figura 3.8 Materiales del experimento.

Procedimiento

- Elabora una tabla en la que anotes el color y el aspecto de las dos sustancias a emplear.
- Agrega cuidadosamente el azufre y el cobre dentro del tubo de ensayo.
- Coloca un globo en la boca del tubo de ensayo.
- Calienta el tubo con una flama pequeña y muy despacio.
- Una vez que el azufre se ha fundido, sube la temperatura de la flama (de color azul) y calienta rápidamente, pero con cuidado, dentro de una campana de extracción o en un sitio muy bien ventilado. Observa los cambios de color del azufre durante el proceso.
- Deja enfriar el tubo de ensayo cuando haya concluido la reacción. Toma el globo (que se ha inflado en el proceso) y deja escapar afuera del salón o del laboratorio el gas que contiene. El gas que se formó es dióxido de azufre, un subproducto de la reacción.
- Luego, con ayuda de una espátula o de un agitador, deposita el producto del tubo en un vidrio de reloj o en un papel encerado. Observa la apariencia del producto que se ha formado.
- Pesa el producto y compara el resultado con la masa original de los dos reactivos por separado.

Análisis de resultados

- Con base en tus observaciones y en lo que ahora sabes de química: ¿qué evidencias tienes de que hubo una reacción?
- ¿Se cumplió la ley de conservación de la materia? En caso de que la masa al inicio y al final no coincidiera, trata de explicar qué pudo haber pasado.

La representación de una reacción química: ecuaciones químicas

Si cada reacción química que ocurre en el mundo tuviera que describirse por medio de frases completas, no habría un solo libro de química que tuviera menos de 500 páginas. Afortunadamente, existe una nomenclatura abreviada que permite utilizar representaciones simbólicas para cada elemento, por medio de letras, como lo has visto en la tabla periódica.

Por lo tanto, hoy casi cualquier persona sabe que una reacción química real se presenta por medio de una ecuación química, la cual nos proporciona mucha información acerca de la reacción, aunque solamente sea una representación de la misma.

En el proceso del experimento anterior el polvo de azufre reacciona con **limadura** de cobre para producir sulfuro de cobre (sólido) y dióxido de azufre (en forma gaseosa). La representación simbólica (ecuación química) de este proceso es la siguiente (los subíndices indican los estados de agregación):

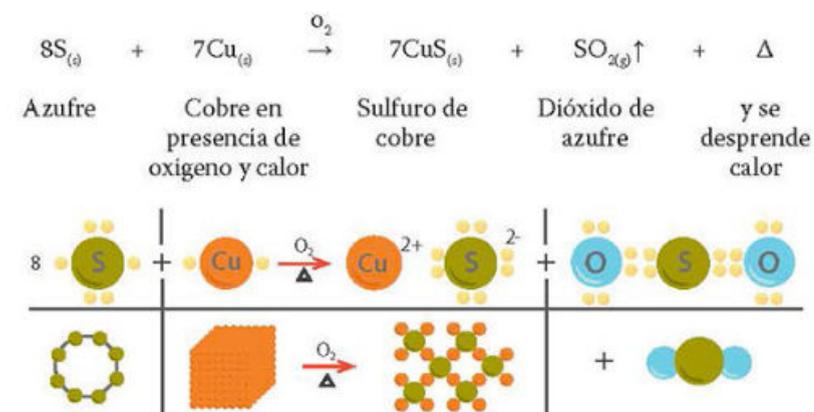


Figura 3.9 Representación a nivel microscópico de la reacción entre cobre y azufre para formar sulfuro de cobre y dióxido de azufre.

Como puedes observar, no sólo se utilizan los símbolos de átomos y moléculas también es necesario utilizar algunos símbolos auxiliares que ayudan a entender lo que sucede en la reacción. En este caso podríamos también saber, a partir de la ecuación, que una molécula de azufre reacciona con siete átomos de cobre para formar siete entidades de sulfuro de cobre y una molécula de dióxido de azufre en presencia de oxígeno gaseoso y calor. Los reactivos están en estado sólido y, de los productos, uno es sólido y el otro gaseoso.

Si te fijas, hay el mismo número de átomos de ambos lados de la ecuación, eso se logra ajustando por medio de números delante de cada reactivo y producto. Este proceso de ajuste numérico que se realiza es una actividad muy importante en química, balanceo de la reacción. En un balanceo lo que se debe lograr es tener el mismo número de átomos de los dos lados de la reacción, de manera que en cualquier representación simbólica de la reacción también se respete la ley de la conservación de la materia, que implica la conservación de la masa.

Glosario

Limadura: pequeñas partes que se desprenden al limar un trozo de metal.

Actividad

Ecuación química

Parte I

Las siguientes son ecuaciones que representan reacciones de experimentos previos que ya conocen. Relacionen la primera parte de la ecuación (reactivos), que está en la primera columna, con la segunda parte (productos) que les corresponda, en la otra columna.

$S_{8(l)} + 7Cu_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{Calor}$	$8SO_2$
$NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)}$	$2H_2O$
$S_8 + 8O_2 \xrightarrow{Calor}$	$2Hg + O_2$
$H_2 + O_2 \xrightarrow{Chispa}$	$NaCl_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$
$2HgO \xrightarrow{Calor}$	$7CuS_{(s)} + SO_{2(g)}$

Parte II

Las siguientes figuras representan un modelo molecular junto con la manifestación macroscópica de dos sustancias que reaccionan para formar una tercera sustancia como producto. Identifica el nombre y la forma de cada una y anótala debajo del modelo.

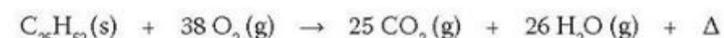


Tipos de reacciones

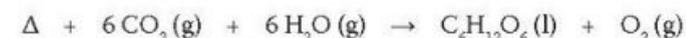
Como podrás imaginarte la cantidad de reacciones químicas que se suceden en el mundo y a nuestro alrededor son incontables, por lo cual los químicos para estudiarlas las clasifican de acuerdo con diferentes criterios. Por ejemplo, se les llama reacción de síntesis cuando a través de ella se produce una sustancia partiendo de sustancias más simples, o de descomposición cuando lo que ocurre es que una sustancia se desbarata en otras más sencillas.

En todos los cambios químicos también sucede algún cambio de energía de manera que las reacciones químicas también pueden clasificarse a través de este criterio. Tú ya sabes que en muchas reacciones se desprende energía en forma de luz y/o calor, ejemplo de ello son las combustiones tan

utilizadas para mover máquinas y motores. A este tipo de procesos se les conoce como reacciones exotérmicas y cuando se representan suele indicarse con un triángulo (Δ) al final de la ecuación, como se ve en la ecuación que aparece a continuación, donde se representa la combustión de la parafina con el oxígeno gaseoso para producir dióxido de carbono, agua y energía en forma de luz y calor.



Las reacciones endotérmicas, por lo contrario, son aquellos procesos en los que se absorbe energía y suelen indicarse poniendo el triángulo (Δ) al inicio de la ecuación. La fotosíntesis es quizá el proceso endotérmico más importante y valioso de nuestro planeta, como recordarás de tu curso de Ciencias 1, este complicado conjunto de reacciones se lleva a cabo en las hojas de las plantas verdes y en ellas se absorbe la energía del Sol, junto con el dióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O) se producen azúcares y oxígeno gaseoso.



Por cierto

Las explosiones son otro gran conjunto de reacciones exotérmicas. En ellas se libera gran cantidad de energía y gases en un tiempo muy corto, de manera que se logra hasta romper y mover rocas, cuando se realizan explosiones para extraer minerales de las minas, por ejemplo.

Revisando lo aprendido

- Con tus compañeros de equipo comenten cómo dar respuesta a estas preguntas y anótenlas en sus respectivos cuadernos.
- ¿Qué productos de uso cotidiano conocen que hayan sido sintetizados por medio de procesos químicos?
 - ¿Qué productos sintetizados químicamente conocen que hayan modificado nuestra forma de vida cotidiana?

Avance de proyecto

Lo primero que deberán hacer es organizarse en equipos de trabajo. Lean con atención las preguntas de este tercer proyecto (al final del bloque) y empiecen a identificar, a lo largo del bloque, las actividades del libro que puedan servirles. También deberán iniciar la búsqueda de información en periódicos, revistas e internet.

Saber más

En los siguientes libros, revistas y videos puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- Chamizo, J. A., "Capítulo 20" y "Capítulo 21", *Cómo acercarse a la química*, México, Editorial Esfinge, 2006.
- Cordova Frúz, J. L., *La química y la cocina*, México, FCE, 1990 (La ciencia desde México/93).

Revistas:

- Sosa, P., "Michael Jordan, un tipo con mucha química", en *¿Cómo ves?*, México, noviembre de 2000, núm. 24.

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.



Figura 3.10 La base de la alimentación de los pueblos mayas fue el maíz. El maíz es el legado cultural y natural de México al mundo.

¿Qué me conviene comer?

¿Qué nos aportan los alimentos? ¿Es posible medir la cantidad de energía que éstos proporcionan? ¿Es posible calcular cuánta energía necesita una persona?, ¿de qué depende? La función más elemental y más trascendental de los seres vivos es alimentarse. La cultura de un ser humano se ve influenciada por lo que come, por qué y cómo lo come. Sin embargo, la química no se acercó a la alimentación hasta finales del siglo XVIII, cuando empezó a interesarse en la naturaleza de los alimentos, su composición y sus propiedades. Lo cual nos dice que durante muchos siglos los seres humanos se alimentaban sólo porque tenían hambre, comiendo lo que encontraban a su alrededor, sin preguntarse si era sano o no. De esta manera, el ser humano se alimenta de lo que la naturaleza le da, e incorpora a su dieta aquello que abunda en su entorno.

El origen propio de las personas a menudo determina las preferencias alimentarias. La comida tradicional (por ejemplo, el arroz para los asiáticos, la pasta para los italianos, el curry para los indios, el maíz para la población mexicana) es parte de la cultura alimentaria de cada grupo étnico y prevalece tiempo después de que otras costumbres son abandonadas (figura 3.10).

Hoy sabemos que la alimentación es uno de los pilares que nos permite tener una vida saludable y que, a diferencia de los primeros hombres, no se trata de encontrar alimento, sino de elegir aquellos que nutran mejor nuestro organismo, los que nos proporcionen de mejor manera la energía que necesitamos para subsistir. Además de que son un factor cultural de gran relevancia, los alimentos constituyen el combustible que genera la energía suficiente para que la “maquinaria” de nuestro cuerpo funcione. Ahora bien, este combustible debe reunir una serie de condiciones y deberá tener además la variedad necesaria; en ella está el éxito de una buena nutrición. Durante mucho tiempo se confundió comer mucho con comer bien; hoy sabemos que una buena dieta no es una dieta abundante, sino una dieta variada en sus componentes y rica en sus contenidos.

Lo que pienso

- ¿Cómo explicarías que cada cultura se distinga por los alimentos que prefiere?
- ¿Por qué es importante nutrirse adecuadamente, tomando en cuenta las características y la variedad de los alimentos más que la cantidad?
- ¿Qué relación existe entre los alimentos que consumimos y la obtención de energía?

¿Estás comiendo bien?

Reúnete con tu equipo y cada quien elabore una lista de los alimentos que consumen durante un día completo, especificando los alimentos del desayuno, la comida y la cena, e incluyendo también las comidas y bebidas que ingieren en la escuela y en otros momentos del día.

Observen con cuidado su lista

- ¿Consumen una dieta variada?
- ¿Cuántos tipos de alimentos ingieren?
- ¿Estarán equilibrados en cuanto a cantidad y tipo?

Utilicen el Plato del Bien Comer (figura 3.11) para analizar si están incluyendo todos los grupos en su dieta e identificar los nutrientes que aporta cada uno de ellos. Analicen bien sus resultados y decidan si es necesario aportar algunos alimentos a su dieta, o bien restringir otros.



Figura 3.11 El Plato del Bien Comer es una de las representaciones de los grupos de alimentos que consumimos. En él se ilustran las proporciones que hay que ingerir de cada grupo.

La caloría como unidad de medida de la energía

Energía para vivir

Como viste en tu primer año de secundaria, durante el curso de Biología, todos los organismos vivos necesitamos **energía** para vivir y esta energía la obtenemos de los **nutrimentos** que se encuentran en los alimentos, por lo que nuestra calidad de vida depende de lo que comemos. Los alimentos contienen varios tipos de nutrientes y en cada uno los encontramos en distinta cantidad; por eso no sólo es cuestión de variedad sino también de cuánto comemos de cada cosa. Los alimentos que ingerimos a lo largo de un día forman nuestra **dieta**, y están clasificados en grupos, los mismos que se mencionan en la figura 3.12.

Un alimento puede contener varios tipos de nutrientes, que son los que nuestro cuerpo utiliza para estar sano y tener energía para realizar todas sus funciones. Pero, ¿cómo se obtienen los nutrientes a partir de los alimentos? Seguramente recuerdas bien que una vez que entran al organismo los alimentos se descomponen en sustancias más simples por medio del proceso de la **digestión** que se lleva a cabo en el sistema digestivo. Esas partes más simples son esencialmente los nutrientes. Después del proceso de digestión, lo que no es útil de los alimentos pasa al sistema excretor y se desecha del organismo.

En la tabla 3.1 presentamos los principales tipos de nutrientes, así como su función y los alimentos que los contienen.

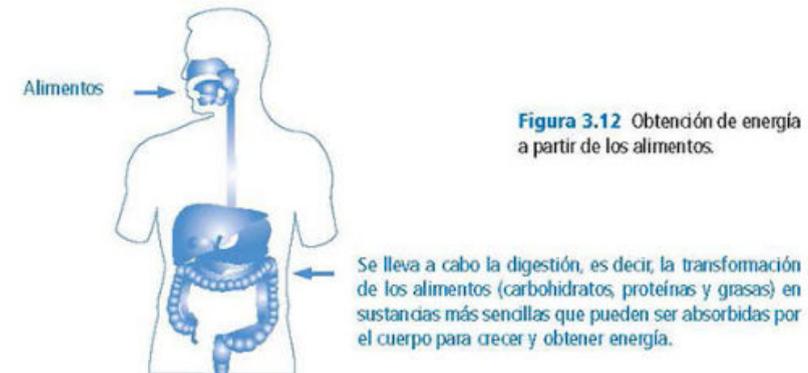


Tabla 3.1 Los nutrientes, función en el organismo y alimentos que los contienen

NUTRIMENTOS	
Proteínas	Forman y reparan tejidos. Se encuentran en organismos de origen animal y vegetal (leguminosas).
Carbohidratos	Proporcionan energía. Se encuentran en organismos de origen vegetal, principalmente, cereales, tubérculos y frutas.
Lípidos	Aportan energía. Se encuentran en organismos de origen animal y vegetal (aceites, semillas, carnes).
Vitaminas y minerales	Ayudan a tener un desarrollo saludable y previenen enfermedades. Se encuentran principalmente en frutas y vegetales.

Glosario

Energía: capacidad de la materia para producir trabajo en forma de calor, luz, movimiento, etcétera.

Nutrimentos: cualquier elemento o compuesto químico necesario para la supervivencia de un ser vivo. Es decir, los nutrientes o nutrientes son algunas de las sustancias contenidas en los alimentos que participan activamente en las reacciones metabólicas para mantener las funciones del organismo.

Dieta: conjunto de nutrientes que se ingieren durante el consumo habitual de alimentos.

Digestión: proceso de transformación de los alimentos, previamente ingeridos, en sustancias más sencillas para ser absorbidas.

Por cierto

Los carbohidratos son la principal fuente de energía de los sistemas vivos. Podemos encontrarlos en las partes estructurales de los vegetales y en los tejidos animales en forma de glucosa o glucógeno. Sirven como fuente de energía en todas las actividades celulares de nuestro organismo.



Figura 3.13 Una alimentación equilibrada consiste de 50 a 60% de carbohidratos, 10 a 15% de proteínas y 20 a 30% de grasas.

Alimentos y energía

Como ya hemos visto desde que nacemos hasta que morimos necesitamos la energía que obtenemos de los nutrimentos. Todas las funciones de nuestro organismo dependen de la energía, respirar, comer, movernos, hablar, pensar, crecer, leer, escribir, dormir; todo requiere energía.

En los nutrimentos de los alimentos se almacena energía química que aprovechamos para que funcionen correctamente nuestras células y para la formación de otras nuevas.

Algunas actividades requieren más energía que otras; por ejemplo, para correr necesitamos más energía que para dormir. Seguramente alguna vez que comiste poco habrás sentido que te falta energía para continuar haciendo cosas. Si algún día no desayunaste, probablemente habrás sentido sueño, cansancio y hasta mareos. Todos son signos de que tu cuerpo, por no haber ingerido alimento, cuenta con poca energía disponible.

En el mismo sentido, no es posible generalizar acerca de las necesidades nutricionales de cada individuo. Cada persona requiere una nutrición diferente tanto en cantidad como en tipos de nutrientes. Esto dependerá del sexo, la edad, la estatura y sobre todo la actividad que desarrolle. Resulta



lógico pensar que un corredor de maratón necesitará mucha más energía que una secretaria que pasa el día sentada revisando papeles (independientemente de esto, normalmente las mujeres necesitan menos energía que los varones).

Figura 3.14 Los alimentos nos proporcionan la energía necesaria para realizar todas nuestras actividades.

¿Cómo medimos la energía que nos aportan los alimentos?

La energía que aportan los alimentos se mide en unidades llamadas calorías. Una caloría es la cantidad de energía calórica que se necesita para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado. La caloría se utiliza como un índice para medir la energía de los alimentos que ingerimos. Cuando realizas tus actividades diarias no “quemamos” calorías, sino que estás quemando grasas o hidratos de carbono y al hacerlo, se desprende energía en forma de movimiento y calor, misma que se mide en calorías.

Cada tipo de nutrimento aporta diferente cantidad de energía de acuerdo con la estructura de cada sustancia. Observa en la tabla 3.2 la cantidad de energía por gramo de alimento de los tres grupos principales que obtenemos de los alimentos y el porcentaje recomendado en la dieta diaria.

Tabla 3.2 Calorías que aporta cada tipo de nutrimento, porcentaje diario recomendado y gasto energético promedio de ciertas actividades

Tipo de nutrimento	Calorías que aporta por 100 gramos	% recomendado por día	Te serviría para:
Carbohidratos	400	55 al 60	Caminar dos horas
Lípidos	900	20 al 25	Trotar por dos horas
Proteínas	400	10 al 15	Sentarte en la escuela por cuatro horas

Toma de decisiones relacionada con los alimentos y su aporte calórico

Diferentes alimentos contienen cantidades distintas de energía, por ello, un trozo de chocolate no nos aporta la misma cantidad de energía que el trozo de una manzana, aunque sean las mismas porciones (en tamaño o masa). Sin embargo, y ya que las calorías son una medida de energía, una caloría de grasa tiene la misma cantidad de energía que una caloría de carbohidrato o de proteína.

En las siguientes tablas presentamos la cantidad de calorías (por cada 100 gramos, a menos que se especifique otra cantidad) que aportan algunos de los alimentos que consumes cotidianamente.

Tabla 3.3 Kilocalorías que aportan diversos alimentos comunes (por cada 100 gramos de alimento)

Azúcares y grasas	Kilocalorías	Salsa mexicana	31
Caramelos	378	Agua de coco	64
Manteca	670	Ciruelas	52
Mantequilla	752	Durazno amarillo	31
Leguminosas	Kilocalorías	Capulín	73
Frijol	108	Mamey	58

Garbanzo	134	Mango manila	90
Haba	123	Naranja	70
Lenteja	115	Papaya	54
Alimentos de origen animal	Kilocalorías	Plátano Tabasco	90
Atún en aceite	130	Sandía	51
Camarón cocido	32	Tamarindo	57
Pechuga de pollo sin piel	44	Tejocote	51
Queso panela	65	Toronja	37
Queso oaxaca	82	Tuna	26
Sierra ahumada	50	Zapote	64
Hamburguesa de res	71	Cereales y tubérculos	Kilocalorías
Longaniza	70	Amaranto tostado	83
Moronga	72	Arroz blanco	80
Sesos de ternera	65	Atole de maíz	110
Chicharrón de cerdo	89	Avena cocida	88
Sardinas en aceite	113	Camote con miel	59
Huevo	162	Elote blanco cocido	68
Chorizo	63	Galletas de animalitos (6)	67
Pollo rostizado	87	Galletas Marías (5)	100
Bistec	176	Galletas saladas (%) 86	86
Frutas y verduras	Kilocalorías	Otros alimentos	
Champiñón	34	Hot cake (1)	90
Calabaza	23	Palomitas	84
Chayote	31	Papa	77
Chile Jalapeño	27	Tamal verde	176
Flor de calabaza	13	Telera	180
Jitomate	21	Tortilla de harina	88
Lchuga	25	Tortilla de maíz	77
Nopal	26	Pastel de manzana	311
Romeritos	36		

Para determinar las necesidades calóricas de una persona se utilizan diferentes ecuaciones matemáticas que tienen en cuenta la edad, la talla, el peso actual, el sexo y las actividades físicas que desarrollen.

Observa en la tabla 3.4, ¿cuál sería el consumo calórico recomendado para tu sexo, edad y peso, dependiendo de tu actividad física diaria?

Tabla 3.4 Ingesta diaria recomendada de energía (por sexo y niveles de actividad)

Varones		Actividad física/ligera		Actividad física/moderada		Actividad física/intensa	
Edad	Peso (kg)	Kcal/día	Kcal/kg/día	Kcal/día	Kcal/kg/día	Kcal/día	Kcal/kg/día
11 a 12	39.2	2 000	53	2 350	62	2 700	72
12 a 13	43.8	2 175	51	2 550	60	2 925	69
13 a 14	48.3	2 350	49	2 775	58	3 175	66
14 a 15	52.1	2 550	48	3 000	56	3 450	65
15 a 16	55.0	2 700	45	3 175	53	3 650	62
16 a 17	56.4	2 825	44	3 325	52	3 825	59
17 a 18	56.7	2 900	43	3 400	50	3 925	57

Mujeres	Edad	Peso (kg)	Actividad física/ligera		Actividad física/moderada		Actividad física/intensa	
			Kcal/día	Kcal/kg/día	Kcal/día	Kcal/kg/día	Kcal/día	Kcal/kg/día
11 a 12	39.2	1 825	47	2 150	55	2 475	63	
12 a 13	43.8	1 925	44	2 275	52	2 625	60	
13 a 14	48.3	2 025	42	2 375	49	2 725	57	
14 a 15	52.1	2 075	40	2 450	47	2 825	54	
15 a 16	55.0	2 125	39	2 500	45	2 825	52	
16 a 17	56.4	2 125	38	2 500	44	2 825	51	
17 a 18	56.7	2 125	37	2 500	44	2 825	51	

Aunque el contenido nutricional de los alimentos es una consideración importante en la planificación de una dieta las preferencias de un individuo y los hábitos alimentarios son a menudo un factor importante que afecta la ingesta real de alimentos y que deben ser considerados por los médicos al momento de recomendar o sugerir una forma de alimentación; es decir, es necesario considerar los diversos aspectos culturales que condicionan el consumo de alimentos.

Actividad

Midiendo nuestra masa corporal

Investiguen en las tablas anteriores cuáles son los requerimientos calóricos de cada uno de los miembros de su equipo y los requerimientos diarios de cada grupo de alimentos. Para que su investigación esté completa, deberán averiguar también su índice de masa corporal (IMC), que es la medida que relaciona el peso y estatura de una persona, con el fin de calcular si tiene sobrepeso u obesidad, y se calcula de la siguiente manera:

$$IMC = \frac{\text{Peso (kg)}}{h^2} \quad h = \text{altura}$$

Una vez que lo calculen, tendrán que analizar su estado nutricional utilizando la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Estado e IMC

Estado	IMC kg/m ²
Bajo de peso	18.5 o menos
Saludable/Normal	18.25 - 24.9
Sobrepeso	25.0 - 29.9
Obesidad Grado I	30.0 - 34.9
Obesidad Grado II	35.0 - 39.9
Obesidad Grado III	40.0 o más

Con los resultados obtenidos, respondan las siguientes preguntas:

- ▶ ¿Están llevando una dieta apropiada para su edad y complejión?
- ▶ ¿Qué alimentos será necesario incorporar o reducir para llevar una dieta saludable?

Revisando lo aprendido

Para reflexionar y hacer un recuento de lo trabajado en esta sección, reúnete con tu equipo y platicuen sobre lo estudiado. ¿Por qué fue importante conocer el aporte calórico de los alimentos? ¿Les ayuda esto a tomar decisiones sobre la manera en que se alimentan?, ¿de qué manera?, ¿de qué forma pueden cambiar sus hábitos de alimentación a partir de lo que han trabajado en esta sección?

Avance de proyecto

En este punto es necesario hacer un alto y analizar cómo va tu proyecto de investigación. En este momento ya tienes una pregunta, ya acumulaste información sobre el tema y ya realizaste algunas actividades. Todo esto te ha proporcionado un panorama bastante bueno para saber hacia dónde se dirige la investigación. Ha llegado el momento de formular la hipótesis. Recuerda que se trata de realizar predicciones con base en lo que ya conoces. Para este tema, podemos formular dos hipótesis que dependen del proyecto que hayas elegido (si es que con tu equipo decidieron elegir uno de los que les proponemos). Si elegiste el proyecto ¿Cómo elaborar jabones?, tu hipótesis puede formularse alrededor de las siguientes cuestiones:

Los jabones son un artículo necesario para nuestra vida diaria y nuestra salud, sin embargo su elaboración industrial causa diversos daños al medio ambiente.

Si con tu equipo elegiste el proyecto: ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?, su hipótesis se puede formular a partir de cuestiones como:

Todos los alimentos son importantes fuentes de energía, pero en cantidades que varían según su contenido de nutrientes (carbohidratos, lípidos o proteínas).

Ahora puedes continuar con el siguiente tema. Recuerda poner especial atención a las actividades que debes integrar a tu proyecto para que al final tengas toda la información necesaria de tu investigación.

Saber más

En los siguientes libros, revistas y páginas de internet puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- Pérez, A. Palacios, Berenice, Castro, Ana Laura, *Sistema mexicano de alimentos equivalentes*, 3a. ed., Fomento de nutrición y salud, GRA, Rodríguez impresores, 2008.

Revistas:

- Dommarco, J., "Las calorías también se beben", en *¿Cómo ves?*, México, agosto de 2008, núm. 117.
- Sámano, R. Luz María de Regil y Esther Casanueva, "¿Estás comiendo bien?", en *¿Cómo ves?*, México, enero de 2008, núm. 110.

Páginas de internet:

- Página de la Organización Mundial de la Salud: Nutrición, <http://goo.gl/eV2WC> (consultada el 8 de noviembre de 2016).
- Página de UNICEF: Nutrición, <http://goo.gl/NLPjwi> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Tercera revolución de la química

¿Por qué el trabajo de Lewis fue tan importante para estudiar las estructuras moleculares y sus transformaciones? ¿cuáles fueron las aportaciones de Pauling y por qué fueron relevantes?

En el bloque anterior viste la importancia que tiene la forma de las moléculas en cuanto a su estructura y comportamiento. El ejemplo del agua es muy claro pero también debemos conocer la estructura de otras moléculas, no sólo porque sean importantes, sino porque esto ayuda a comprender muchas propiedades físicas y químicas de las mismas. Al momento de una reacción, el hecho de que se trate de una molécula lineal o angular puede modificar el resultado y justamente eso vamos a estudiar en esta lección. Para hacerlo, volveremos a aplicar el modelo del octeto y además tendremos que considerar otros aspectos del modelo de Lewis, la **repulsión electrónica** que generan los electrones alrededor del átomo central por la conformación de una geometría específica para cada molécula. También aprenderemos sobre el concepto de electronegatividad y a utilizar la tabla de electronegatividades de Pauling para clasificar y predecir el tipo de enlace entre distintos átomos.

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.

Glosario

Repulsión electrónica: fuerza que tiende a disminuir al decrecer la distancia entre dos electrones. Los electrones de valencia enlazados y no enlazados de cada átomo se repelen entre sí y hacen que los átomos a los cuales están enlazados se mantengan separados.

Lo que pienso

¿Covalente o iónico? La regla del octeto

A partir de las ecuaciones de las figuras a, b, c y d, y de lo que establece la regla del octeto, determina si el compuesto que se forma es covalente o iónico.

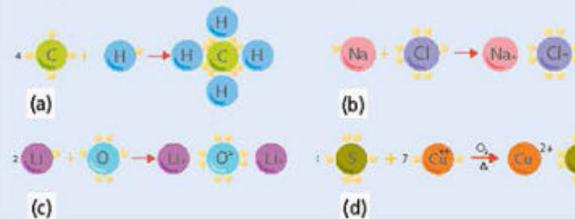
Pistas:

1. La regla del octeto te servirá para saber si al menos uno de los elementos completa su octeto pero no para saber si se trata de un compuesto iónico o covalente.
2. Para poder determinar lo que se te pide debes tener en cuenta que en los compuestos iónicos se ceden o ganan electrones, lo cual deja a los átomos cargados dentro de la estructura de la sustancia.
3. En los compuestos covalentes no sucede esto, sino que se comparten electrones que se colocan en el medio de los dos núcleos de manera que ambos átomos "ven" a los electrones del otro núcleo como si fueran de él mismo.
4. Recuerda que no siempre se forma un solo producto en las reacciones.
5. Ten en cuenta siempre que todas estas explicaciones son MODELOS que sirven para explicar la realidad. Los átomos no ven, ni sienten nada, sólo que explicado así es más fácil recordar su comportamiento.

Observa el ejemplo y responde las preguntas.

Compuesto iónico: _____

Compuesto covalente: _____



1. ¿Qué diferencias observas entre la distribución de los electrones de valencia en un compuesto iónico y en uno covalente?
2. Encierra con un círculo rojo los elementos que cumplen con la regla del octeto.
3. Encierra en un círculo el elemento que no cumple con la regla del octeto.

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

El par electrónico y la repulsión entre electrones

Dentro del enorme universo de sustancias covalentes, existen subclasificaciones en las que podemos identificar la de los compuestos donde todos los elementos completan su octeto formando enlaces y aquellas donde los átomos completan su octeto, pero a su alrededor quedan uno o más pares de electrones sin formar enlaces.

Al par de electrones que se encuentra entre dos átomos formando un enlace covalente se le conoce como par enlazante. Al par de electrones que se encuentra alrededor del átomo central de una molécula sin formar un enlace se le conoce como par solitario, par no enlazante o par electrónico libre.

Para que te quede más claro, observa los diagramas de Lewis en la figura 3.15. Como puedes ver en algunas de las moléculas no se cumple la regla del octeto en algunos casos por defecto de electrones y en otros por exceso de electrones. Por ejemplo, en el dicloruro de berilio el átomo central no completa un octeto y en el hexafluoruro de azufre el átomo central está rodeado de 12 electrones (en lugar de 8). El que no se cumpla la regla del octeto no significa que el compuesto no pueda existir ni que necesariamente sea muy inestable. Recuerda que el octeto es sólo una herramienta derivada de un modelo, no de la realidad, y tiene muchas excepciones.

Ahora bien, ¿cómo se puede predecir la geometría, es decir, la estructura de diferentes moléculas? El modelo de Lewis es útil para reconocer la disposición electrónica que queda en la molécula después de la formación de los enlaces, pero no nos dice si la molécula es lineal o angular (en caso de que se tengan tres átomos) o **tetraédrica** o cuadrada (en caso de que se tengan cuatro). Eso sólo se logra cuando se toman en cuenta las regiones electrónicas en las que se mueven los electrones alrededor del átomo central. La geometría de una molécula se establece de manera que alrededor de los átomos exista la menor repulsión, lo que hace que una molécula, que en principio podría ser lineal (como el agua), se doble para evitar al máximo la repulsión.

Observa la figura 3.16, en ella se muestran ejemplos de moléculas de tres y cuatro átomos y sus ángulos. Al existir ángulos mayores entre cada extremo de la figura, la repulsión electrónica es menor en el BF_3 y vemos también que una molécula lineal será así, siempre y cuando en el átomo central no queden pares de electrones libres o no enlazantes (BeCl_2). Sin embargo, en el agua y en el **amoníaco**, existe una distorsión de los ángulos con respecto a lo que podría esperarse de acuerdo con su estructura. Esa distorsión se da por la repulsión en la región electrónica que se define alrededor de los pares de electrones libres, influencia que hace que los otros electrones de la molécula se alejen lo más posible y distorsionen su forma.

Glosario

Tetraédrica: estructura de la molécula cuando forma un poliedro con cuatro caras que son triángulos equiláteros y cuatro vértices en cada uno de los cuales concurren tres caras.

Amoníaco: uno de los principales compuestos de nitrógeno de fórmula NH_3 . Es una base de gran uso industrial y forma parte del ácido del nitrógeno.

Las estructuras de Lewis nos permitieron identificar las moléculas como estructuras estables en donde los átomos se enlazaban para disminuir su energía y formar compuestos; este conocimiento fue la base para poder analizar la forma de los compuestos y posteriormente su reactividad.

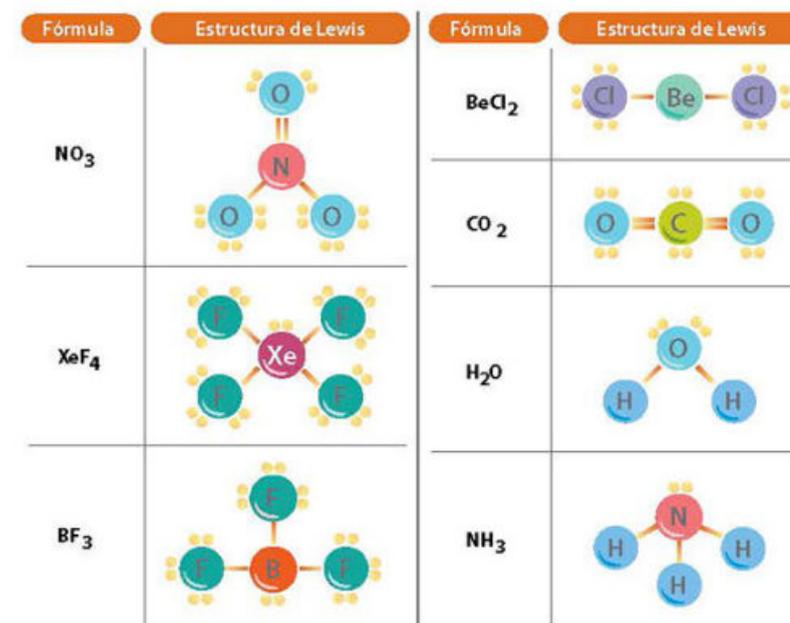


Figura 3.15 Estructuras de Lewis y geometría de varias moléculas.

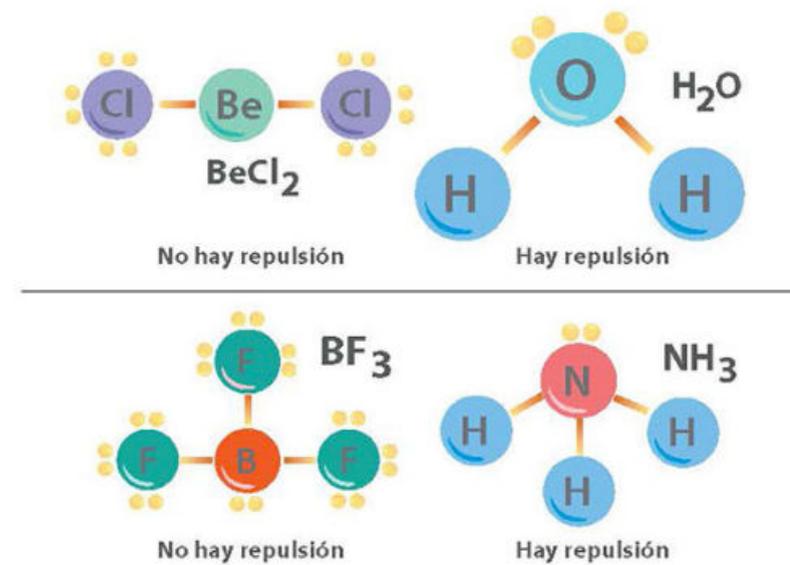


Figura 3.16 Aunque tienen el mismo número de átomos, estas moléculas presentan diferente estructura debido a la presencia o no de pares de electrones libres que establecen repulsiones que fuerzan a la distorsión de las estructuras.

Glosario

Difracción de rayos X: la difracción es un fenómeno característico de las ondas, consiste en la dispersión de éstas al interactuar con un objeto ordenado. Ocurre en todo tipo de ondas, desde las sonoras, hasta las ondas electromagnéticas como la luz y los rayos X. En los materiales cristalinos, los rayos X tienen longitudes de onda similares a las distancias interatómicas, por lo que podemos utilizar la difracción de rayos X como método para explorar la naturaleza de la estructura molecular.

Relación entre la geometría de una molécula y la valencia del átomo central

Los químicos del siglo XX contaron con instrumentos más precisos para conocer la forma de las moléculas, la **difracción de rayos X** es un ejemplo de estas técnicas. Mediante estos estudios pudieron darse cuenta que las propiedades de las sustancias no están determinadas únicamente por los tipos de átomos y de enlaces entre ellos en una molécula, sino que también es relevante la posición relativa que estos átomos ocupan dentro de la molécula. La geometría, o la arquitectura molecular, está determinada por los ángulos que forman unos átomos con respecto a otros y esto, como ya vimos en el caso del agua, juega un papel fundamental en el comportamiento de la materia.

A partir de los ejemplos que hemos analizado podemos ver, una vez más, que la tabla periódica es una herramienta muy útil para poder conocer la estructura de una molécula.

La valencia, misma que podemos saber según el grupo de cada elemento en la tabla, coincide con el número de enlaces covalentes que puede tener el átomo central, lo cual nos ayuda a determinar la geometría, de acuerdo con la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Geometría de algunas moléculas y sus modelos tridimensionales

PAIRES DE ELECTRONES	DISTRIBUCIÓN DE LOS PAIRES DE ELECTRONES	GEOMETRÍA MOLECULAR	EJEMPLOS	MODELO TRIDIMENSIONAL
2		B — A — B lineal	BeCl ₂ HgCl ₂	
3		B A B Trigonal plana	BF ₃	
4		B A B Tetraédrica	CH ₄	
5		B A B Bipiramidal trigonal	PCl ₅	

Lewis y Pauling, dos químicos extraordinarios

Gran parte del trabajo científico que has estudiado en este bloque fue desarrollado originalmente mediante el trabajo y las investigaciones de dos grandes químicos estadounidenses.

El primero fue Gilbert Newton Lewis (1875-1946), científico que dedicó gran parte de su carrera a comprender cómo se unían los átomos en las sustancias orgánicas. Lewis tenía grandes conocimientos sobre química orgánica y su trabajo presentaba como base las investigaciones que previamente habían realizado otros grandes de esta rama de la química, como Jacobus Henricus Van't Hoff (1852-1911) y Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829-1896), quienes a finales del siglo XIX ya habían planteado la tetravalencia del carbono.

En aquel tiempo prácticamente todas las deducciones se hacían con base en evidencias que se obtenían de las proporciones de masa que reaccionaba ya que todavía no se conocía la teoría atómica moderna y mucho menos los electrones de valencia.

Cuando Bohr hizo pública su teoría cuántica para el átomo de hidrógeno, muchos químicos de todo el mundo, incluido Lewis, pudieron ver que su modelo tenía un enorme potencial ya que explicaba la valencia (capacidad de combinación de los átomos no metálicos) con gran precisión. Para relacionar la estabilidad química de los gases nobles con el modelo de Bohr, Lewis desarrolló los diagramas de puntos para los electrones de valencia (figura 3.17) y los relacionó con la posición de los átomos en la tabla periódica.

Después formuló la regla del octeto (y de capa llena, para el hidrógeno) y modeló la formación de enlaces simples, dobles y triples en numerosos compuestos. Su aportación a la química sobre el conocimiento de los compuestos fue enorme.

Años después no menos importante fue el trabajo científico que hiciera Linus Pauling (1901-1994) químico que, desde la Universidad de California, en Berkeley, sentara las bases para comprender fenómenos como el de la polaridad de los compuestos químicos, la estructura del ADN y los puentes o enlaces de hidrógeno, entre otros.

Pauling conocía muy bien el trabajo de Lewis, en el cual se inspiró para ir más allá de las estructuras de puntos y comprender el motivo por el cual algunos compuestos covalentes son solubles en agua y otros no. Estudió una enorme cantidad de sustancias y se dio cuenta que entre los no metales existen átomos capaces de atraer con mucha más fuerza a los electrones en el enlace. A esta propiedad la llamó electronegatividad y constituye la base para comprender por qué los metales tienden a perder sus electrones fácilmente al formar sales y los no metales tienden a ganarlos en los enlaces iónicos o a tenerlos más cerca en un enlace covalente.

En moléculas como el agua, al ser el oxígeno un átomo mucho más electronegativo, capaz de atraer los dos pares de electrones de valencia en los enlaces con el hidrógeno, esto genera dos zonas o polos en la molécula, una de carga parcial negativa (cerca del oxígeno) y otra de carga parcial positiva (del lado de los hidrógenos), lo cual hace que, aunque la molécula no se separe en dos iones (por lo que el agua no conduce la electricidad cuando se encuentra pura), sí sea capaz de disolver sustancias iónicas como el cloruro de sodio o covalentes polares como el azúcar y el alcohol. Justamente porque es muy polar, pero no iónica, el agua es considerada como el disolvente universal. De esa polaridad se desprende también otra extraña propiedad de este líquido: la de la formación de enlaces o puentes de hidrógeno (figura 3.18), que consiste en la atracción entre moléculas de agua debido a la diferencia de densidad de carga electrónica en ellas.

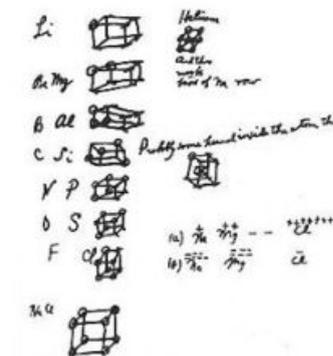


Figura 3.17 Por medio de los trabajos de Lewis contamos con una gran cantidad de herramientas para comprender la relación entre el tipo de enlace en los compuestos y sus propiedades. En la foto Lewis en su laboratorio, anotaciones de Lewis sobre la estructura atómica y modelo de Lewis para el dióxido de carbono.

Actividad

Fórmula	Estructura
H ₂ O	
CO ₂	

Figura 3.20 Diversos enlaces.

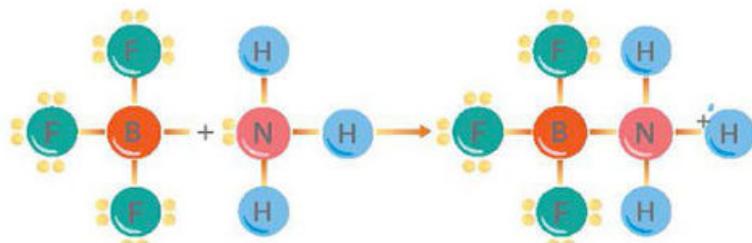
Saber más

Si quieres revisar los distintos tipos de enlace químico en función de la diferencia de electronegatividades consulta la siguiente fuente:

- Naturaleza del enlace químico, http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1163/html/23_electronegatividad.html (consultada el 8 de noviembre de 2016).

La representación de la formación de compuestos

Como ya lo estudiamos en química existe una nomenclatura abreviada que permite representar por medio de letras cada elemento. En general, las reacciones químicas se presentan por medio de una ecuación química; esta misma representación puede modificarse utilizando las estructuras de Lewis, que son especialmente útiles para mostrar los enlaces de las moléculas en los reactivos y en los productos. A través de la representación de cada enlace es más fácil visualizar cuáles se rompieron y qué nuevos enlaces se formaron. Por ejemplo, el trifluoruro de boro (BF₃) puede reaccionar con amoníaco NH₃ como se ilustra en la siguiente representación:



En la representación puedes identificar las estructuras de Lewis de cada reactivo y producto; de esta forma es fácil identificar qué enlaces se rompen y cuáles se forman. En esta representación se forma un enlace sencillo entre el boro y el nitrógeno.

Actividad

Representaciones de Lewis en acción

Las siguientes son ecuaciones que representan reacciones de experimentos previos que ya conocen. Utilizando lo que hemos estudiado en esta sección, dibujen en su cuaderno los diagramas de Lewis para las sustancias involucradas en cada reacción e identifiquen los enlaces que se forman y los que se rompieron.

- $S_8(s) + 7 Cu(s) + O_2(g) \xrightarrow{\text{calor}} CuS(s) + SO_2(g)$
- $NaHCO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$
- $H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{chispa}} 2H_2O$

Revisando lo aprendido

Para repasar y reflexionar sobre lo aprendido, contesta en tu cuaderno las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la utilidad de la tabla de electronegatividades de Pauling?
- ¿Para qué sirve representar las reacciones químicas con estructuras de Lewis?

Reúnete con tus compañeros en un equipo de tres personas y discutan el impacto que tuvieron los aportes de Lewis y Pauling en el quehacer científico de los químicos y en el entendimiento de la estructura de la materia.

Avance de proyecto

Ha llegado el momento de retomar nuestro trabajo en el proyecto. A estas alturas ya están organizados en equipos y han analizado las preguntas de investigación que hemos propuesto. Es tiempo de organizar el trabajo. Les recomendamos armar un cronograma en el que distribuyan y determinen las tareas que deberán realizar. Las fuentes bibliográficas que consultarán, las actividades que los apoyarán en su investigación (experimentales, visitas a museos, entrevistas a expertos, etcétera) y la manera en que, al terminar el proyecto, lo presentarán a sus compañeros.

En el siguiente libro puedes encontrar información complementaria:

▷ Chang, Raymond, *Química*, 10a. ed., México, McGraw-Hill, 2010.

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.

Comparación y representación de escalas de medida

Los seres humanos tenemos sentidos que nos sirven para conocer el mundo que nos rodea. Esos sentidos, y en particular el de la vista, permiten observar el mundo físico y el biológico macroscópico, es decir, todo aquel objeto y ser vivo que tenga el tamaño suficiente para poder ser visto o detectado a simple vista. Así mismo a través del olfato también podemos saber de la existencia de sustancias que son invisibles a nuestros ojos, como la presencia de una fuga de gas en la cocina de nuestras casas o si alguien ha cocinado palomitas de maíz en nuestra ausencia.

En tus cursos de Ciencias 1 y 2 pudiste conocer cómo los seres humanos han inventado dispositivos capaces de aumentar de manera extraordinaria la capacidad de visión. Es así como el microscopio nos permite conocer el microcosmos, y los telescopios y radiotelescopios han logrado darnos un panorama de la inmensidad del universo y de los cuerpos celestes. Es momento de hacer conciencia y de reconocer las dimensiones a las que nos referimos cuando consideramos los siguientes seres u objetos.

Lo que pienso

- ¿Qué tan pequeños son los átomos y las moléculas?
- ¿Cuánto miden los cuerpos celestes que podemos ver a simple vista?
- ¿Es posible saber cuántas moléculas de agua hay en un vaso? Si esto es posible, ¿Con qué se miden o cuentan?

Actividad

Fíjate en el primer ejemplo de esta actividad. Después realiza cada uno de los siguientes puntos:

1. Estima el valor de la longitud de cada uno.
2. Investiga luego el valor real (o aproximado) de cada uno y compara este valor con el que tú habías estimado. ¿Qué tan cerca estuviste? Comenta tus resultados con tu docente.



El átomo es la unidad más pequeña de un elemento químico. Mide aproximadamente $0.000\ 000\ 01\ \text{cm} = 10^{-8}\ \text{cm}$.



La neurona es la célula nerviosa. Su dimensión es de _____ cm.



La molécula de ADN contiene y transmite la información genética de los organismos. Mide aproximadamente _____ mm.



El hueso más pequeño del cuerpo humano se encuentra en el oído y mide _____ mm.



El ojo humano mide alrededor de _____ mm de largo y es el órgano principal del sentido de la vista.



Un ser humano adulto mide en promedio _____ m.



Asia es el continente más grande de la Tierra y tiene una superficie de _____ km², casi un tercio de la masa terrestre mundial.



La Luna se encuentra a _____ km de la Tierra y tiene una superficie de _____ km².



El diámetro de la Tierra es de _____ km; es, en realidad, 5 milímetros más pequeña de lo que se creía.



Un 98% de toda la materia del Sistema Solar pertenece al Sol y es por ello el objeto más grande. Mide _____ kg.



La Vía Láctea es una galaxia espiral y en ella se encuentra nuestro Sistema Solar, que contiene unos 100 mil millones de estrellas como nuestro Sol y mide _____ km.



Figura 3.21 ¿Qué dimensiones se manejan en el mundo de la química? En estos recipientes tenemos una cantidad suficiente de moléculas como para poder medir sin problemas el volumen del agua y la masa del azufre. Pero ¿cuántas partículas de agua y de azufre hay en las muestras?

Escalas y representación

Por lo que has visto hasta ahora te puedes dar cuenta que la materia está constituida por entidades elementales, átomos o moléculas, cuya dimensión es diminuta. Por ejemplo, la partícula de agua tiene una dimensión menor a una millonésima de centímetro, algo que sin duda resulta muy difícil de imaginar; tanto, que nadie creería que hay casi un trillón de moléculas de agua en la punta de un alfiler. Pero ¿qué te imaginas cuando decimos un trillón de moléculas?

Evidentemente sería más fácil ubicar que ese trillón de moléculas pesa aproximadamente 0.01 gramos, algo aún muy pequeño en magnitud, pero bastante más cercano a la medición por medio de una balanza muy sensible.

Es probable que en este momento, o en algún otro curso, te hayas preguntado ¿cómo se mide entonces la materia?, ¿en masa?, ¿en número de partículas? Si en una ecuación podemos representar mediante símbolos el número de átomos y moléculas que participan como reactivos y como productos, obviamente la respuesta podría ser la segunda.

Pero —y aquí tendrías toda la razón— todas las sustancias que has utilizado hasta ahora se han medido en gramos. Evidentemente, la conexión se encuentra en que esos átomos que podemos contar tienen cierta masa. ¿Confuso? A lo largo de este tema trataremos de aclarar estos conceptos.

El vínculo entre los sentidos y el microcosmos

Los seres humanos tenemos sentidos que nos sirven para observar el mundo que nos rodea. Esos sentidos, y en particular el de la vista, permiten conocer el mundo físico y el biológico macroscópico, es decir, todo aquel objeto y ser vivo que tenga el tamaño suficiente para poder ser visto o detectado a simple vista. Pero ¿es esto válido para el mundo de la química? Hablar de química, a diferencia de otras ciencias, es hablar necesariamente del **microcosmos**, es decir, los objetos de estudio son sumamente pequeños tanto que se necesita reunir hasta miles de millones de partículas de alguna sustancia para empezar a detectar su presencia a simple vista. Entonces, ¿qué es lo que vemos cuando una gota de agua escurre por una ventana de vidrio en un día lluvioso? Evidentemente no estamos observando una partícula de agua, sino el conjunto de una cantidad tremendamente grande de moléculas muy juntas de agua. Ésta es una realidad de la que los químicos no podemos sustraernos: nunca podremos ver una molécula a simple vista. Entonces, ¿cómo aseguramos que existen? ¿Cómo sabemos que tienen cierta forma y geometría? ¿Cómo “las vemos” entonces?

Para poder “ver” moléculas necesitamos extender nuestros sentidos, algo que en química va más allá de los poderosos microscopios electrónicos que utilizan los biólogos para poder observar virus o partes de células. En química, los átomos y moléculas pueden conocerse por medio de métodos indirectos, es decir, se envían señales **electromagnéticas** que interactúan con ellos y hacen que la energía asociada a cada señal de alguna forma los haga “reaccionar físicamente”. Por ejemplo, si calientas a la flama sustancias que contienen sodio, verás que la flama (originalmente azul) se torna color naranja.

Esto significa que los átomos de sodio se han “excitado” y alcanzado niveles más altos de energía (en las órbitas de Bohr) y al regresar a su estado

original de energía, liberan esa energía excedente en forma de luz de un color determinado, en este caso, el naranja. A este fenómeno se le llama espectro, y cada elemento químico tiene un espectro de luz característico. Los espectros que emiten los átomos y las moléculas a determinada frecuencia o longitud de onda (desde las microondas hasta los rayos ultravioleta y rayos X), son una señal específica que tanto físicos como químicos traducen en cómo son las sustancias a nivel microscópico (figura 3.22).

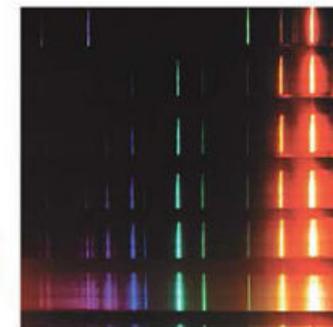


Figura 3.22 Para un químico estas señales significan que la sustancia contiene ciertos átomos o grupos de átomos y así pueden determinar entonces, junto con otras evidencias, la estructura completa de la misma. A estas pruebas se les conoce como espectros atómicos.

Por cierto

Rayos X

¿Sabías que los rayos X sirven para ver esqueletos de seres vivos y la estructura de las moléculas?

Esto se debe a que los rayos X tienen una frecuencia tan pequeña que es capaz de interactuar con los átomos que, de acuerdo con su posición en la molécula, producen diferentes patrones de posición. Con base en estos patrones, y por medio de cálculos matemáticos complejos realizados por computadoras, los físicos y químicos dedicados al estudio de estructuras de rayos X, pueden determinar, sin errores, la forma exacta de una molécula, siempre y cuando se cuente con un cristal suficientemente grande para que pueda ser introducido en el aparato.



Figura 3.23 Los rayos X tienen diversas aplicaciones. Una de ellas es para ver el esqueleto de seres vivos (a) y otra para conocer las estructuras de moléculas, lo cual se logra por medio del bombardeo de moléculas con este tipo de radiación en una técnica computarizada que se conoce como difracción de rayos X. b) Ejemplo de una “radiografía” de una molécula.

Número y tamaño de partículas: Potencias de diez

En matemáticas existe una forma para expresar números muy grandes y muy pequeños de una manera más fácil que anotando todos los dígitos que forman la cantidad. Se le conoce como notación científica y en ella se utilizan las potencias de 10 para hacer más corta la numeración escrita.

Sin pretender volver a repasar totalmente este tema, conviene revisar algunos ejemplos relacionados con las ciencias en los que nos interesa que identifiques la conveniencia de utilizar esta notación cuando hablamos de cantidades astronómicas, terrestres y moleculares o atómicas.

Cuando pensamos en la distancia entre dos estrellas de la Vía Láctea (aproximadamente 50 000 000 000 000 km) o en el diámetro de un microorganismo (0.000002 mm aproximadamente) y queremos escribirlo o leerlo, nos cuesta mucho trabajo y nos es prácticamente imposible imaginarlo.

Glosario

Microcosmos: de dimensiones exageradamente pequeñas. Universo en miniatura.

Electromagnético: fenómeno en el que se interrelacionan los campos eléctricos y los magnéticos.

Hagamos un pequeño recuento para recordar cómo pudieron llegar a las conclusiones que permiten que hoy podamos contar con una unidad para medir la cantidad de sustancia, llamada **mol**.

Sabemos que cada elemento o compuesto tiene cierta masa, misma que podemos consultar en la tabla periódica. Sin embargo, lo que tenemos en la tabla es el valor en masa de los protones y neutrones presentes en el núcleo de cada uno y, de manera arbitraria, a la masa de cada partícula nuclear le asignamos un valor de uno.

Por lo tanto, para el hidrógeno la masa atómica es de uno (porque sólo tiene un protón) y la del fósforo es de 31 porque tiene 15 protones y 16 neutrones, pero esa evidentemente no es su masa en gramos. Lo que los científicos han descubierto es que existe una cantidad que relaciona un número fijo de partículas con la masa (en gramos) de cualquier elemento de la tabla y, por lo tanto, también para cualquier otro compuesto. Ese número se elige a partir de una muestra patrón que sirve como unidad de medida, con respecto a la cual se compararán todas las demás y se le conoce como **mol**. El mol es la unidad de **cantidad de sustancia** del Sistema Internacional de Unidades.

Su definición formal es la siguiente: **mol** es la unidad con la que se mide la cantidad de sustancia de un sistema. Se tiene un mol de partículas cuando éstas son iguales a las que hay en 0.012 kg de ^{12}C , sustancia que se escogió como patrón comparativo.

El término partícula se emplea tanto para átomos como para moléculas, iones, fórmulas, etcétera (figura 3.26). De esta forma una vez definido el tipo de partícula al que nos referimos, un mol de dicha sustancia correspondería a una muestra con la propiedad de contener el mismo número de cualquiera de esas partículas, como el que existe de átomos de carbono en 12 gramos de una muestra pura del isótopo carbono-12.

Es muy importante no relacionar el término “mol” con el de “molécula”; mol viene del idioma inglés y significa mole, pila o montón.

Por lo tanto, la idea de incluir en el Sistema Internacional de Unidades (SI) una unidad de cantidad de sustancia es cuantificar el número de partículas o entidades elementales que contiene una muestra. Esta definición siempre resulta un poco complicada, pero puede despejarse un poco si nos planteamos la siguiente pregunta:

¿Cuántos átomos hay en 12 g de ^{12}C ?

Como ya dijimos, el conocimiento de esto se remonta al siglo XIX, cuando los científicos europeos, por medio de sus estudios, sentaron las bases para establecer que en los gases, cuando se tiene un volumen fijo de cualquiera de ellos, la cantidad de partículas es la misma. Esto se debe a que los gases son muy simples y todos se comportan de manera muy parecida a nivel macroscópico y microscópico.



Figura 3.26 Cuando se trata de medir materia, podemos utilizar dos sistemas: el de la masa en gramos o por medio de la cantidad de sustancia, que se mide por medio del mol. Cuando pesas en una balanza o mides volumen en una probeta, se puede hacer la conversión al número de partículas por medio de cálculos químicos o conversiones.

Cuando se supo cuál era el número (enorme por supuesto) para un volumen fijo de 22.4 litros de cualquier gas, por medio de algunos cálculos, se pudo llegar a la conclusión de que es igual a 6.023×10^{23} partículas (figura 3.27). Más adelante estas mediciones se llevaron a cabo en sustancias sólidas y coincidió que cuando se tienen este número de partículas de cualquier elemento, la **masa atómica** corresponde en igual número (para un átomo) que la **masa molar** para 6.023×10^{23} átomos. A esto se le conoce como la ley de Avogadro.

En honor a su ley, al número: $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ = número de átomos en 12 g de ^{12}C se le conoce como número de Avogadro.

Debemos considerar que N_A es simplemente un número. Cuando le colocamos unidades como “partículas” o “entidades elementales”, tenemos la siguiente igualdad:

$$\text{Un mol de partículas} = N_A \text{ partículas}$$

$$\text{Masa de un mol de partículas} = \text{masa de } 6.023 \times 10^{23} \text{ partículas}$$

$$\text{Masa de una partícula} = \frac{\text{masa de la partícula (g)}}{N_A \text{ partículas}}$$

Lo realmente impresionante es que ese número (al menos aproximado) se conocía mucho antes de que se supiera de la existencia de los átomos como algo cierto y que una vez determinadas las masas atómicas de todos los elementos por medio del mol podemos conocer cuántas partículas hay en cierta masa de sustancia, lo cual aprenderás más adelante en el bachillerato.

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} = \text{número de átomos en 12 g de } ^{12}\text{C}$$

Glosario

Masa atómica: es la masa de un átomo y se mide en unidades de masa atómica.

Masa molar: masa (en gramos o kilogramos) de un mol de átomos, moléculas u otras partículas.

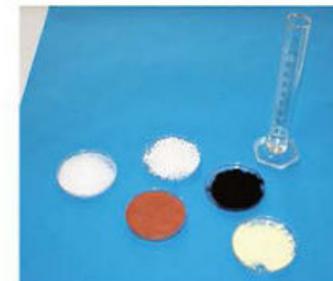


Figura 3.27 En todas estas muestras hay el mismo número de partículas que hay en los 12 gramos de carbono que están en el recipiente número tres. Un mol de: 1) Sal (NaCl); 2) Sosa (NaOH); 3) Carbono; 4) Agua (H_2O); 5) Cobre (Cu) y 6) Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3).

Actividad

¿Por qué en los laboratorios no hay “molímetros”?

Los seres humanos nos movemos en una escala mucho mayor que los átomos y las moléculas y la única forma de interactuar con ellas es cuando se encuentran en grandes cantidades.

► Considera, por ejemplo, que quieres comprar arroz. Nunca se te ocurriría pedir al tendero que te vendiera 20^{21} granitos, ¿verdad? ¿Por qué? ¿Qué unidad de medida se utiliza para vender arroz? ¿Cómo podrías convertir la masa de cierta cantidad de arroz en número de granos de arroz?

► Las sustancias químicas están formadas por partículas cada una con una fórmula y una masa específicas (por ejemplo, H_2 , CO_2 , H_2O).

Responde

- ¿A qué equivalen los granos de arroz del ejemplo anterior?
- ¿Por qué al medir la masa podemos saber cuántas partículas están conformando esa muestra?

Revisando lo aprendido

Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara lo que resolviste con tu nueva visión. ¿En qué se parecen? ¿En qué son diferentes?

Explica con tus propias palabras el significado de los términos clave: microcosmos, escala, notación científica, mol, masa atómica, masa molar y número de Avogadro. ¿Identificaste otros términos importantes en este contenido?

Agrégalos a tu diccionario científico.

En tu cuaderno escribe, con frases completas en textos breves, las principales ideas que ahora forman parte de tus conocimientos, por ejemplo:

Los átomos y las moléculas son tan pequeños que...

Los científicos han ideado métodos indirectos para...

El mol es una unidad para medir...

Avance de proyecto

Ya están muy cerca de poder elaborar la parte experimental del proyecto. Identifiquen la ecuación que corresponde al proceso químico que van a realizar. Diseñen el método y describan con detalle los materiales, sustancias e instrumentos que van a utilizar.

Elaboren un procedimiento o plan detallado que incluya cada uno de los pasos a seguir. Una vez preparado, entréguenlo a su docente para su conocimiento y aprobación antes de empezar.

Cuando tengan su autorización, realicen los experimentos, a pequeña escala primero y a una escala mayor después, ya sea en la escuela o en alguna casa.

Recuerden que deben anotar todo lo que hagan y tratar de registrarlo sistemáticamente en tablas, gráficas y/o diagramas. De ser posible, tomen fotografías a lo largo del proceso, ya que éstas les ayudarán a recordar y dar a conocer su trabajo a sus compañeros al final del proyecto.

Concluyan explicando la importancia de las reacciones que realizaron y de los productos que obtuvieron y su importancia en la vida cotidiana.

Saber más

En las siguientes revistas, páginas de internet y videos puedes encontrar información complementaria:

Revistas:

▶ Tagueña, J. y Del Río, A., "Nanomundo: la importancia de lo pequeño", en *¿Cómo ves?*, México, enero de 2003, núm. 50.

▶ "Nace un chip", en *¿Cómo ves?*, México, abril de 2004, núm. 65.

Páginas de internet:

▶ Concepto de mol y número de Avogadro, <http://goo.gl/fM2c4> (8 de noviembre de 2016).

▶ StumbleUpon: La escala del universo, <http://htwins.net/scale2/lang.html> (22 de enero de 2017).

Películas y videos:

▶ Colección El mundo de la química, Volumen 6, programa *La masa*.

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa

Integración y aplicación

Sugerencias de opciones de proyecto

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

Compuestos orgánicos y seres vivos

La química de los organismos vivos es, en esencia, la química de los compuestos orgánicos, es decir, los compuestos que contienen carbono. El carbono es el elemento más adecuado para ello, pues es el átomo más liviano capaz de formar múltiples enlaces covalentes. Y es a partir de esta capacidad que el carbono puede combinarse con otros átomos de carbono y con átomos distintos para formar una gran variedad de cadenas fuertes y estables, y de compuestos con forma de anillo. Las estructuras tridimensionales de las moléculas orgánicas derivan principalmente de sus esqueletos de carbono. Sin embargo, muchas de las propiedades específicas de ellas dependen de sus grupos funcionales (átomos o grupo de átomos unidos de manera característica que determinan las propiedades del compuesto en el que están presentes). Entre los tipos principales de moléculas orgánicas importantes en los seres vivos están los carbohidratos, los lípidos, las proteínas y los nucleótidos.

Los carbohidratos son la fuente principal de energía química de los sistemas vivos. Los carbohidratos más simples son los monosacáridos (azúcares simples) como la glucosa y la fructosa. Los monosacáridos pueden combinarse para formar disacáridos (dos azúcares), como la sacarosa (azúcar de la caña). Los polisacáridos, como el almidón, son formas de almacenamiento de azúcar, mientras que la celulosa (otro polisacárido) es un material importante de la estructura de las plantas.



Figura 3.28 Los carbohidratos constituyen la principal fuente de energía para el funcionamiento del 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.

Los lípidos son moléculas orgánicas hidrofóbicas (repelentes al agua) que, al igual que los carbohidratos, desempeñan papeles importantes en el almacenamiento de energía y como componentes estructurales. Los compuestos de este grupo incluyen a las grasas y los aceites, las ceras y el colesterol. Las grasas son los principales lípidos almacenadores de energía de reserva. Una reacción típica de los ácidos grasos cuyo producto utilizas todos los días, es la saponificación, en la cual reaccionan un ácido graso y una base alcalina, dando como resultado el jabón.



Figura 3.29 La fabricación de jabones requiere de la aplicación de reacciones químicas muy interesantes.

Las proteínas son moléculas muy grandes compuestas de cadenas largas de aminoácidos, conocidas como cadenas polipeptídicas. Existen veinte aminoácidos diferentes y a partir de ellos es posible sintetizar una inmensa variedad de proteínas, cada una de las cuales cumple una función específica en los sistemas vivos. Principalmente se usan para formar y cicatrizar tejidos.

Los nucleótidos son moléculas complejas. Forman los bloques estructurales del ADN (ácido desoxirribonucleico) y ARN (ácido ribonucleico) que transmiten y traducen la información genética.

¿Cómo empezar?

Desarrollen en equipo las actividades de forma equivalente a la de los proyectos de los bloques I y II. Si no han realizado ningún proyecto todavía es momento de volver atrás y seguir las recomendaciones para hacer proyectos que aparecen en el bloque V. A lo largo del bloque III fueron localizando diferentes actividades que te permitirán dar respuesta a cualquiera de las dos preguntas planteadas.

Actividades exploratorias

Empezar a investigar todo lo que puedan en diversos medios (periódicos, revistas, libros e internet) sobre las biomoléculas, su importancia en el cuerpo humano, lo que nos aportan y cómo las transformamos, sus usos industriales, su importancia económica, etcétera. En este proyecto será posible realizar algunos experimentos. Para ello, es importante acopiar el material y disponer de un lugar seguro para hacerlo.

Recuerden ir guardando en una carpeta todos los artículos, notas, textos e imágenes que estén relacionados con el tema del proyecto. Les serán útiles para finalizar el mismo.

Les sugerimos

Dependiendo del proyecto que hayan elegido, pueden centrarse en preguntas como las siguientes

- ▶ ¿Cuáles son las fórmulas y estructuras de las moléculas que conforman el cuerpo humano?
- ▶ ¿En qué tejidos u órganos las encontramos y cómo las podemos identificar?
- ▶ ¿Cuáles son sus funciones en el organismo?
- ▶ ¿Tienen algún uso industrial?

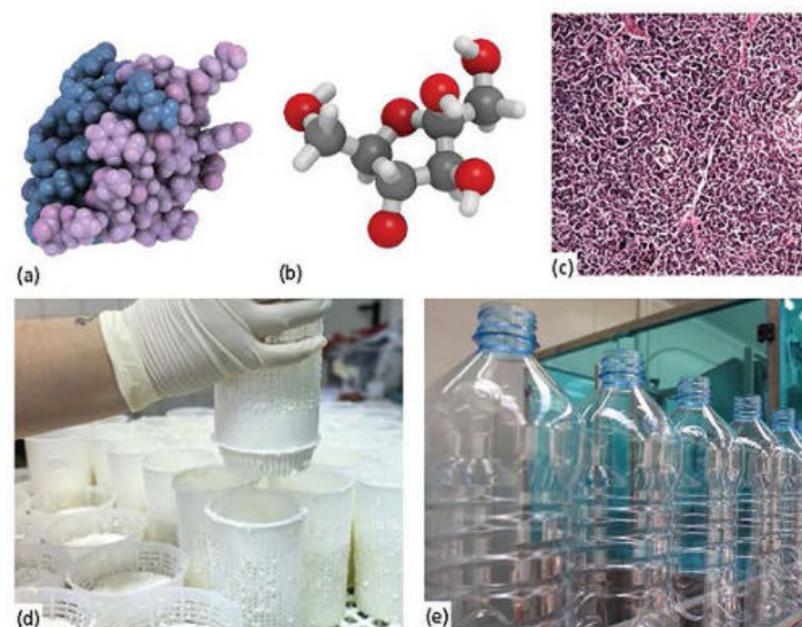


Figura 3.30 Resolver la pregunta ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano? implica investigar las sustancias (como la insulina, cuya estructura molecular está representada en (a)) encargadas de procesar los alimentos (como la fructosa, el azúcar que algunas frutas aportan, en (b)), y los tejidos del cuerpo implicados en estos procesos (como el páncreas, cuyo tejido se ilustra en (c) mediante una fotomicrografía coloreada, y que es el responsable de producir la insulina). También te será útil indagar los procesos a que se someten los alimentos para su procesamiento industrial y los efectos, tanto positivos como negativos que su producción a gran escala genera (como los lácteos, (d) y los aceites comestibles (e)).

- ▶ ¿Cómo se transforman?
- ▶ ¿Qué tipo de reacciones se producen al fabricar un jabón?
- ▶ ¿Qué es la alcalisis y la saponificación?
- ▶ ¿Qué son los esteres?



Figura 3.31 La fabricación de jabón es un proceso interesante porque puede llevarse a cabo tanto a escala artesanal (a), como industrial. En esencia se necesita una grasa animal o vegetal (como la que se obtiene de las nueces de la *Vitellaria paradoxa*, conocida como mantquilla de karité, (b)) que es sometida a la acción de un álcali fuerte como la sosa cáustica. El inciso (c) de la figura esquematiza este proceso, un triglicérido (izquierda) es tratado con hidróxido de sodio (al centro) para producir jabón y glicerina.

Elaboren una tabla con la información y úsenla para la realización del proyecto. Para cualquiera de los dos proyectos sugeridos, es posible elaborar, en lugar de una investigación escrita, un modelo, un experimento o una maqueta. Esto lo podrán hacer a medida que aprendan a reconocer cómo se organiza la materia a nivel microscópico.

Sugerencias bibliográficas:

- ▶ Atkins, P., *Las moléculas de Atkins*, Madrid, Akal, 2007.
- ▶ Trujillo, M. y N. Valdez, "Pasteur y las moléculas en el espejo", en *¿Cómo ves?*, México, julio de 2002, núm. 44.
- ▶ Gasque L., "Carbono: Un elemento con múltiples personalidades", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 2001, núm. 28.

Recapitulen lo investigado...

Hasta ahora han realizado una serie de actividades relacionadas con las propiedades, fuentes y usos de los diferentes elementos químicos, es momento de integrar todo para dar respuesta a la pregunta de inicio. Veamos cuáles fueron y qué se logró aprender con cada una y cómo se recuperan para el proyecto.

Actividad	Propósito	Vinculación con el proyecto
Identificación de reactivos y productos en reacciones sencillas de laboratorio	Conocer métodos de identificación de productos y reacciones.	Al elaborar un jabón, debemos tener claro cuál es el reactivo y cuál el producto.
¿Estás comiendo bien?	Reflexionar sobre los alimentos que consumimos y las proporciones que utilizamos.	Los alimentos que consumimos nos aportan la energía necesaria para realizar nuestras actividades diarias.
No sólo químicos...	Investigación sobre el trabajo científico elaborado por Lewis y Pauling sobre las moléculas que conforman el cuerpo humano.	Esta información se puede utilizar directamente en el informe de trabajo de investigación.
Midiendo nuestra masa corporal	Calcular nuestra masa corporal.	Nos ayuda a entender la importancia de una dieta balanceada que nos permita tener un peso saludable y un aporte de energía adecuado.

Integren

Es momento otra vez de reunir lo aprendido sobre el tema de investigación. Analicen lo investigado y con la ayuda de su docente decidan si es posible dar respuesta a la pregunta de investigación. Si aún falta información, continúen la búsqueda en otras fuentes como Internet.

Elaboren el informe y presenten sus resultados

De nuevo hemos llegado a la parte final de su proyecto, como en la ocasión anterior, es momento de sentarse, organizar toda la información y ponerse a escribir para después entregar un trabajo escrito, una maqueta, un experimento o un modelo a su docente y dar a conocer entre sus demás compañeros y, por qué no, al resto de la comunidad escolar el resultado de toda su investigación.

Si optaron por elaborar modelos tridimensionales, maquetas o experimentos, pónganse de acuerdo con su docente y con el resto del grupo para montar una exposición en donde muestren sus trabajos y los expliquen.

Recuerden la forma en que se presentan las exposiciones en un museo, planifiquen bien la actividad tomando en cuenta el material que necesitan para organizar la exposición, el lugar donde se montará, las personas a las que invitarán, etcétera.

Evalúen

Para evaluar el desempeño de este proyecto elaboren una lista de los pasos que siguieron para llevarlo a cabo ¿Hubo que cambiar algo en el diseño original?, ¿qué se aprende cuando se cometen errores? Reúnanse con el resto de sus compañeros y relaten la experiencia, escuchen también a los otros equipos y piensen en lo que no salió bien para que la próxima vez puedan plantearlo mejor.



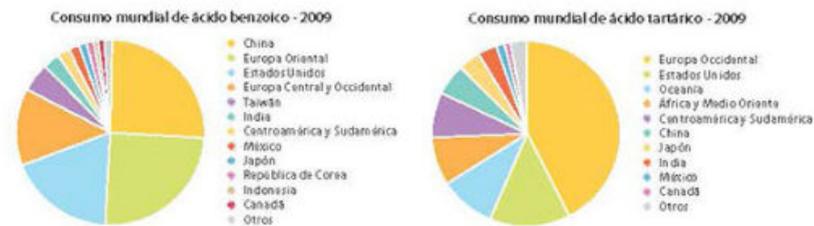
Figura 3.32 Muestren al grupo el resultado de su investigación con modelos, ya sea tridimensionales o correctamente ilustrados. Previamente acuerden con su maestro la fecha y la hora de su exposición. Expliquen los pasos involucrados en este proceso de conocimiento de manera que sus compañeros puedan compartir esa experiencia en forma provechosa.

Ahora que has presentado el resultado de todo tu trabajo en este proyecto, es momento de que reflexiones sobre la forma en que lo has desarrollado, tanto individualmente como en parejas y en equipo. Para ello, te sugerimos completes la siguiente tabla.

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
En el trabajo individual				
Organicé y recopilé cada una de las actividades que fui desarrollando a lo largo de cada tema y que podrían sernos útiles para armar nuestro proyecto.				
Fui capaz de compartir con los integrantes de mi equipo la información que recabé durante cada uno de los temas que fue relevante para la realización de nuestro proyecto.				
En las actividades realizadas en parejas				
Me organicé con mi pareja para buscar información de manera que cada uno de nosotros se enfocara en cuestiones diferentes.				
Compartí con mi pareja la información recabada; entre los dos la seleccionamos y decidimos cuáles eran las cuestiones más importantes que debíamos incluir en nuestro trabajo.				
En las actividades realizadas en equipo				
Fuimos capaces de ponernos de acuerdo para elegir un tema, escuchando y respetando siempre las opiniones de los demás.				
Respetamos el cronograma de trabajo acordado al inicio del proyecto.				
Llegamos a un acuerdo sobre la manera en que se presentaría el trabajo final.				
Contribuimos todos de manera equitativa en la organización, la planeación y el desarrollo de todo el trabajo.				

Es momento de que pongas en práctica todo lo aprendido a lo largo del bloque, ahora de manera individual, de forma que tu docente pueda evaluar tus avances en conocimientos, habilidades y actitudes. Contesta las preguntas o lleva a cabo las actividades según las instrucciones.

Los conservadores químicos son un tipo de aditivo que se usa en la industria alimentaria. Son sustancias que se añaden para proteger a los alimentos, y su finalidad principal es inhibir el desarrollo microbiano. El deterioro de los alimentos por el desarrollo de microorganismos tiene grandes implicaciones económicas para los fabricantes, los distribuidores y los consumidores; además, es un factor de riesgo adicional para la salud de quienes los consumen. De ahí que los conservadores se utilicen principalmente para producir alimentos más seguros, previniendo la acción de agentes biológicos. Este método permite el consumo de alimentos que han sido cosechados o preparados con anterioridad. Algunos de los conservadores más utilizados en la industria alimenticia son el dióxido de azufre, el ácido propiónico, el ácido benzoico, el ácido tartárico y el ácido sórbico. En las gráficas se observa el consumo de algunos aditivos alimenticios en diferentes regiones del mundo en el año 2009.



Pregunta 1.1

¿Te interesa la información siguiente? Marca sólo una casilla por fila.

Información sobre los aditivos alimenticios	Me interesa mucho	Me interesa a medias	Me interesa poco	No me interesa
Todos los alimentos procesados que compramos tienen algún tipo de aditivo químico y todos deberíamos saber cuál es el que más daño nos puede causar.				
La comida norteamericana, la china y la italiana se caracterizan por el uso de muchos condimentos, cuyo abuso puede repercutir en la salud de la población, algo que se puede disparar por el consumo frecuente de alimentos en franquicias (pizza, rollitos chinos, hamburguesas, etcétera).				

Información sobre los aditivos alimenticios	Me interesa mucho	Me interesa a medias	Me interesa poco	No me interesa
Se puede reducir considerablemente el consumo de aditivos cuando se aumentan frutas y verduras frescas a la dieta diaria.				
Las diferentes culturas y zonas geográficas de México y el mundo han utilizado históricamente aditivos distintos de acuerdo a los productos disponibles en la zona y a la cultura de la población.				

Pregunta 1.2

Cuando se añade un aditivo alimenticio a un alimento, éste hace que la descomposición del mismo se retrase considerablemente. Esto responde principalmente a la necesidad de:

- A Que los alimentos no pierdan ninguna de sus propiedades originales.
- B Que en los alimentos, donde hay nutrientes y humedad no desarrollen crecimiento bacteriano.
- C Que los alimentos se vean más apetitosos y se puedan vender sin refrigerar, independientemente de su naturaleza.
- D Que los industriales, vendedores y consumidores se unan en una cadena donde aumente el consumo y las ganancias en el sector alimentario.

Pregunta 1.3

¿Qué información de las gráficas te da una idea de dónde se consumen más alimentos procesados? Justifica tu respuesta.

Pregunta 1.4

En la siguiente tabla anota las ventajas y desventajas que tiene el que en todo el mundo se puedan conseguir frutas o productos perecederos de otras partes lejanas.

Ventajas de importar alimentos de otras partes del mundo	Desventajas de importar alimentos de otras partes del mundo

Ventajas de importar alimentos de otras partes del mundo	Desventajas de importar alimentos de otras partes del mundo

Pregunta 2

Escribe la representación simbólica (modelos y en lenguaje químico); si no están balanceados, balancea al final las siguientes reacciones:

- a) Una molécula de metano reacciona con dos moléculas de oxígeno para formar una molécula de dióxido de carbono y dos de agua.
 b) Una molécula de nitrógeno reacciona con tres moléculas de hidrógeno para formar amoníaco.

Pregunta 3

Describe qué información te dan las siguientes ecuaciones químicas (con frases como las del ejercicio 3) y luego balancealas.

- a. $\text{HCl}_{(aq)} + \text{FeS}_{(s)} \rightarrow \text{FeCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{S}_{(g)}$
 b. $\text{C}_4\text{H}_8_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \Delta$
 c. $\text{FeS}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + \text{SO}_{2(g)}$
 d. $\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{NO}_{2(g)}$
 e. $\text{SnO}_{2(s)} + \text{C}_{(s)} \rightarrow \text{Sn}_{(s)} + \text{CO}_{(g)}$

Pregunta 4

a) Lee la siguiente frase:

“Los automóviles de motor de combustión interna utilizan gasolina para funcionar, ya que la reacción de combustión del combustible libera mucho calor que se utiliza para mover los pistones”.

Ahora elabora una frase equivalente con respecto al papel de los alimentos en el cuerpo en función de la energía que aportan.

b) Completa la tabla; sigue el ejemplo de la primera fila.

Tipo de nutrimento	Calorías que aporta por cada 100 gramos	Lo puedes encontrar en	Te serviría para	Debido a que
Carbohidratos	400	Cereales	Correr una carrera rápida de 200 mts	Aporta energía de consumo rápido
Lípidos				
Proteínas				

c) De acuerdo con tu talla y peso, describe qué te conviene comer de manera equilibrada en un día típico (desayuno, comida y cena) para mantener sano tu organismo y desarrollarte adecuadamente para tu edad.

Pregunta 5

Gilbert Newton Lewis y Linus Pauling hicieron, cada uno en su momento, contribuciones científicas relevantes valiosas para el área química, la biología molecular y la medicina. Consultando el libro, tus notas de clase e Internet, elabora una tabla en la que anotes al menos tres aportaciones relevantes de cada uno de ellos.

La nanotecnología

En los últimos años se han logrado importantes avances en nanotecnología, que es la ciencia aplicada que se dedica al control y a la manipulación de la materia en una escala de 10^{-9} m, es decir, a nivel de átomos y moléculas. Estos avances han estado enfocados a la detección y el tratamiento del cáncer, entre otros problemas. Lo que se intenta es encapsular ciertos medicamentos y hacerlos llegar a las células enfermas directamente, sin afectar a las demás células del organismo. Al encapsularlos es posible acumularlos en las células tumorales y así mejorar su efecto.

El Dr. Mauro Ferrari, italiano de nacimiento y actualmente profesor de bioingeniería de la Universidad de Rice e investigador de la Universidad de Texas, lleva varios años trabajando para desarrollar un tipo de nanoestructuras llamadas micelas que tienen forma de medusa y un núcleo hidrofóbico —resistente al agua— lo que les permite alcanzar la célula enferma viajando por el torrente sanguíneo. Estas micelas rodean y sellan por completo al fármaco que transporta, permitiendo su llegada directamente a la célula cancerosa. El fármaco tiene que ser afín al entorno del interior de la micela para poder ser transportado. Su tamaño, de alrededor de unas cuantas decenas de nanómetros, debe ser el indicado para poder atravesar los espacios que le permitan salir del torrente sanguíneo y entrar al tejido tumoral. Estos nuevos materiales se sintetizan buscando propiedades que les permitan llegar hasta la célula cancerígena, donde descarga su contenido, evitando dar tiempo a la célula a poner en marcha sus mecanismos de defensa.

Pregunta 6.1

La nanotecnología es una nueva área que puede también aprovecharse para diseñar nuevos combustibles más eficientes y menos contaminantes.

¿Ayudarán estas investigaciones a mejorar las condiciones de vida de la sociedad actual?
Da razones a favor y en contra para cada uno de los ejemplos

	Sí	No
a) Medicina		
b) Eficiencia energética		

Pregunta 6.2

Cuando se habla de nanotecnología se hace referencia a una dimensión donde el prefijo nano corresponde a la magnitud igual a 1×10^{-9} .

Una micela nanométrica estable tiene un diámetro aproximado de 100 nanómetros. ¿Cuántas micelas caben en un volumen de 20 cm^3 ? (Recuerda que para calcular el volumen de una esfera utilizas la expresión $\frac{4}{3}\pi r^3$).

Pregunta 7

1) Dibuja la estructura de Lewis para las siguientes moléculas.

2) Con tus palabras explica el motivo por el cual los átomos involucrados en cada se estabilizan al formar los enlaces que los mantienen unidos a otros.

a) H_2S

b) SbCl_3

c) SO_3

Pregunta 8

Dos sustancias con fórmula KCl y PCl_5 muestran una diferencia de electronegatividad en el enlace de potasio y fósforo con cloro respectivamente de 2.2 y 0.8. Con base en eso:

a) determina cuál es la sustancia iónica y cuál la covalente.

b) elabora un modelo de cada molécula.

Pregunta 9

El metano (CH_4), es también conocido como gas natural y es el que se usa en la mayoría de las casas en las ciudades para obtener energía. La reacción sucede en presencia de oxígeno, que es el otro reactivo de la reacción de combustión, donde se forman dióxido de carbono y agua. De acuerdo a esta información

a) Establece la ecuación química y balancéala.

b) Representa cada sustancia por su estructura de Lewis, tomando en cuenta la regla del octeto (puede haber algunas con enlaces dobles).

c) Determina el tipo de enlace que hay en cada una de las sustancias (iónica o covalente) de acuerdo a su electronegatividad.

Pregunta 10

Con base en el concepto de mol (número de partículas que hay en cierta cantidad de masa de un elemento o compuesto), establece cuántos gramos de Carbono (C) hay en

- a) 1 mol
b) 0.5 mol
c) 25 mol

¿Cuál es la razón que utilizaste para realizar este ejercicio?

¿Se necesita de la información que te da la tabla periódica para contestar esta pregunta? Justifica tu respuesta.

Autoevaluación

Reflexiona sobre lo que has aprendido en este bloque. Y después marca el cuadro que describa mejor cómo te sientes con respecto a cada aprendizaje esperado.

1. Puedo hacerlo.
2. Tengo idea, pero no lo domino.
3. No puedo hacerlo.

Contenido	1	2	3
• Describo algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).			
• Identifico las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.			
• Represento el cambio químico mediante una ecuación e interpreto la información que contiene.			

Contenido	1	2	3
• Describo algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).			
• Identifico las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.			
• Verifico la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.			
• Identifico que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.			
• Identifico que la cantidad de energía se mide en calorías y comparo el aporte calórico de los alimentos que ingiere.			
• Relaciono la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.			
• Explico la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.			
• Argumento los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.			
• Represento la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifico el tipo de enlace con base en su electronegatividad.			
• Comparo la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.			
• Relaciono la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.			
• Selecciono 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.			
• Sistematizo la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos.			
• Comunico los resultados de su proyecto de diversas maneras utilizando el lenguaje químico, y propongo alternativas de solución a los problemas planteados.			
• Evalúo procesos y productos de mi proyecto, y considero la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados.			

La formación de nuevos materiales

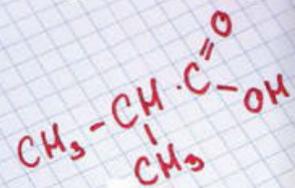
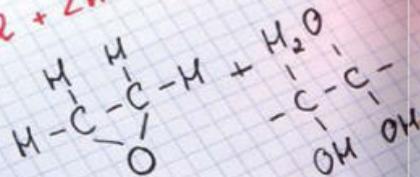
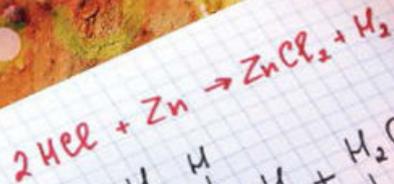
Competencias que se favorecen

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

Aprendizajes esperados

Al terminar el estudio de este bloque, el alumno:

- Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.
- Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.
- Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.
- Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.
- Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.
- Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.
- Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.
- Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.
- Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.
- Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.
- Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.



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.



Figura 4.1 Los ácidos se presentan tanto en productos naturales, como las frutas, como en otros que requieren procesos industriales.

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

¿Te gustan los dulces, los refrescos o los jugos? Todos hemos probado algo ácido; lo más seguro que hoy mismo hayas comido o bebido algo con estas características. Desde el jugo de naranja del desayuno (figura 4.1) a muchas de las medicinas que se utilizan con frecuencia en tu casa, lo cierto es que consumimos y utilizamos sustancias ácidas para muchas aplicaciones. Algunas son en apariencia inofensivas; se sabe que otras son muy fuertes y tóxicas. Que una sustancia sea ácida implica que tiene algo en común con las demás sustancias ácidas. Por otro lado están las bases, sustancias tan cotidianas como el jabón o el bicarbonato de sodio que son justamente lo contrario de los ácidos y se clasifican en otro grupo. Lo más interesante es que al ser contrarias en su comportamiento, cuando se ponen en contacto los ácidos y las bases se neutralizan, es decir, se anulan en sus efectos unas a las otras. Un ejemplo de ello es el uso de antiácidos para quitar el efecto de una indigestión provocada por un exceso de acidez en el estómago. La base que se toma como medicina elimina el efecto de malestar que producen los ácidos del jugo gástrico. Pero hay mucho más que conocer sobre los ácidos y las bases, algo que vas a poder hacer a través del desarrollo del siguiente tema.

Algunas son en apariencia inofensivas; se sabe que otras son muy fuertes y tóxicas. Que una sustancia sea ácida implica que tiene algo en común con las demás sustancias ácidas. Por otro lado están las bases, sustancias tan cotidianas como el jabón o el bicarbonato de sodio que son justamente lo contrario de los ácidos y se clasifican en otro grupo. Lo más interesante es que al ser contrarias en su comportamiento, cuando se ponen en contacto los ácidos y las bases se neutralizan, es decir, se anulan en sus efectos unas a las otras. Un ejemplo de ello es el uso de antiácidos para quitar el efecto de una indigestión provocada por un exceso de acidez en el estómago. La base que se toma como medicina elimina el efecto de malestar que producen los ácidos del jugo gástrico. Pero hay mucho más que conocer sobre los ácidos y las bases, algo que vas a poder hacer a través del desarrollo del siguiente tema.

Glosario

Corrosivo: una sustancia que puede destruir o dañar irreversiblemente otra superficie o sustancia con la cual entra en contacto, como metales, piedras, cuero, entre otros. Los principales peligros que exhiben los compuestos corrosivos para las personas incluyen daño a los ojos, en el esmalte de los dientes, la piel y el tejido debajo de la piel; la inhalación o ingestión de una sustancia corrosiva puede dañar las vías respiratorias y conductos gastrointestinales.

Lo que pienso

- ¿Qué es ácido? Piensa en todas las sustancias que conoces y consumes que puedes decir que son ácidas y anótalas en una lista.
- ¿Los ácidos son peligrosos? ¿Conoces ácidos que sean **corrosivos** (figura 4.2)? Explica tu respuesta.

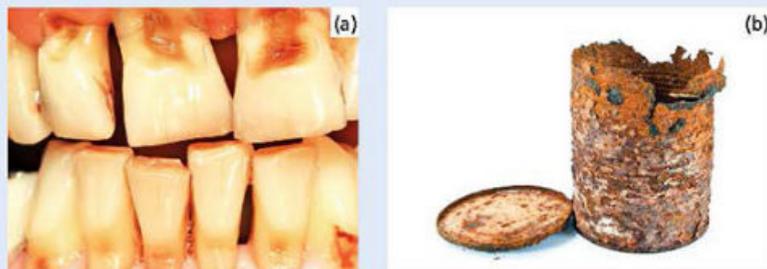


Figura 4.2 Efecto de la corrosión por ácidos en (a) un diente; (b) una superficie metálica.

- Luego trata de definir con tus palabras qué es un ácido y qué efecto tienen los ácidos sobre otros materiales.

Comparte tus ideas con tus compañeros y tu docente.

Propiedades y representación de ácidos y bases

¿Cómo se define un ácido? Seguramente por medio de la actividad anterior pudiste identificar una buena cantidad de productos y sustancias con estas características: algunas son muy conocidas —como el jugo de limón— mientras que otras, como la vitamina C o la aspirina no lo son tanto. Y eso no es todo. La cosa se pone un poco más difícil cuando se trata de responder a la pregunta: ¿Qué significa básico o alcalino?

Las sustancias ácidas tienen un contrario químico que se comporta de manera muy diferente y que al combinarse ambas, sus efectos se anulan. En términos químicos, algo básico es aquello que anula o neutraliza a un ácido. Ejemplos de bases o álcalis (como se les llama también) son el bicarbonato de sodio, el limpiador de hornos, el jabón y los detergentes, la cal, el yeso y el agua mineral sin gas, entre otras. Para asegurar esto, cualquier químico habría tomado en cuenta las propiedades químicas y físicas observables de cada sustancia y las habría clasificado entonces en ácidos o bases. Las propiedades que hacen posible la separación son bastante simples si se cuenta con ciertos instrumentos, sustancias y materiales de laboratorio para poder realizar experimentos y pruebas.

Es común que los ácidos y las bases se perciban como sustancias peligrosas. Esto es correcto solamente cuando se habla de ácidos y bases en concentraciones considerables, pero los ejemplos de la vida cotidiana mencionados hasta ahora (con excepción del limpiador de hornos) no lo son (figura 4.3). Para poder diferenciar los ácidos fuertes de los débiles, al igual que las bases, necesitamos conocer un poco más de sus características. Las más importantes a tomar en cuenta para decidir si algo es ácido o básico se resumen en la tabla 3.1.

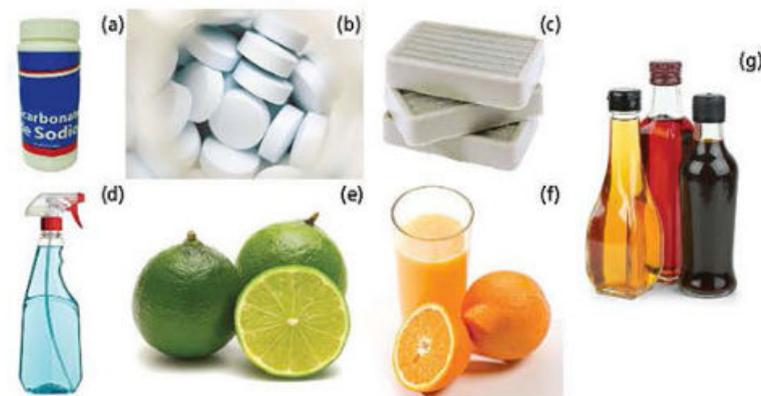


Figura 4.3 Los productos que contienen sustancias o propiedades básicas o alcalinas —(a) bicarbonato de sodio, (b) medicamento para la gastritis y (c) jabón— son los que consideramos contrarios a los ácidos, como (d) limpiavidrios, (e) jugo de limón, (f) jugo de naranja o (g) vinagre.

Tabla 4.1 Características y ejemplos de ácidos y bases

Ácidos	Ejemplos	Bases	Ejemplos
Tienen sabor ácido.	Ácido cítrico del limón / vinagre.	Tienen sabor amargo.	Bicarbonato de sodio en agua.
Conducen la corriente eléctrica en disolución acuosa (electrólitos).	Todos los ácidos cumplen esta condición en mayor o menor medida.	Conducen la corriente eléctrica en disolución acuosa.	Todas las bases cumplen con esta condición en mayor o menor medida.
Cambian el color de ciertos pigmentos colorantes, como el tornasol, a tonos rojos.	El vinagre y el jugo de limón hacen cambiar a rojo el jugo de col morada y el papel tornasol.	Cambian de color de los mismos pigmentos a tonos distintos, generalmente azul y verde.	El bicarbonato de sodio hace cambiar a azul el papel tornasol y a verde el jugo de col morada.
Una buena parte de ellos son corrosivos a concentraciones altas (figura 4.4).	El ácido clorhídrico que está en el estómago ayuda a la digestión por su efecto corrosivo en los alimentos.	Una buena parte de ellas son corrosivos a concentraciones altas.	El limpiador de hornos tiene un efecto corrosivo que ayuda a despegar la grasa o reacciona con la grasa depositada en las parrillas de la estufa.

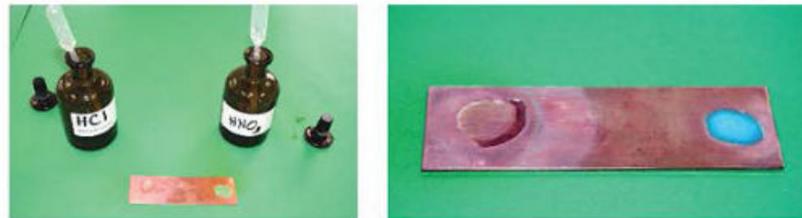


Figura 4.4 El ácido clorhídrico (HCl) y el ácido nítrico (HNO₃) tienen efectos diferentes en cuanto a su capacidad de corrosión de los metales. En este caso se observa que el ácido nítrico ataca fuertemente una placa de cobre, mientras el ácido clorhídrico casi no reacciona con el metal.

Actividad experimental (laboratorio)

¿Cómo se comportan los ácidos y las bases?

Para realizar esta actividad, trabajen en equipos de dos y hasta cuatro integrantes.

Propósitos

Al realizar esta actividad, podrán observar las propiedades físicas y químicas de ácidos y bases.

Materiales

- Jugo de limón (ácido cítrico y ascórbico)
- Suspensión antiácida de hidróxido de aluminio y magnesio (o leche de magnesia)
- Gis o cal
- Piedra caliza
- Trozo de cobre oxidado
- Hisopos de algodón o palillos de madera

- Hojas de papel bond blancas
- Tiras de papel tornasol
- Una vela
- Un huevo
- Tres vidrios de reloj o platos
- Dispositivo para medir conductividad eléctrica (puede ser cualquiera; puedes consultar con tus profesores de Física del año pasado para construir uno).



Figura 4.5 Recuerden siempre que para esta actividad deben tener todo preparado antes de empezar y que su docente revise que todo esté en orden antes de darles permiso de iniciar la actividad.

Procedimiento

Parte I

- Sobre uno de los vidrios de reloj (o en un plato) pongan una pequeña cantidad de clara de huevo, en otro un gis o un poco de cal y en el tercero un trozo de cobre oxidado (puede ser una moneda antigua de cinco centavos o un pedazo de tubo de gas en desuso). Agreguen unas gotas de jugo de limón a cada muestra. Observen lo que ocurre y anoten.

Observaciones		
Jugo de limón + clara de huevo	Jugo de limón + gis o cal	Jugo de limón + cobre oxidado

Parte II

- Utilizando el hisopo o un palillo de madera mojado en jugo de limón escriban un mensaje sobre la hoja de papel.
- Esperen unos minutos hasta que el limón se haya secado.
- Pasen la llama de la vela por debajo de la hoja de papel con cuidado de no quemarla. Observen lo que ocurre.



Figura 4.6 Deben anotar siempre en su bitácora o cuaderno todas las observaciones que hacen durante la actividad. En este caso se trata de todos los cambios físicos y químicos que observen para identificar por experiencia propia las propiedades de ácidos y bases.

Parte III

▶ Tomen una tirita de papel tornasol e introduzcan una punta en el jugo de limón. Anoten en su cuaderno el color que adquiere.

Parte IV

▶ Disuelvan una cucharadita de jugo de limón en medio vaso con agua destilada. Luego prueben si hay conducción de la electricidad con el dispositivo que se ha utilizado anteriormente con este propósito. Anoten sus resultados en el cuaderno.

Parte V

▶ Repitan todas las pruebas anteriores utilizando ahora una sustancia o producto básico o alcalino. Pueden utilizar leche de magnesia o cualquier suspensión que contenga una combinación de hidróxido de aluminio y magnesio. Anoten sus resultados y elaboren algunos dibujos si lo consideran necesario.

Observaciones		
Hidróxido de magnesio + clara de huevo	Hidróxido de magnesio + gis o cal	Hidróxido de magnesio + cobre oxidado

Análisis de resultados

Después de haber realizado los experimentos:

- ▶ ¿Qué pueden concluir acerca del comportamiento de los ácidos? ¿Coinciden algunos de sus resultados con la información de la tabla 4.1 que estudiaron previamente?
- ▶ ¿Qué pueden concluir acerca del comportamiento de las bases? ¿Coinciden algunos de sus resultados con la información de la tabla? ¿Por qué creen que no hay ningún cambio cuando se mezcla el hidróxido de magnesio con gis o cal?



Figura 4.7 Al término de las actividades, su docente hará un resumen de lo observado en las actividades. Participen activamente con sus observaciones y comparen los resultados, argumentando los motivos por lo que pudieron haber sido diferentes entre los equipos cuando no hayan obtenido lo mismo.

¿Cómo se nombran los ácidos y las bases?

Como ya hemos visto anteriormente, todas las sustancias de las cuales se conoce su composición se pueden escribir simbólicamente por medio de fórmulas. Asimismo, los ácidos y las bases también pueden escribirse por medio de símbolos químicos. Observa los siguientes ejemplos en las tablas 4.2 y 4.3 respectivamente:

Tabla 4.2 Nombre, fórmula y partículas que forman en disolución algunos ácidos

Nombre	Fórmula	En disolución acuosa se separa en	
		Catión	Anión
Ácido clorhídrico	HCl	H ⁺	Cl ⁻
Ácido nítrico	HNO ₃	H ⁺	NO ₃ ⁻
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	2H ⁺	SO ₄ ⁻²
Ácido carbónico	H ₂ CO ₃	2H ⁺	CO ₃ ⁻²
Ácido acético (vinagre)	CH ₃ COOH	H ⁺	CH ₃ COO ⁻
Ácido cítrico (jugo de limón)	C ₃ H ₅ O(COOH) ₃	3H ⁺	C ₃ H ₅ O(COO) ₃ ⁻

¿Qué observas en los nombres y fórmulas de los ácidos en la tabla 4.2? A partir de la información contenida podemos darnos cuenta de que:

- ▶ Para nombrar los ácidos siempre se utiliza primero la palabra *ácido*.
- ▶ La fórmula de los ácidos siempre tiene uno o más hidrógenos presentes, este ion de hidrógeno, es la especie que se separa en forma de catión H⁺ (**ion hidrógeno**) cuando estas sustancias se disuelven en agua. En la tabla los hidrógenos que se separan en forma iónica de cada ácido están marcados en **negritas**.
- ▶ Los nombres de los ácidos inorgánicos (los primeros tres en la tabla) provienen del nombre del elemento combinado con el hidrógeno. En este caso, el término clorhídrico proviene de cloro (figura 4.8 a) *nítrico* de nitrógeno, *sulfúrico* de sulphur (azufre en latín) (figura 4.8 b) y *carbónico* de carbono (figura 4.8 c).
- ▶ Los ácidos orgánicos (los dos últimos siempre son derivados de carbono) más comunes y conocidos desde la antigüedad se denominan con base en su nombre original en latín. Por ejemplo: ácido acético proviene de la palabra "*acetum*" que significa vinagre y ácido cítrico de "*citrus*", término con el que se identificaban los frutos como el limón o la naranja (figura 4.8 d y e).

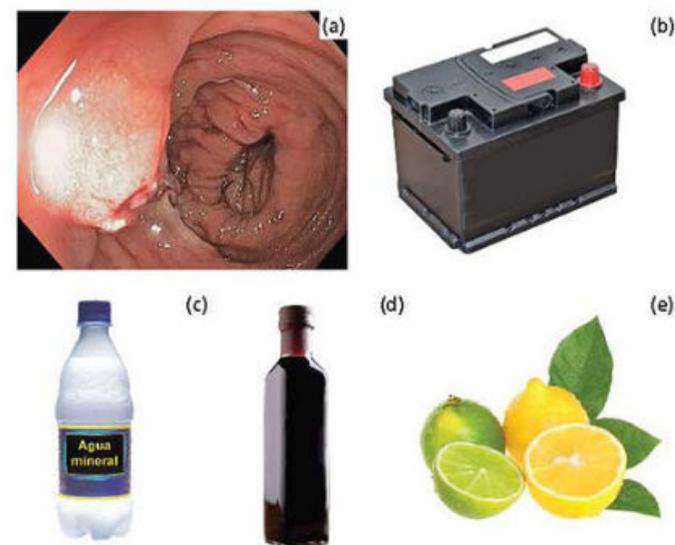


Figura 4.8 a) En los jugos gástricos del estómago encontramos altas concentraciones de ácido clorhídrico (HCl); b) las baterías de coches utilizan, entre otras sustancias, ácido sulfúrico (H₂SO₄); c) el agua mineral tiene ácido carbónico (H₂CO₃) disuelto, mismo que se forma cuando el agua se mezcla con dióxido de carbono; d) el vinagre es una disolución de ácido acético en agua (CH₃COOH); e) el ácido cítrico (C₃H₅O(COOH)₃) es uno de los ácidos orgánicos presentes en el jugo de limón.

Revisemos ahora de la misma forma las bases.

Tabla 4.3 Nombre, fórmula y partículas que forman en disolución algunos ácidos

Nombre	Fórmula	En disolución acuosa se separa en		
		Catión		Anión
Hidróxido de sodio	NaOH	Na ⁺	+	OH ⁻
Hidróxido de potasio	KOH	K ⁺	+	OH ⁻
Hidróxido de magnesio	Mg(OH) ₂	Mg ⁺²	+	2OH ⁻
Hidróxido de aluminio	Al(OH) ₃	Al ⁺³	+	3OH ⁻
Hidróxido de calcio (cal apagada)	Ca(OH) ₂	Ca ⁺²	+	2OH ⁻

¿Qué observas ahora en todos los casos? Con base en la información que se presenta en la tabla 4.3 podemos identificar que:

- Las **bases** son siempre hidróxidos de metales alcalinos o alcalinotérreos (véase tabla periódica, en el bloque II). Para denominarlas se nombra primero al **anión hidróxido** y luego el nombre del metal.
- Las bases siempre se tienen uno o más grupos hidróxidos (anión OH⁻) que se separan cuando se disuelven en agua. En la tabla 4.3, los hidróxidos que se separan en forma iónica de cada base están marcados en **negritas**.
- En las bases, el catión que se forma en disolución acuosa siempre es un metal con carga positiva.

Actividad

A representar ácidos y bases

Parte I

De acuerdo con lo aprendido hasta ahora, ¿cómo podrías distinguir entre un ácido y una base por medio de su fórmula? Anota la pregunta y la respuesta en tu cuaderno y pregunta a tu docente si estás en lo correcto.

Parte II

Revisa la información de las etiquetas de los siguientes productos o sus equivalentes y anota en tu cuaderno los ingredientes que te parezcan ácidos o bases:

- Salsa picante o salsa inglesa
- Productos de limpieza (para vidrios y para hornos)
- Medicamentos para las agruras (tabletas antiácidas)
- Aspirina
- Vitamina C
- Polvo para hornear

Parte III

Por último, investiga qué tipo de sustancia está presente en el jugo gástrico y qué tipo de sustancia se utiliza para preparar el nixtamal o masa para tortillas. Anota sus fórmulas y explica por qué la primera se considera un ácido y la segunda, una base.

Cuando los químicos necesitan más información sobre una sustancia, recurren a la identificación de sus propiedades y las comparan con las de sustancias ya conocidas o de propiedades semejantes. Esto deben hacerlo por medio de la experimentación en los laboratorios. Es así como por medio del análisis químico se puede asegurar que realmente se tiene o no lo que se ha pronosticado a través de los conocimientos teóricos.

En general, las reacciones de los ácidos son bastante más fáciles de reconocer que las de las bases, en particular porque reaccionan con los metales (figura 4.9), cosa que las bases no hacen.

De esta forma, a la tabla 4.1 hay que agregar lo siguiente:

Tabla 4.4 Reactividad de ácidos y bases con metales

Ácidos	Ejemplos	Bases	Ejemplos
Los ácidos fuertes reaccionan con metales alcalinos y producen hidrógeno y sales metálicas.	Ácido clorhídrico con magnesio forman cloruro de magnesio y gas hidrógeno.	No reaccionan con los metales alcalinos.	No hay, no existe la reacción.

La reacción anterior se puede expresar de manera escrita por medio de símbolos y balanceada, de manera que se exprese el equilibrio de masa que estudiamos en el bloque anterior:



Por último, otra particularidad muy característica de los ácidos es su reacción con sustancias que contienen el anión carbonato o bicarbonato, en la cual se libera dióxido de carbono en forma gaseosa. La efervescencia que se produce es característica y se da sólo si lo que se agregó al carbonato o bicarbonato es un ácido. Para hacer esta prueba se puede utilizar un material como la piedra caliza, nombre común que se le da al carbonato de calcio (figura 4.10). También es muy común y fácil de encontrar en los hogares el bicarbonato de sodio, sustancia que forma parte del polvo para hornear. Cabe resaltar que tanto el carbonato de calcio como el bicarbonato de sodio son bases, aunque no presenten el ion hidróxido (OH⁻) en su fórmula. De esta forma, como información completa sobre la reactividad de los ácidos y las bases agregaríamos la información contenida en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Reactividad de ácidos y bases con minerales alcalinos

Ácidos	Ejemplos	Bases	Ejemplos
Los ácidos fuertes y débiles reaccionan con piedra caliza o bicarbonato de sodio y forman sal, agua y dióxido de carbono gaseoso.	El ácido acético del vinagre reacciona con el carbonato de calcio formando acetato de calcio (una sal), agua y dióxido de carbono gaseoso.	No reaccionan con los minerales alcalinos.	No hay, no existe la reacción.

La ecuación que representa la reacción anterior es:

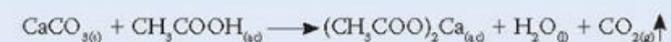


Figura 4.9 Podemos distinguir un ácido fuerte cuando en presencia de un metal se forma gas hidrógeno (H₂) y una sal que queda disuelta en el agua. En este caso se trata de una tira de metal de magnesio reaccionando con ácido clorhídrico en un medio acuoso.



Figura 4.10 Podemos distinguir un ácido cuando se observa un burbujeo de gas dióxido de carbono sobre la piedra caliza o sobre un trozo de mármol, minerales ambos formados por minerales alcalinos.

Glosario

Sustancia neutra: las sustancias que no son ácidos ni bases se denominan neutras. Es posible neutralizar una base añadiéndole un ácido y neutralizar un ácido añadiéndole una base.

Amonio: ion procedente del amoníaco (NH_3) que se forma cuando el nitrógeno cede un par de electrones libres a un protón, originando amonio (NH_4^+). Es fácilmente asimilado por las plantas y de él se obtiene el nitrógeno necesario para sobrevivir.

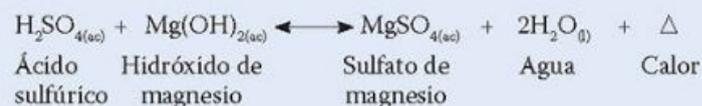
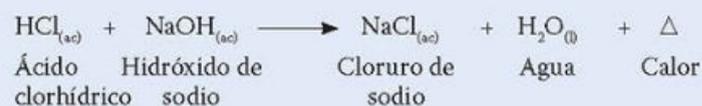


Figura 4.11 Uno de los usos más importantes de las reacciones ácido-base es en la obtención de sales tipo NPK, cuyo nombre responde a los símbolos de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, indispensables para el crecimiento de las plantas.

La reacción de neutralización

Como mencionamos anteriormente, los ácidos y las bases son contrarios químicos. Cuando se ponen en contacto, el catión H^{+1} de los ácidos se une con el anión OH^{-1} de las bases para formar agua. Efectivamente, la **reacción de neutralización** consiste en la desaparición del efecto ácido y del efecto alcalino por la formación de la **sustancia neutra** por excelencia, nuestro líquido preferido y vital: el H_2O . Además, los otros dos iones presentes permanecen en disolución y cuando se evapora el agua del medio, se unen por atracción electrostática y forman lo que llamamos una sal, la cual es posible aislar. Durante el proceso también se produce calor, responsable de que aumente la temperatura de los alrededores.

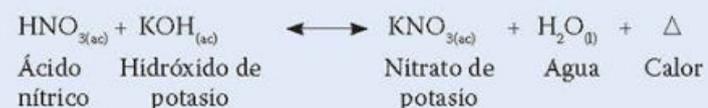
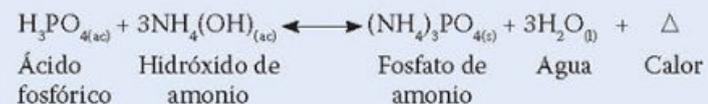
Observa y analiza los siguientes ejemplos:



En química, la reacción de neutralización es muy importante y parte fundamental en la construcción del mundo diseñado que hemos desarrollado los seres humanos. Por medio de la neutralización es posible obtener sales que no se encuentran fácilmente o que se están agotando ya en la naturaleza, como las sales de potasio y de amonio que son básicas en la producción de fertilizantes. En tu curso de Ciencias 1 estudiaste que la fertilidad de los suelos depende de ciclos geológicos, entre los que destaca el ciclo del nitrógeno. Después de varios años de cultivo de una misma especie vegetal, el suelo empieza a agotar sus reservas de nitrógeno y ya no son suficientes para las plantas de la siguiente cosecha. Entonces los agricultores utilizan sales como el fosfato o sulfato de amonio (figura 4.11a), y el nitrato de potasio en grandes cantidades (figura 4.11b).

Las sales de **amonio** (el NH_4^+) es el primer catión poliatómico que hemos presentado en este curso; éstas son particularmente útiles en la agricultura, y para obtenerlas se parte de amoníaco (NH_3) disuelto en agua, con lo que se produce la base hidróxido de amonio $\text{NH}_4(\text{OH})$. Ten en cuenta que el hidróxido de amonio es la única base hasta ahora que no tiene un metal alcalino en su estructura.

Observa la formación de las sales de amonio y potasio en las siguientes ecuaciones:



Uno de los problemas derivados del uso extensivo de fertilizantes es que el exceso de sales que se añaden al suelo se disuelven en el agua de lluvia o de riego y llegan a contaminar seriamente cuerpos de agua cercanos, como ríos o lagos. Cuando hay un exceso de sales de nitratos y fosfatos, el agua deja de ser adecuada para ciertas especies, y sobreviven sólo las que mejor se adaptan. Esto genera desequilibrios en los ecosistemas, particularmente en aquellos donde abundan las especies acuáticas de agua dulce.

Por cierto

Los fertilizantes y las chinampas

A lo largo de las décadas los setenta y ochenta, el uso excesivo de fertilizantes en la zona chinampera de Xochimilco (figura 4.12) fomentó la reproducción acelerada de lirio acuático, cuya presencia era debido a la acumulación elevada de nitrógeno y fósforo, y a las deficiencias operativas en el tratamiento de aguas residuales. El lirio, como planta flotante en cuerpos de agua dulce, impide que el fitoplancton que se encuentra en la superficie tenga movimiento propio, situación que provoca la interrupción de la cadena alimenticia acuática. Afortunadamente, en los últimos años se han llevado a cabo acciones científicas y comunitarias para reducir la concentración de fosfatos y nitratos en la zona y así restablecer el equilibrio natural de las especies endémicas.



Figura 4.12 En Xochimilco, al sur de la ciudad de México, hubo varias décadas en las que se dio la proliferación excesiva de especies vegetales como el lirio acuático debido a al abuso en el uso de fertilizantes en la zona de cultivo circundante a los canales acuáticos típicos de la región. Actualmente, la actuación oportuna está logrando que este bello lugar siga siendo considerado como uno de los patrimonios de la humanidad de la UNESCO.

Actividad experimental (laboratorio)

Formación de sales

Para realizar esta actividad, trabajen en equipos.

Propósitos

- Elaborar y conocer la utilidad del indicador de col morada.
- Realizar reacciones típicas de neutralización.
- Obtener sales por medio de la reacción ácido-base.

Materiales

- ▶ Un trozo de col morada
- ▶ Un litro de agua

Nota: Todas las disoluciones que aparecen a continuación se las dará ya preparadas su docente:

- ▶ Bicarbonato de sodio (NaHCO_3) al 10%
- ▶ Hidróxido de amonio (NH_4OH) al 10%
- ▶ Ácido acético al 3% –vinagre– (CH_3COOH)
- ▶ Ácido clorhídrico (HCl) al 1%
- ▶ Ácido nítrico (HNO_3) al 1%
- ▶ 10 tubos de ensayo
- ▶ Una cazuela
- ▶ Un frasco de vidrio o plástico con tapa de un litro
- ▶ Estufa
- ▶ Colador
- ▶ Gotero



Figura 4.13 En esta actividad elaborarás tu propio indicador con col morada.

Procedimiento

Parte I. Elaboración de indicador de acidez o basicidad a partir de hojas de col morada

- ▶ Corten la col morada y pónganla a hervir con el agua, durante 20 o 30 minutos.
- ▶ Cuando se enfríe el agua de la cocción, cuelen la col del agua y colóquenla en el frasco. Hay que taparlo bien.

Parte II

Mezclen las sustancias en los tubos de ensayo como se describe en la tabla 4.6, observen las reacciones que se producen y anoten los resultados en el espacio correspondiente. Algunas evidencias de estas reacciones pueden ser burbujeo, cambios de color, formación de gases, precipitaciones y cambios de temperatura.

Tabla 4.6

	Observaciones
Hidróxido de amonio + Bicarbonato de sodio	
Hidróxido de amonio + Ácido nítrico	
Hidróxido de amonio + Ácido clorhídrico	
Hidróxido de amonio + Ácido acético	
Bicarbonato de sodio + Ácido nítrico	
Bicarbonato de sodio + Ácido clorhídrico	
Bicarbonato de sodio + Ácido acético	



Figura 4.14 Escala de colores que toma el extracto de la col morada: en presencia de ácidos (rojo-morados) y bases (azul-verdes).

Tabla 4.7 Resultados de coloración que adquiere el indicador de col morada con distintas sustancias. Distinción entre ácidos y bases

	Color	Valor en la escala	¿Ácido o base?
Indicador de col morada +			
Hidróxido de amonio			
Bicarbonato de sodio			
Ácido nítrico			
Ácido clorhídrico			
Ácido acético			



Figura 4.15 Al momento de verter cada material en los tubos o vasos, observa con cuidado el color que adquiere la solución.

Parte IV

Ahora que han identificado los ácidos y las bases, combinen cada ácido con cada base. Para ello, en un tubo de ensayo pongan 5 mL de base y cuatro o cinco gotas del indicador de col morada y vayan agregando gota a gota el ácido hasta que el indicador cambie a morado, lo cual significa que se ha formado una sal más agua. Después, completen la tabla 4.8. En cada uno de los casos asegúrense de corroborar que efectivamente se ha llegado a la neutralidad, utilizando el indicador de col morada.

Tabla 4.8 Resultados de coloración que adquiere el indicador de col morada en las reacciones de neutralización

Base	Ácido	Sal + Agua + Gas (si procede)
NaHCO ₃	HNO ₃	NaNO _{3(aq)} + H ₂ O(l) + CO _{2(g)}
	HCl	
	CH ₃ COOH	
NH ₄ OH	HNO ₃	
	HCl	
	CH ₃ COOH	

Investigación, reflexión y análisis de resultados

1. ¿Qué son y para qué sirven los indicadores ácido-base?
2. ¿Qué ocurrió cuando agregaban un ácido a una base o viceversa?
3. ¿Qué gas se libera en algunas de estas reacciones? ¿Por qué?
4. ¿Cómo pueden saber si una sustancia es ácida, básica o neutra en el laboratorio?
5. Explica con tus palabras lo que es una reacción de neutralización.

Por cierto

Indicadores de pH

El jugo de col morada y otros indicadores naturales reciben también el nombre de indicadores de pH. El pH es una escala que va de 0 a 14 y se refiere a qué tan ácida, neutra o básica es una sustancia. Los valores bajos se refieren a los ácidos (0-6), el 7 es el valor neutro (el que da color morado a la col) y de 8 a 14, los valores corresponden a sustancias básicas o alcalinas. En general los indicadores más utilizados comercialmente (tornasol, indicador universal), dan coloraciones rojas a valores bajos y azulosas-verdes al pH básico. En la siguiente figura puedes ver el pH asociado a productos o procesos que son importantes en la vida de cualquier persona o ser vivo, ya que se refieren a procesos directamente relacionados con el medio ambiente.

Figura 4.16 Escala de pH con colores típicos de indicadores naturales para sustancias ácidas (rojos) y básicas (verde-azules). Es importante considerar que, mediante los valores del pH, es posible subclasificar las sustancias como ácidos o bases fuertes o débiles. En los valores extremos pH 0 y 14 tenemos los ácidos y bases más fuertes respectivamente. El esquema muestra el pH de algunas sustancias que nos son familiares.



Modelo de ácidos y bases

Como has visto en tus cursos anteriores de Ciencias 1 y 2, y a lo largo de los primeros temas de Ciencias 3, para poder clasificar necesitamos **discriminar** por medio de las diferentes propiedades de las sustancias. Así el resultado es mucho más fácil y certero. Fue así como lo hizo el científico sueco Svante Arrhenius (1859-1927) con muchas sustancias cuando formuló su teoría de la **disociación electrolítica**. En ésta, él aseguraba que las sustancias como las sales, los ácidos y las bases se separaban en dos partes, una positiva (catión) y una negativa (anión), que migraban a dos extremos distintos de un circuito de **electrodos**. Él no se limitó a esto y estudió otras propiedades de estas sustancias, lo cual era relativamente sencillo, ya que muchas de ellas eran muy comunes y de uso cotidiano. Encontró mucha información de los ácidos y las bases (consulta la tabla 4.1) y la dio a conocer al mundo junto con su teoría para explicar dichos comportamientos.

Por cierto

Arrhenius y la indivisibilidad del átomo

Svante August Arrhenius fue el científico sueco que en su tiempo puso en entredicho la indivisibilidad del átomo propuesta por John Dalton. Al plantear la teoría de la disociación electrolítica, la idea de un átomo con partículas cargadas negativamente en alguna parte de su estructura era todo un reto a la comunidad científica, ya que la idea de Dalton se había arraigado muy fuertemente entre todos los físicos y químicos de su tiempo. Fue hasta 20 años después de publicada su teoría que cobró fuerza y por todo su mérito, tardía pero justamente, recibió el premio Nobel en el año de 1903.

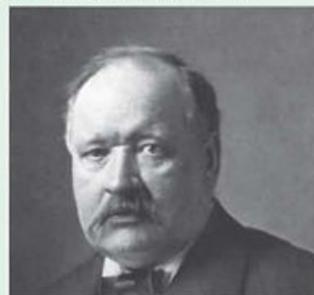


Figura 4.17 Svante August Arrhenius, sus trabajos dieron pie al primer modelo que explicaba el comportamiento iónico de ácidos, bases y sales en disociación acuosa.

El modelo de Arrhenius

Las sales que se forman a partir de las reacciones de neutralización que estudiamos en el subtema anterior, pertenecen a un grupo de compuestos químicos que favorecen el paso de la corriente eléctrica cuando se disuelven en agua. Esto significa que permiten el movimiento de partículas con carga eléctrica de una región a otra en la disolución.

Glosario

Discriminar: distinguir entre una cosa y otra. Separar, diferenciar y organizar elementos de acuerdo con criterios específicos.

Disociación electrolítica: teoría desarrollada por Svante Arrhenius, según la cual al disolverse ciertas sustancias en agua, se separan en iones positivos y negativos. Las sales, los ácidos y las bases de Arrhenius son electrolitos.

Electrodos: conductor eléctrico a través del cual puede entrar o salir una corriente eléctrica en un medio, ya sea una disolución electrolítica, un sólido, un gas o el vacío.

Actividad

¿Qué conduce la electricidad?

Como ya hemos visto, el agua es un compuesto molecular de tipo covalente y, por lo tanto, cuando se tiene en estado puro, no hay iones presentes capaces de conducir la corriente eléctrica. Entonces: ¿Qué sustancia debe haber disuelta en el agua para que ésta conduzca la electricidad?



Figura 4.18 ¿Por qué hay conducción eléctrica en esta disolución acuosa?



Figura 4.19 ¿Por qué la temperatura del agua alcanza valores superiores a los 100 °C (a nivel del mar) cuando se agrega el mismo número de moles de sal (cloruro de sodio) con respecto a lo que aumenta cuando se agregan las mismas moles de azúcar?

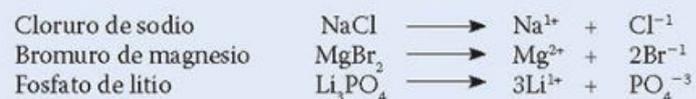
Como recordarás, a esas partículas las llamamos iones. A las disoluciones que forman los compuestos iónicos solubles, como el cloruro de sodio o el nitrato de potasio, entre muchas otras, se les conoce como **electrólitos** (también se dice electrolito). Esta palabra denota que algunas sustancias poseen propiedades eléctricas. Otras sales, como el bromuro de litio o el cloruro de magnesio, también se consideran electrólitos, ya que cuando se disuelven en agua, se separan o disocian en sus iones, capaces de moverse libremente.

Fue el científico sueco Svante Arrhenius quien dio la respuesta a la pregunta del por qué las disoluciones acuosas salinas conducen la corriente eléctrica. Eso lo hizo a partir de sus observaciones acerca de los cambios de las propiedades del agua cuando se disolvían ciertas sustancias en ella. Entre las propiedades del agua que se modifican cuando forma mezclas con sales están el aumento en la temperatura de ebullición y de fusión (figura 4.19).

Este aumento se debe a la presencia de un mayor número de partículas que las que habría si hubiera sólo agua. Sin embargo, Arrhenius había calculado cambios de temperatura menores, por lo que dedujo entonces que en el sistema parecía haber el doble de partículas que las añadidas, como si las sales se hubieran partido a la mitad. Hoy en día sabemos que eso es exactamente lo que sucede cuando los electrólitos, como las sales, los ácidos y las bases de Arrhenius, se disuelven en agua, pero ciertamente la comunidad científica de la época y el mismo Arrhenius estaban muy sorprendidos por ello.

Los iones que forman a las sales: cationes y aniones

Cuando un electrólito se disuelve en agua, su estructura cristalina se separa en dos tipos de cargas opuestas: cationes (de carga positiva) y aniones (de carga negativa). Cuando un electrólito se disuelve, el número total de cargas positivas y negativas en el seno de la disolución debe ser igual. Observa lo que sucede con las siguientes sales cuando se disuelve un mol de cada una de ellas en cierta cantidad de agua:



Esos electrólitos atraen a las partículas de agua que se orientan de acuerdo con su polaridad. En la figura 4.20 se observa cómo el oxígeno del agua (polaridad negativa) se orienta hacia los cationes de sodio (Na^+) y la parte de los hidrógenos (polaridad positiva) se orienta hacia los aniones del cloro (Cl^-).

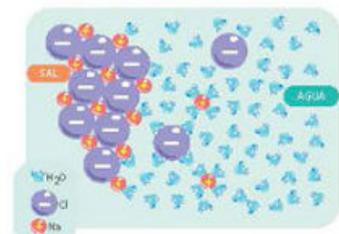


Figura 4.20 Esquema que representa el proceso de disolución del cloruro de sodio en agua.

Por cierto

Bebidas rehidratantes

¿Sabías que las bebidas conocidas como "rehidratantes" van realmente dirigidas al mercado de los deportistas? Estas bebidas son básicamente disoluciones acuosas de sales, la mayoría de sodio, potasio y magnesio. Al sudar se pierden muchos electrólitos (seguramente habrás comprobado alguna vez que el sudor sabe salado) y el ejercicio físico en exceso produce un



desbalance electrolítico en la sangre que puede generar trastornos graves. Es por eso que estas bebidas sólo deben tomarse después de la actividad física, no como sustitutos de agua o de refrescos cuando tienes sed (figura 4.21).

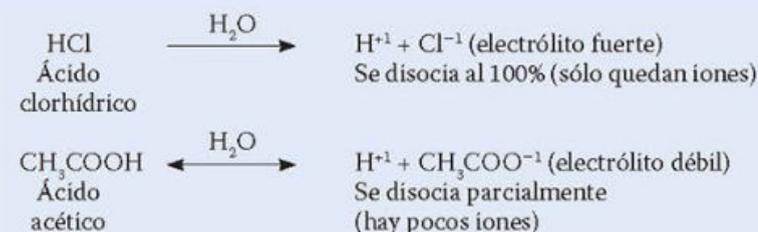
Figura 4.21 Las bebidas rehidratantes, más que hidratar, solamente aportan los electrólitos perdidos durante el ejercicio y azúcar para recuperar energía. Para hidratarte únicamente necesitarías agua.

La fuerza de los ácidos y de las bases

Entre las muchas observaciones que hiciera Arrhenius en su tiempo, destaca el hecho de que hay sustancias que disueltas en agua generan electrólitos más fuertes que otros. Por ejemplo el ácido clorhídrico es un **electrólito fuerte**. Arrhenius interpretó esto de la siguiente manera: cuando un ácido o cualquier electrólito (como una sal o una base) es fuerte, permite totalmente el paso de la corriente eléctrica debido a que se ha disociado completamente en el medio acuoso. Es decir, que al entrar en contacto con el agua todas las partículas del ácido clorhídrico se disocian para formar H^+ y Cl^- , por lo que ya no existen partículas de HCl en el agua, sino que sólo se encuentran el catión y el anión.

Por el contrario, el ácido acético es un **electrólito débil**, lo que significa que no todas las partículas de CH_3COOH se disocian en los iones CH_3COO^- y H^+ .

Parte del ácido permanece sin disociarse, y por eso su carácter ácido disminuye.



Actividad

¿Cómo se comportan las bases?

Tomando como ejemplo la explicación que se acaba de dar para los ácidos fuertes y débiles, ahora explica junto con tu equipo el comportamiento de las dos bases que se utilizaron en la actividad de laboratorio anterior. Luego anoten las ecuaciones de disociación equivalentes a las que aparecen para los ácidos. Comenten sus resultados con su docente para ver si han desarrollado correctamente el ejercicio y enseguida compártanlo con el resto del grupo.

Revisando lo aprendido

Para reflexionar y hacer un recuento de lo trabajado en esta sección, reúnete con algunos de tus compañeros de grupo y platicuen sobre lo estudiado. ¿Por qué son tan importantes los ácidos y las bases en nuestra vida? ¿Cuáles son los efectos de algunos ácidos en los materiales? ¿Cómo podemos identificar a los ácidos y a las bases? ¿Cuál es la importancia de estas sustancias para la obtención de materiales o compuestos útiles para la vida cotidiana?

Avance de proyecto

Como lo has hecho en bloques anteriores, es el momento de comenzar a planear tu trabajo para el proyecto de investigación. La experiencia adquirida hasta ahora les ayudará a plantear y realizar actividades de investigación y exploración mucho más rápida y eficientemente. Una vez establecido el tema de investigación (consulta las propuestas al final del bloque) es el momento de plantearse más preguntas interesantes para responder sobre el tema.

Saber más

En los siguientes libros, revistas y páginas de internet puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- Chamizo, J. A. y Garriz A., *Del Tequesquite al ADN*, Colección La ciencia para todos, 3ra. Edición, México, FCE, 1997.

Revistas:

- Heredia Ávalos, S., "Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros", en *Eureka*, México, 2006, núm. 3.

Páginas de internet:

- http://recursos.tic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/acidobases/ (consultada el 8 de noviembre de 2016).

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.

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

¿Por qué algunos alimentos provocan malestar ácido en el tracto digestivo? ¿Cómo es posible neutralizar los efectos de los alimentos ácidos? En la sección anterior estudiaste la importancia de los ácidos y bases en la vida cotidiana y en la industria. Pues bien, es importante que sepas que estos ácidos y bases juegan un papel importante en nuestra salud, ya que el consumo de algunos alimentos ácidos pueden provocar enfermedades.

Lo que pienso

- ¿Por qué crees que es importante mantener un equilibrio entre los alimentos ácidos y los básicos que consumimos?
- ¿Qué alimentos de los que consumes en tu dieta diaria sería recomendable que moderaras?

¿Ácido o base?

Clasifica la siguiente lista de alimentos en ácidos o bases. Reconoce los que consumes con mayor frecuencia y reflexiona sobre la conveniencia de consumirlos regularmente; para ello tendrás que tomar en cuenta, además, su valor nutricional y la importancia de su consumo para tu desarrollo.

Alimento	Ácido	Base	Reflexión
Agua potable			
Jugo de naranja			
Chile piquín			
Refrescos			
Cerveza, vinos y licores			
Carnes			
Lácteos			
Aceite			
Leche			
Vinagre			
Frituras (papas fritas, totopos, etc.)			
Manzana, sandía, melón, dátil, higo			
Tamarindo y golosinas endulzadas procesadas			
Zanahoria, coliflor, apio, acelga, pepino, berenjena			
Frijol			

Enzima: moléculas de proteína que catalizan reacciones químicas, es decir, aceleran las velocidades de reacción, al disminuir la energía que necesita para comenzar éstas.

Gastritis: inflamación de la mucosa gástrica de la superficie estomacal, debida a la acción de bacterias, virus y hongos, enfermedades autoinmunes o agentes químicos, como analgésicos o antiinflamatorios.

Toma de decisiones relacionadas con la importancia de una dieta correcta

Nuestro estómago produce jugos gástricos en los que se encuentran **enzimas** y ácidos (como el ácido clorhídrico, HCl) que ayudan a digerir los alimentos. Estas sustancias ocasionan que el pH sea bajo, es decir, ácido. Sin embargo, para funcionar correctamente, nuestro organismo necesita un pH ligeramente alcalino (7.4), el equilibrio entre lo ácido y lo alcalino en el cuerpo es muy importante porque hay funciones del organismo que no se pueden realizar en un medio muy ácido. Ingerir sin moderación alimentos ácidos puede producir algunos padecimientos como la **gastritis**, dolor muscular y caída del pelo; además puede provocar acné y es perjudicial para nuestros huesos. Pero esto no significa que todos los alimentos ácidos se deban evitar.

Existen alimentos que son ácidos, pero no por el pH que tienen, sino por el efecto que causan en nuestro organismo después de la digestión. Un ejemplo de ello es el limón, pues aunque contiene altas concentraciones de ácidos orgánicos y tiene sabor ácido, presenta una alta concentración de minerales alcalinos que dentro del organismo incrementa nuestra reserva básica, esto es, hace a nuestro cuerpo más alcalino. El calcio, el magnesio, el sodio, el potasio y el hierro son los minerales alcalinos principales. Los alimentos que tienen altas concentraciones de estos minerales son considerados alimentos de formación alcalina. Los alimentos que son altos en azufre, fósforo, yodo y cloro se consideran alimentos de formación ácida. La mayor parte de alimentos naturales tienen minerales de formación ácida y alcalina en ellos.

En la tabla 4.9 puedes reconocer algunos alimentos que, según el efecto que causan en nuestro organismo, pueden ser ácidos o bases:

Tabla 4.9 Alimentos ácidos, alimentos bases

Alimentos de formación ácida	Alimentos de formación alcalina
Carne blanca (pollo), carne roja (res, ternera, puerco), pescado	Verduras y hortalizas
Huevo	Papa
Lácteos	Frutos secos (nueces, almendras, avellanas)
Pastas y cereales	Té de hierbas, té verde, jugo de limón.
Alimentos industriales ricos en grasas y azúcares: pan dulce, chocolates, caramelos, salsas y polvos picantes	Queso y leche de soya. Queso y leche de cabra
Café, refrescos, cervezas, vinos y licores	

La dieta que no te conviene

Ya vimos que igual que el exceso de grasas y azúcares en la dieta no es conveniente para tu salud ni para la de tus familiares, hay ciertos alimentos (y muchos de ellos favoritos de los estudiantes de tu edad) que también producen efectos desagradables y nocivos para el organismo. Actualmente, y como resultado de campañas muy efectivas de publicidad dirigidas al público adolescente, en México se han adoptado hábitos alimenticios muy alejados de lo que sería adecuado comer de acuerdo con la edad y actividad

Mucosa gástrica: membrana que recubre el interior del estómago y secreta mucosidad.

de la población. El aumento en el consumo de refrescos y de alimentos “charra”, la frecuencia cada vez mayor con que ahora se acude a restaurantes de “comida rápida” (figura 4.22) y el estrés asociado a la forma de vida de las ciudades, pueden resultar en un verdadero coctel de factores de riesgo para la población de edad escolar.

Muchos adolescentes que se inician además en el hábito del tabaquismo, durante el bachillerato y la universidad, acaban desarrollando, a lo largo de la juventud, un padecimiento ya muy extendido en México, conocido como gastritis. Esta enfermedad, muchas veces crónica, es una irritación de la mucosa del estómago (**mucosa gástrica**) por exceso de secreción ácida y sus principales síntomas son la sensación de ardor estomacal, pérdida del apetito, náuseas y vómitos.

Algo que debemos recordar ahora es la importancia de consumir agua potable regularmente, el agua tiene un gran número de funciones biológicas en nuestro cuerpo, transporta y disuelve sustancias e interviene en un gran número de reacciones enzimáticas, además convierte diversos materiales complejos (carbohidratos, proteínas, grasas, etcétera) en formas sencillas y asimilables para nosotros.



Figura 4.22 Los jóvenes están cada vez más expuestos a desarrollar enfermedades derivadas de los malos hábitos alimenticios y de formas de vida poco saludables.

Actividad

Para controlar la gastritis

Lee la siguiente información sobre los métodos que existen para reducir los síntomas de la gastritis. En la mayoría de los casos, el control de la gastritis por medio de medicamentos resulta efectivo para reducir sus síntomas e incluso puede ayudar a su curación. Actualmente existen tres opciones **terapéuticas** para su **tratamiento farmacológico**: 1) inhibir la secreción ácida, 2) neutralizar el ácido (con antiácidos como hidróxido de magnesio, $Mg(OH)_2$ o hidróxido de aluminio, $Al(OH)_3$) y 3) proteger la mucosa gástrica (mediante protectores de la mucosa).

Ahora responde las siguientes preguntas en tu cuaderno:

- ▶ ¿Qué relación tiene el contenido de esta nota con los temas que has estudiado hasta ahora en este bloque?
- ▶ ¿Qué tratamiento te suena más familiar a lo que ya conoces? Justifica tu respuesta.
- ▶ ¿Qué reacción ya estudiada entra en juego en el tratamiento de la gastritis?
- ▶ ¿Cuál es la mejor opción, prevenir o curar la gastritis?
- ▶ ¿Qué medidas tomarías en cuanto a tu dieta y tus hábitos de vida para evitar que sufras de este molesto padecimiento en el futuro?

Finalmente, reúnete con tus compañeros y entre todos hagan un análisis crítico sobre los diferentes estilos de alimentación de sus familias y propongan un esquema que proporcione los nutrimentos necesarios de manera equilibrada, higiénica y suficiente.

Terapéutica: parte de la medicina que enseña las normas y remedios para el tratamiento de las enfermedades.

Tratamiento farmacológico: parte de la medicina que enseña las normas y remedios para el tratamiento de las enfermedades.



Figura 4.23 ¿Qué contienen estos medicamentos que actúan contra la acidez?

Por cierto

La gastritis y sus causas

Entre las posibles causas de la gastritis, además del consumo de alimentos ácidos, se encuentra el no tener un horario regular de comidas, consumir alimentos mal cocinados, la preocupación y la ansiedad.

También se ha descubierto que la bacteria *Helicobacter pylori* (figura 4.24) infecta el epitelio gástrico humano y puede producir gastritis. Es la única bacteria conocida que es capaz de vivir en ese medio, extremadamente ácido.

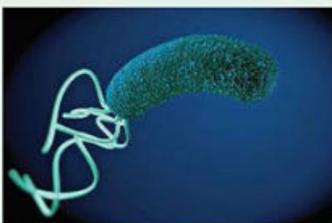


Figura 4.24 Bacteria *Helicobacter pylori* vista al microscopio.

[lectura]



Del vinagre al tornasol

En la antigua Roma era bien sabido que la fermentación de los jugos vegetales podía ir más allá del vino y producir vinagre. Químicamente esto implica la transformación del alcohol en ácido acético, sustancia que, aparte de ser ampliamente usada en la cocina, era importante por ser el ácido más fuerte de la Antigüedad.

Si bien en el siglo IX eran pocos los ácidos conocidos (vinagre y jugos de frutas), ya se habían desarrollado los métodos y equipos de laboratorio necesarios para la producción de muchos más. Los alquimistas alejandrinos, es decir, de la antigua Alejandría, ciudad que hasta hoy existe en Egipto, conocían los procesos de destilación, pero es poco probable que tuvieran aparatos lo suficientemente avanzados como para conseguir componentes volátiles puros antes del siglo XII.

El descubrimiento de los ácidos minerales (derivados de materiales inorgánicos), comenzó en Europa en el siglo XIII (figura 4.25). Probablemente el primero fue el ácido nítrico, obtenido mediante la destilación de salitre (nitrato de sodio y potasio) y le siguió el ácido sulfúrico a partir de vitriolo (sulfato de cobre) o alumbre (sulfato de aluminio y magnesio), lo que seguramente fue más difícil de descubrir, pues para aislarlo se requieren temperaturas más altas y equipo más resistente a la corrosión. Más difícil aún debe de haber sido obtener y aislar el ácido clorhídrico, pues los vapores no pueden condensarse sino que deben ser disueltos en agua.

Si bien la química comenzó su desarrollo con el curtido de pieles o con la elaboración de alimentos (entiéndase, con el origen mismo de la humanidad), la elaboración precisa de los conceptos químicos fundamentales comenzó en el siglo XVII. Fue hasta entonces que se definieron las diferencias entre elementos, compuestos, ácidos, bases, sales, etcétera.

Robert Boyle (1627-1691) dio una descripción precisa de los ácidos al decir que estas sustancias podían enrojecer al “tornasol”, un líquen utilizado en aquellos tiempos en Oriente para teñir de violeta la seda y la lana.

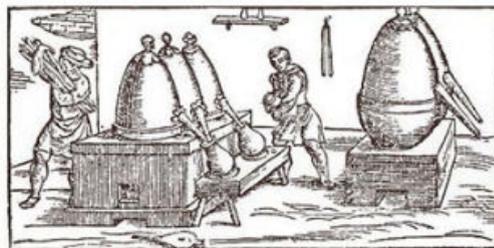


Figura 4.25 La obtención de ácidos minerales se remonta a la Europa del siglo XII, cuando se empezaba a contar con los recursos necesarios para destilar y almacenar estas sustancias.

[lectura]

Además existían otras formas de reconocer a los ácidos: su sabor peculiar, su acción corrosiva sobre los metales y la piedra caliza, el cambio de color que producían en algunos vegetales y, aunque suene un poco redundante, por su sabor ácido. Efectivamente, en aquellos tiempos, todas las sustancias se probaban y se clasificaban también por su sabor, lo cual podía resultar sumamente peligroso y hasta mortal.

A las sustancias que cambiaban de color en medio ácido o básico se les llamó “indicadores de acidez o basicidad” y uno de los más empleados fue el tornasol, que en forma de disolución se usa para teñir papeles para ser utilizados luego como tiras indicadoras.

Adaptado de: Córdoba Frunz, José Luis, *La química en la cocina*, México, FCE, 1998, (La ciencia para todos/93).

Una vez realizada la lectura, responde en tu cuaderno las siguientes preguntas:

- ¿Qué ácidos se conocían en la Antigüedad?
- ¿Por qué la humanidad tardó tanto en desarrollar métodos para aislar ácidos minerales (ácidos fuertes) en cantidades suficientes para hacer experimentos?
- Investiga en internet alguna información referente a la historia de las bases, cuáles se conocían en la Antigüedad y cómo se obtuvieron sustancias como la sosa (hidróxido de sodio) y la leche de magnesia, entre otras.

Revisando lo aprendido



Para reflexionar y hacer un recuento de lo trabajado en esta sección, reúnete con tu equipo y platicuen sobre lo estudiado. ¿Por qué es importante llevar una dieta equilibrada en cuanto a ácidos y bases se refiere? ¿Cuáles son los efectos de algunos alimentos ácidos en la salud? ¿Cómo podemos identificar sustancias que ayuden a contrarrestar los efectos de los alimentos ácidos? ¿Cuál es la importancia de consumir agua con frecuencia?

Avance de proyecto



De nuevo ha llegado la hora de ponerse a trabajar en el proyecto de investigación. A estas alturas del año y después de haber realizado ya tres proyectos, seguro que conoces bien el camino y sabes que, ya con la pregunta de investigación definida y con algunos materiales recopilados (algunos de ellos obtenidos de las actividades en clase), es momento de formular la hipótesis.

Dependiendo del proyecto que junto con tu equipo hayan elegido, sus hipótesis podrán formularse alrededor de las siguientes cuestiones:

Proyecto	Enunciados
¿Cómo evitar la corrosión?	La corrosión es un proceso de oxidación, relacionado con los metales, que afecta muchos de los materiales que utilizamos cotidianamente.
¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?	La combustión es un tipo de reacción de oxidación. Al quemar combustibles fósiles derivados del petróleo se generan grandes cantidades de carbono. Este gas produce severos problemas ambientales, sin embargo, existen muchas alternativas menos riesgosas.

Si, después de consultarlo con tu docente, decidieron formular otra pregunta de investigación, el camino que deberán seguir es el mismo. Formulen sus enunciados a partir de lo que han trabajado e investigado para elaborar su proyecto y responder sus cuestionamientos.

En los siguientes libros, revistas y páginas de internet puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- Badui, S., *Química de los alimentos*, México, 4ª Pearson Educación, 2006.

Revistas:

- Huerta Lozada R., "Ácidos y bases en nuestra vida diaria", en *¿Cómo ves?*, México, 2008, núm. 82.

Páginas de internet:

- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura: Biotecnología, <http://goo.gl/xkccTg> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

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.

Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

¿Qué materiales se oxidan? Muy frecuentemente escuchamos decir o vemos que muchos objetos o materiales de uso cotidiano se han "oxidado". Con seguridad has visto oxidarse un clavo que se quedó a la intemperie. También es común decir que una manzana o un aguacate, que se quedaron un rato expuestos al aire, se pusieron de color café porque se oxidaron. En muchos casos, la oxidación es muy obvia, como la de los metales (figura 4.26), pero otras, como la de los no metales, no lo es tanto.

La oxidación es un proceso químico común y muy importante. De la oxidación obtenemos energía y materiales nuevos. Hasta la vida misma depende de estos procesos que trataremos de comprender mejor a partir de lo que ya conocemos sobre la estructura de la materia.



Figura 4.26 Los objetos metálicos tienden a oxidarse rápidamente.

Lo que pienso

- ¿Qué entiendes por oxidación? Piensa en todas las sustancias que conoces y anota en una lista las que consideras que se "oxidan".
- ¿Los óxidos sólo son de metales? Anota al menos un ejemplo de sustancia que sea un óxido de algo que no contenga un metal.
- Describe con tus palabras qué es un oxidante y qué efecto tiene sobre otros elementos.

Comparte tus ideas con tus compañeros y tu docente.

Características y representaciones de las reacciones redox

Hablar de procesos de oxidación y reducción es hablar de la vida misma. Como irás viendo a lo largo de este tema, el mundo como lo conocemos antes y después de que los materiales han sido transformados por los seres humanos, es producto de oxidaciones y reducciones: algunas muy rápidas, otras muy lentas. ¿A qué nos referimos? Como sabes, nuestra atmósfera está conformada en un 21% por oxígeno, el agente oxidante por excelencia. Un gran porcentaje de las rocas y minerales que constituyen la corteza terrestre

Glosario

Fotosíntesis: conversión de energía luminosa en energía química. Ocurre en los cloroplastos de las células vegetales.

Respiración aerobia: intercambio gaseoso entre un organismo y su ambiente. En los organismos aerobios, se absorbe oxígeno y se libera bióxido de carbono.

Minería: obtención de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre.

Metalurgia: es la ciencia y la tecnología que se encarga de la separación y obtención de los metales a partir de sus minerales.



Figura 4.27 En los procesos de respiración y de quema de combustibles están presentes tanto la oxidación como la reducción.

Otro gran campo de la industria dominado por las oxidaciones y las reducciones es el de la **minería** y la **metalurgia**. Cuando los españoles llegaron a lo que hoy es México, ya existía tecnología muy avanzada para la época para la obtención de metales puros a partir de sus minerales, proceso que se conoce como la "reducción" del mineral a metal. Durante la Colonia, la explotación de metales como cobre, hierro y cinc (además de plata y oro, que no requieren de reducción por encontrarse en la naturaleza en estado elemental) era una de las actividades económicas más importantes y México era el centro de comercio de la Nueva España con el resto del mundo (figura 4.28). En América y en Europa se lograron grandes avances en minería gracias a los trabajos de mineros y científicos de gran prestigio, como Andrés Manuel del Río (1764-1849), químico mexicano nacido en España.

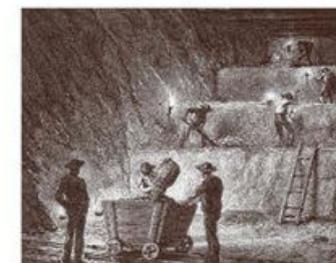


Figura 4.28 La minería y la metalurgia son dos actividades claves en el entorno de los procesos de oxidación y reducción.

Por cierto**Andrés Manuel del Río**

¿Sabías que Andrés Manuel del Río (Madrid, 1764 - Ciudad de México, 1849) fue uno de los científicos más importantes que vivió y realizó su trabajo en México? Nació en España, pero en cuanto llegó a la Nueva España se sintió identificado plenamente con estas tierras. La formación científica de este personaje fue impresionante: estudió Química Analítica y Metalurgia en la Universidad de Alcalá de Henares, una de las más importantes de Europa en ese tiempo. Después estudió en París y Friburgo (Alemania), donde realizó trabajos con Antoine Lavoisier (1743-1794) y Alexander von Humboldt (1769-1859). Su gran conocimiento de los minerales lo llevó a descubrir un nuevo elemento al que llamó eritronio, a partir de compuestos que lo contenían, pero los científicos europeos se equivocaron al estudiar sus muestras y afirmaron que Manuel del Río estaba confundiendo su metal con el cromo, que ya se conocía en esa época. Más tarde se confirmó que estaba en lo correcto, pero era demasiado tarde: años después el sueco Sefström aisló el elemento y lo llamó vanadio. Nunca se pudo lograr que se le diera el crédito al primer descubridor.

En cuanto al avance que se logró en la ciencia gracias al estudio de los procesos de óxido-reducción, basta decir que Lavoisier, entre otros grandes de la química de finales del siglo XVIII, trabajó con óxidos metálicos (de mercurio principalmente) para demostrar la Ley de la conservación de la materia, y que John Dalton (1766-1844) gracias a las reacciones de oxidación que llevaba a cabo sobre un enorme número de metales y no metales, pudo enunciar su teoría atómica. En plena época napoleónica, los físicos italianos Alessandro Volta (1745-1827) y Luigi Galvani (1737-1798) revolucionaron la química con la invención de las pilas y la separación de metales de no metales, usando electricidad, por medio de procesos de oxidación y reducción. Más adelante, Dimitri Mendeléiev (1834-1907) se basó en gran medida en las propiedades de los óxidos de los elementos para elaborar su tabla periódica. Así podríamos seguir mencionando innumerables casos sobre la importancia de este tipo de reacciones.

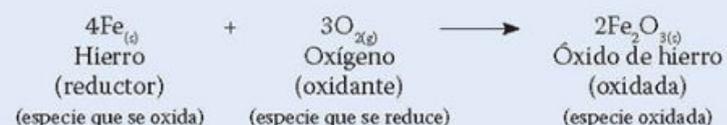
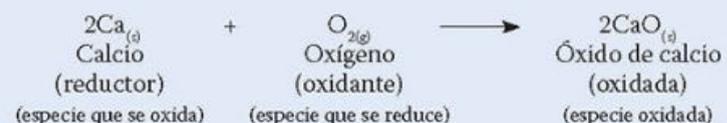
Experiencias alrededor de las reacciones de óxido-reducción

Hemos visto que las reacciones redox forman parte de la vida cotidiana y que constituyen un enorme sector de la industria de transformación. Además de los ejemplos que hemos mencionado, hay que tomar en cuenta los siguientes: la fabricación de acero, el tratamiento de aguas residuales, la fabricación de papel y las aplicaciones derivadas del uso de energía solar. En todos estos casos, el procesamiento de las materias primas se lleva a cabo mediante este tipo de reacciones y, antes de describirlos por medio de ecuaciones químicas, al igual que se hizo en las reacciones ácido-base, es necesario comprender mejor la reacción redox.

Si partimos de la definición más antigua de lo que es una oxidación, tenemos que: "Un elemento que gana oxígeno, se oxida", se convierte en una especie "oxidada", mientras que el oxígeno o agente oxidante, es la especie que se "reduce" (figura 4.29). Analiza los siguientes ejemplos:

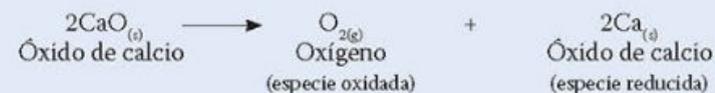


Figura 4.29 ¿Cómo sabemos si en este proceso sucedió una reacción de óxido-reducción?



Si se lleva a cabo el proceso contrario, todas las especies se intercambian en cuanto a su carácter de oxidante o reductor y la definición es:

"Un elemento que pierde oxígeno se reduce", se convierte en una especie "reducida", mientras que el oxígeno es, en este caso, la especie "oxidada". Analiza los siguientes ejemplos:



Hay una definición más reciente de lo que es una reacción redox en términos de los electrones de valencia de los átomos que participan y establece que cuando ciertos materiales ganan o pierden electrones, éstos se transfieren de una especie a otra y se lleva a cabo el proceso de óxido-reducción.

Estas reacciones se caracterizan porque un elemento pierde electrones, mientras el otro los gana. Podemos afirmar que un elemento se oxida cuando pierde electrones y se reduce cuando los gana. Es muy importante tener en cuenta que siempre que un elemento se oxida, el otro simultáneamente se reduce; no puede existir una reacción sin la otra.

La producción de hierro, un ejemplo para comprender los procesos redox

La industria siderúrgica es la que se encarga de obtener hierro a partir del mineral de hierro que procede de las minas. Este proceso se conoce desde la Antigüedad y ha sido fundamental en la historia humana (figura 4.30), ya que con su obtención el ser humano pudo cambiar radicalmente su estilo de vida al poder construir herramientas más fuertes, equipos y carros más resistentes y armas más duras y peligrosas. En la siguiente reacción de reducción, el mineral de hierro (el óxido del metal) es reducido en presencia de monóxido de carbono, que sirve como especie oxidante. Observa la ecuación que describe lo anterior:



Como puedes ver, en el proceso anterior se lleva a cabo una reducción del hierro y una oxidación del dióxido de carbono, ya que la primera especie ha perdido oxígeno (se ha reducido) y la segunda lo ha ganado (se ha oxidado).

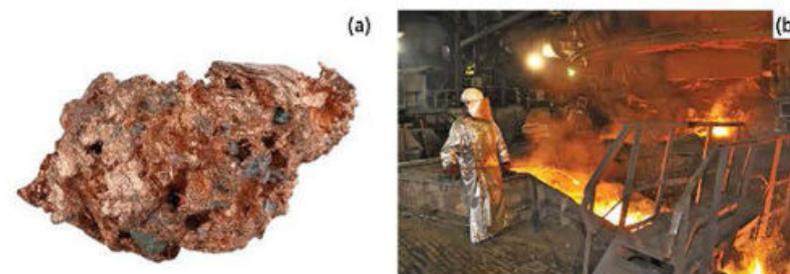


Figura 4.30 La reducción de metales es una actividad fundamental de la economía de cualquier sociedad, y se basa en reacciones químicas de transferencia de electrones, es decir, en reacciones redox. (a) Mineral de cobre. (b) Producción de hierro.

Actividad experimental (laboratorio)

Reactividad de los metales

Propósitos

- Investigar y comparar las reacciones de los metales.

Esta actividad puede ser de mucha utilidad para la realización de tu proyecto, tómenlo en cuenta.

Materiales

- Tiras de cobre metálico de 3.0×0.5 cm
- 10 mL de disolución de nitrato de cobre ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) saturada
- Tiras de magnesio metálico de 3.0×0.5 cm
- 10 mL de disolución de nitrato de magnesio ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$) saturada
- Tiras de cinc metálico de 3.0×0.5 cm
- 10 mL de disolución de nitrato de cinc ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$) saturada
- Cuatro tubos de ensayo
- Ocho servilletas de papel
- Cuatro etiquetas adhesivas pequeñas

Procedimiento

- Limpian la superficie de las tiras metálicas con las servilletas de papel.
- Anoten la diferencia que observan en cuanto a la apariencia de los metales antes y después de limpiarlos.
- Etiqueten los tubos de ensayo con el nombre de las tres disoluciones y el sobrante con la palabra "agua".
- Viertan 2 mL de las disoluciones en los tubos de ensayo que les corresponden. Agreguen la misma cantidad de agua en el último tubo.
- Coloquen una tira de cobre en cada tubo.
- Observen durante cinco minutos y anoten en la tabla si hubo reacción o no.
- Saquen de los tubos las tiras de cobre, séquenlas con las servilletas y limpienlas. Desechen las disoluciones de acuerdo con las instrucciones de su docente. Laven todos los tubos de ensayo.
- Realicen el mismo procedimiento introduciendo por orden las diferentes tiras de metal (cinc y magnesio). No olviden lavar todo después de observar cada metal.



Figura 4.31 Es importante que revises y etiquetes tus materiales antes de empezar a trabajar en el laboratorio.

Tabla 4.10 Sigue todas las indicaciones y observa cuidadosamente los cambios en los metales que vas a usar

Metal	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	H_2O
Cu				
Mg				
Zn				

Ahora ordena los metales según su reactividad:

Metal	
	+ reactivo
	↑
	↓
	- reactivo

Análisis de resultados

Ahora que has realizado todas las pruebas contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué metal reacciona con la mayoría de las disoluciones?
- ¿Qué metal reacciona con menos disoluciones?
- ¿Por qué los metales se comportan de esa manera al sumergirlos en agua?
- Con base en tus observaciones ¿por qué crees que para hacer una estatua los escultores utilizan cobre y no cinc?
- El cobre conduce la corriente mejor que el magnesio o el cinc. ¿Por qué?
- Si un metal, por ejemplo plata, es un buen conductor de corriente eléctrica ¿cómo crees que será su reactividad?

Números de oxidación

Existe otro método más confiable para determinar si una especie se ha oxidado o reducido. Los químicos han establecido, por conveniencia, lo que se conoce como números de oxidación. Para asignar un número de oxidación a cada átomo de una especie química, se deben seguir ciertas reglas:

- El número de oxidación de cualquier sustancia en estado elemental es cero. Ejemplos: en el O_2 y en el Ca de las reacciones estudiadas previamente, el número de oxidación de cada especie es cero.
- Cuando el hidrógeno y el oxígeno forman parte de un compuesto, el número de oxidación de cada uno es, respectivamente: +1 y +2.
- El número de oxidación de un metal es igual al del grupo de la tabla periódica al cual pertenece, siempre y cuando no pase del número 10.

En la tabla periódica que se estudió en el bloque II pudiste ver que las columnas (familias o grupos) tienen un número asignado. Este número va del 1 al 18, de izquierda a derecha y tiene relación con los electrones de valencia de los átomos que componen esa familia. Así, en el grupo 1,

1	2		
1A	2A		
1	2		
1	100		
H			
hidrógeno			
2	3	4	101
Li	Be		
litio	berilio		
11	12	13	14
Na	Mg		
sodio	magnesio		
19	20	21	22
K	Ca		
potasio	calcio		
37	38	39	40
Rb	Sr		
rubidio	estroncio		
55	56	57	58
Cs	Ba		
cesio	bario		
87	88	89	90
Fr	Ra		
francio	radio		

Figura 4.32 Los metales de los grupos marcados en la tabla tienen igual número de electrones de valencia que número de oxidación. Esto significa que sólo participan con un número de oxidación en todas las reacciones que llevan a cabo.

Núm. atómico	6	12,01	Masa atómica
Núm. de Oxidación	-4	+4	
	+4		
	carbono		Nombre del elemento

Figura 4.33 Observa los números de oxidación más comunes posibles para el elemento carbono, mismo que aparece como información en la tabla periódica. El valor de número de oxidación del carbono en un compuesto puede obtenerse sólo por medio de las reglas de asignación. Estos datos en la tabla son sólo de referencia.

los metales litio, sodio y potasio tienen un electrón de valencia; los del grupo 2, dos electrones de valencia y en la familia 3, los elementos que la forman tienen tres electrones de valencia.

Como ejemplos, el calcio está en el grupo 2, por lo tanto, su número de oxidación es +2.

- Los números de oxidación de los elementos que integran una molécula o una sustancia neutra suman cero. Por ejemplo, para el cloruro de magnesio ($MgCl_2$): el magnesio es un elemento del grupo 2, por lo tanto, su número de oxidación es +2. Como el compuesto es neutro, el número de oxidación del cloro debe ser igual a -1 que multiplicado por dos hace que se tengan dos cargas negativas para neutralizar las dos cargas positivas del magnesio.

Relación entre los números de oxidación y la tabla periódica

De acuerdo con las reglas de asignación de números de oxidación de las especies participantes en una reacción (3), encontramos la primera relación entre el número de oxidación y la tabla. "Para los metales representativos (grupos 1, 2 y 3 de la tabla periódica o grupos metálicos tipo A), el número de electrones de valencia es igual al número de oxidación de ese elemento" (figura 4.32). Por ejemplo, el sodio es un metal alcalino del grupo 1, tiene un electrón de valencia, por lo tanto, sólo puede formar un ion, el Na^+ , y cuando esto sucede en una reacción, el número de oxidación del sodio es también +1. Lo mismo sucede con los demás elementos del grupo. Para el caso de los metales del grupo 2, el número de oxidación es también +2.

En el caso de los no metales, no es tan fácil relacionar directamente el número de electrones de valencia con el número de oxidación, ya que los no metales pueden oxidar a otras especies, pero también pueden reducirse y, por tanto, no podemos destacar sobre la tabla una tendencia tan clara como en el caso de los metales de los grupos 1 y 2.

En algunas tablas periódicas se incluyen los números de oxidación más comunes para metales y no metales, pero el valor real de cada especie en una determinada ecuación puede obtenerse sólo por medio de las reglas enunciadas (figura 4.33).

Actividad

Los números de oxidación

Practica las reglas de asignación de números de oxidación por medio del siguiente ejercicio. Guíate por el ejemplo:

Compuesto	Número de oxidación del primer elemento	Número de oxidación del segundo elemento
$AlCl_3$ (cloruro de aluminio)	Al = +3 (grupo 3)	Cl = -1
LiO_2		
H_2O		
Fe_2O_3		

Ahora, para saber si ocurrió o no una reacción de óxido-reducción, se toma en cuenta lo siguiente:

- Si el número de oxidación de un elemento aumenta después de la reacción, significa que ese elemento se ha oxidado.
- Si el número de oxidación de un elemento disminuye después de la reacción, significa que ese elemento se ha reducido.

Por ejemplo:

Consideremos la reacción entre sulfato de cobre y zinc, para formar sulfato de zinc y cobre metálico:



Observa en la tabla periódica su número de oxidación, pero antes, por tratarse de un compuesto con tres átomos, toma en cuenta lo siguiente:

El ion sulfato (SO_4^{2-}) tiene dos cargas negativas, por lo tanto, en este compuesto el cobre tiene un número de oxidación de +2. A partir de esto y de que el oxígeno siempre tiene un número de oxidación de -2, podemos obtener el número de oxidación del azufre por diferencia:

$$\text{Número de cargas negativas} = -2$$

$$(\text{cobre}) - (-4 \times 2) = -6$$

Por lo tanto, el azufre debe tener un número de oxidación de +6 para que el compuesto sea neutro. De manera semejante, se calculan los números de oxidación de acuerdo con las reglas aprendidas. Vamos a resumir esta información en la siguiente tabla:

Compuesto o elemento	Número de oxidación del metal	Número de oxidación del oxígeno	Número de oxidación del no metal
$CuSO_4$	+2 (cobre)	-2	+6
Zn	0	-----	-
$ZnSO_4$	+2 (zinc)	-2	+6
Cu	0	-	-

Analizando la tabla podemos observar que en la reacción de sulfato de cobre con zinc sucedió lo siguiente:

- El cobre pasó de Cu^{+2} a Cu^0 (disminuyó su número de oxidación).
- El zinc pasó de Zn^0 a Zn^{+2} (aumentó su número de oxidación).
- El oxígeno no cambió su número de oxidación.
- El azufre no cambió su número de oxidación.

Por lo tanto, podemos asegurar que:

- El cobre se redujo.
- El zinc se oxidó.
- El oxígeno y el azufre no tuvieron cambios redox en esta reacción.
- El anión sulfato (SO_4^{2-}) sólo se intercambió entre el zinc y el cobre.



Figura 4.34 En esta típica reacción redox, un metal en estado puro reduce el metal oxidado que forma parte de la sal y al final de la reacción se invierten los papeles de ambos metales.

¿Qué se oxida? ¿Qué se reduce?

Parte I

Lleva a cabo un ejercicio similar al anterior, completando la tabla para la siguiente reacción redox, en la que se representa la formación de óxido de nitrógeno a partir de nitrógeno y oxígeno elemental:



Compuesto	Número de oxidación antes de la reacción	Número de oxidación después de la reacción
Nitrógeno (N)	0	
Oxígeno (O)		-2

De la tabla podemos entonces ver que en la reacción de nitrógeno con oxígeno,

1. El nitrógeno pasó de _____ a _____.
2. El oxígeno pasó de _____ a _____.

Por lo tanto, podemos asegurar que:

- a) El oxígeno se _____ c) El oxígeno es la especie _____
 b) El nitrógeno se _____ d) El nitrógeno es la especie _____

Parte II

Lleva a cabo un ejercicio similar al anterior, completando la tabla para la siguiente reacción redox, en la que se representa la formación de óxido de nitrógeno a partir de nitrógeno y oxígeno elemental:

1. ¿Coinciden ambas formas de entender este proceso?
2. ¿Qué pasa cuando el agente oxidante no es oxígeno?

Escribe un breve párrafo donde expliques las ventajas de utilizar el método de cambio en el número de oxidación con respecto a la antigua definición redox (ganancia o pérdida de oxígeno).

Glosario

Organismos autótrofos: organismo capaz de sintetizar todos sus componentes orgánicos a partir de sustancias inorgánicas simples, es decir, sintetizan su propio alimento.

Por cierto

La fotosíntesis que se realiza en las hojas de las plantas es un proceso muy complejo (figura 4.35). Desde hace más de tres millones de años, la fotosíntesis es la responsable de que en la atmósfera del planeta aparecieran grandes cantidades de oxígeno. Esto tuvo consecuencias inmediatas sobre la superficie de la Tierra, ya que este gas es muy reactivo con muchos metales y, por tanto, forma muchos óxidos. Es por ello que la vida en el planeta, al menos la vida como la conocemos, ha sido posible gracias a los primeros organismos fotosintéticos, capaces de convertir dos sustancias sumamente estables químicamente (CO_2 y H_2O) en reactivos para la obtención de carbohidratos, moléculas fundamentales para la obtención y reserva de energía de los **organismos autótrofos**.

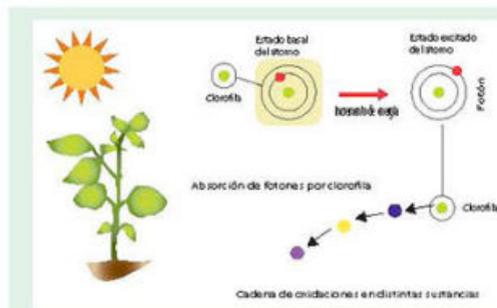


Figura 4.35 La fotosíntesis es un proceso bioquímico en el que también están involucrados procesos redox, la luz solar y catalizadores naturales (enzimas).

Revisando lo aprendido

Recupera las respuestas que diste en la sección *Lo que pienso*, contéstalas nuevamente y compara lo que resolviste entonces con tu nueva visión. ¿En qué se parecen? ¿En qué son diferentes?

Explica con tus propias palabras el significado de los siguientes términos: oxidación, reducción, agente oxidante, agente reductor, reacción redox y número de oxidación.

¿Identificaste otros términos importantes en el tema? Agrégalos a tu diccionario científico.

En tu cuaderno escribe, con frases completas en textos breves, las principales ideas que ahora forman parte de tus conocimientos, por ejemplo:

- ▶ En una reacción redox siempre existe una especie que se _____ y otra que se _____.
- ▶ El reductor es la especie que se _____.
- ▶ El oxidante es la especie que se _____.
- ▶ La reducción de metales es fundamental para _____.

Avance de proyecto

Varias de las actividades realizadas a lo largo de este bloque pueden ser útiles para incluirlas en tu proyecto. En grupo analicen y seleccionen aquellas que son relevantes para tu trabajo. Es importante también que decidan como es que van a comunicar al resto del grupo los resultados de su trabajo de investigación. Este es un buen momento para ponerse de acuerdo.

Saber más

En los siguientes libros, revistas y páginas de internet puedes encontrar información complementaria:

Libros:

- ▶ Chamizo, J. A., A. Garriz, *Del tequesquite al ADN: algunas facetas de la química en México*, México, FCE, 1989, (La ciencia para todos/72).
- ▶ García, H., *El universo de la química*, México, Santillana, 2002.
- ▶ Avila, J., Genescá, J., *Más allá de la herrumbre*, México, FCE, 1995, (La ciencia para todos/9).

Revistas:

- ▶ Gasquez, L., "Retrato del oxígeno", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 2005, núm. 83.
- ▶ Ruiz, B.; Ruiz, J., "Química y civilización", en *¿Cómo ves?*, México, enero de 2011, núm. 146.

Páginas de internet:

- ▶ Óxido-reducción (Ecuaciones Redox), <http://goo.gl/nOmFt> (consultada el 8 de noviembre de 2016).
- ▶ Reacciones químicas: Óxido-reducción, <http://goo.gl/9HIWi> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Proyecto: ahora tú explora, experimenta y actúa

Integración y aplicación

Aprendizajes esperados

Al término de este proyecto el alumno:

- Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.
- Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.

Sugerencias de opciones de proyecto

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

Óxido-reducción en la vida cotidiana

Las reacciones de óxido-reducción son muy comunes en la vida cotidiana, la combustión de hidrocarburos y la oxidación de los metales son reacciones de este tipo.

La combustión es una reacción de óxido-reducción, en la cual generalmente se desprende una gran cantidad de energía, en forma de luz y calor. Los tipos más frecuentes de combustible son los hidrocarburos, formados de materia orgánica que contiene carbono e hidrógeno.

El petróleo es un combustible fósil producido por la descomposición de materia orgánica, enterrada a grandes profundidades y sometida a altas presiones y temperaturas en ausencia de aire durante millones de años. Bajo estas condiciones se forma un líquido pegajoso y de mal olor compuesto de hidrocarburos, con impurezas de azufre, oxígeno y nitrógeno.



Figura 4.36 En los procesos de respiración y de quema de combustibles están presentes tanto la oxidación como la reducción.

Otro tipo de reacciones redox es la corrosión. Seguramente alguna vez has observado el desgaste que sufren las estructuras de puentes, barcos, automóviles, etcétera, que están hechos de metales. La corrosión de éstas tienen un impacto económico muy negativo, dado que dichos materiales pierden sus propiedades, reduciendo su vida útil.

En el transcurso de este bloque has adquirido diferentes experiencias y conociendo algunos conceptos que te ayudarán a dar soporte a este proyecto de investigación. El conocimiento de la mecánica de las reacciones de oxidación y reducción, y su aplicación en la vida diaria y en la industria te serán de gran utilidad en el momento de resolver tu pregunta. El reto de este proyecto será proponer alternativas sustentables relacionadas con las reacciones químicas de óxido-reducción.



Figura 4.37 La corrosión constituye un problema presente en todos los ámbitos: el industrial, el naviero, el doméstico, etcétera.

¿Cómo empezar?

Como en las ocasiones anteriores, para comenzar, organízate con tus compañeros de grupo y forma tu equipo. Recuerda que el primer paso para dar respuesta a tu pregunta de investigación consiste en recopilar todas las actividades que a lo largo del bloque has elaborado. Mediante el estudio de los siguientes temas podrás lograr el aprendizaje necesario que te ayudará a desarrollar un buen proyecto de investigación que les permita a ti y a tus compañeros llegar a los resultados esperados. ¡Manos a la obra!

Actividades exploratorias

Ha llegado el momento de plantear tu proyecto. Tú ya conoces el camino que debes seguir, en esta ocasión será conveniente que —para empezar— investigues, dependiendo de la pregunta que hayas elegido, sobre los derivados del petróleo o bien sobre la corrosión de los metales.

Si te decides por la primera, responder las siguientes cuestiones puede ser de utilidad:

- ▶ ¿Qué son?
- ▶ ¿Cómo se producen?
- ▶ ¿Qué características físicas y químicas los distinguen?
- ▶ ¿En qué se utilizan?
- ▶ ¿Qué materiales los contienen?
- ▶ ¿Qué efectos producen en el medio ambiente?
- ▶ ¿Es posible sustituirlos por otros que dañen menos al ambiente?

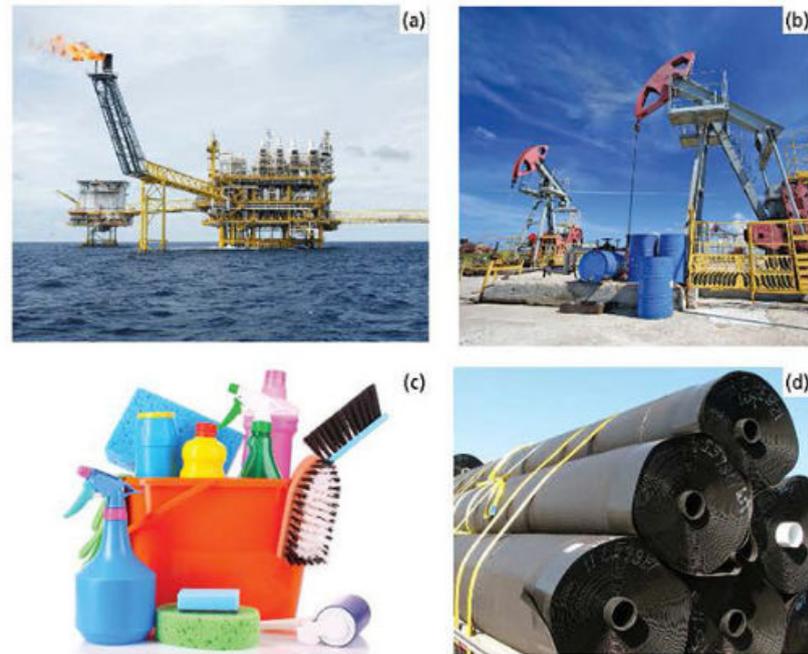


Figura 4.38 Entender el tema de los combustibles derivados del petróleo implica conocer sus orígenes, cuáles son los compuestos que los constituyen, cómo se extraen y cuáles son los costos ambientales de esta actividad (a y b), cuáles son los principales productos que del petróleo se obtienen, y cómo los integramos tanto en nuestras vidas diarias (c) y en los procesos industriales (d). Todo con la finalidad de proponer alternativas a su uso o maneras de limitar los impactos negativos que tienen en el ambiente y nuestra salud.

Si decidiste con tu equipo abordar el tema de la corrosión, las siguientes preguntas pueden ayudar a dar cauce a su investigación:

- ▶ ¿Qué es?
- ▶ ¿Cómo se produce?
- ▶ ¿Qué efectos tiene?
- ▶ ¿Es posible evitarla?

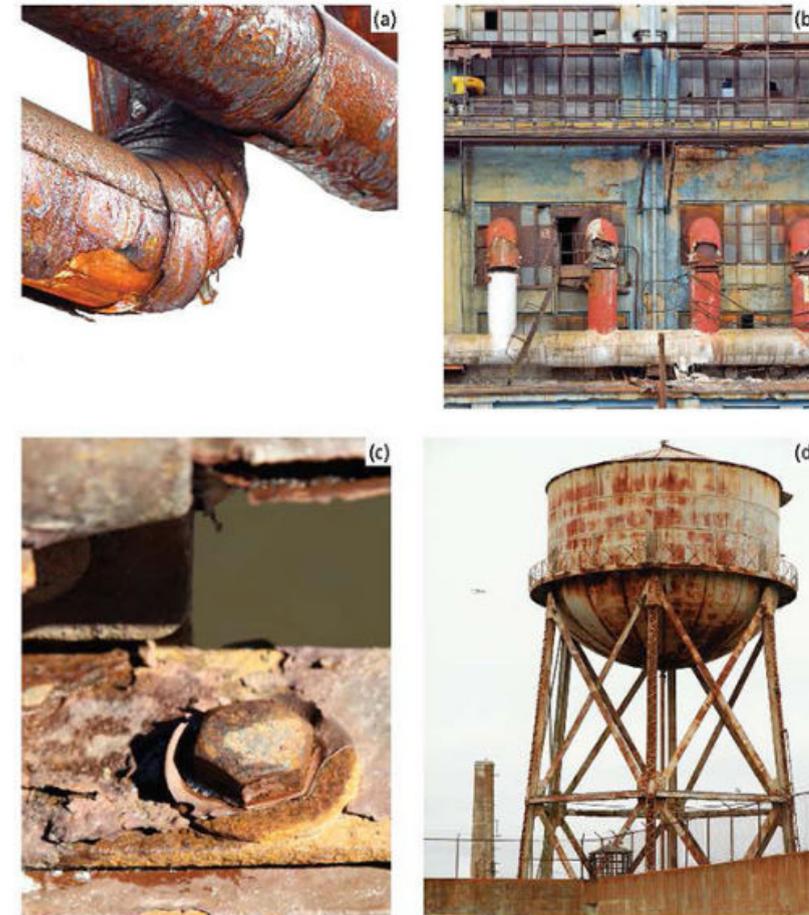


Figura 4.39 La corrosión es un fenómeno que afecta principalmente a los metales; desde tiempos inmemoriales ha existido gran interés en evitarla o controlarla. Para ello es fundamental conocer los procesos mediante los que se presenta. Afecta de manera importante tanto a las instalaciones industriales (a y b), como a las máquinas (c) y al equipamiento urbano (d), por mencionar sólo algunos ejemplos.

Después observa un momento y reflexiona sobre todos los materiales que usas cotidianamente y que tienen que ver con tu pregunta de investigación. Elabora una lista para que los tengas presentes.

Les sugerimos

Para este proyecto proponemos como producto final la elaboración de una campaña de divulgación en la que darán a conocer a toda tu comunidad escolar lo que has descubierto con respecto a los procesos de óxido-reducción. Para esta campaña deberán elaborar diferentes materiales como carteles, trípticos, folletos, gráficas, etcétera, que te servirán como instrumentos de comunicación para difundir los hallazgos de tu investigación.

Ahora ustedes

Si decidieron trabajar alguno de los dos proyectos planteados, los pasos siguientes consisten en buscar más información que complemente lo realizado. Algunas de las actividades de este bloque les serán de mucha utilidad: sumadas a las que ustedes realizaron por su cuenta darán forma final a su investigación.

Sugerencias bibliográficas

- ▶ Bermúdez, G., "¿Vale la pena cuidar el medio ambiente?", en *¿Cómo ves?*, México, febrero de 1999, núm. 1.
- ▶ Chamizo, J.A., Garriz, A., *Química terrestre*. La ciencia para todos, México, FCE, 1995.
- ▶ García, H., *El universo de la química*, México, Santillana, 2002.

Recapitulación de lo investigado

En este bloque IV estudiaron y realizaron actividades relacionadas con las reacciones químicas y procesos de tipo ácido-base y óxido-reducción. La combustión y la corrosión se presentaron como un tipo de estas reacciones. Ahora deben integrar todo lo trabajado para dar respuesta a la pregunta de inicio. Veamos cuáles fueron las actividades realizadas relacionadas con su proyecto, qué se logró aprender con cada una y cómo se recuperan para concluir con el mismo.

Actividad	Propósito	Vinculación con el proyecto
Reactividad de los metales.	Investigar y comparar las reacciones de los metales.	Conocer cómo reaccionan los metales para comprender fenómenos como la corrosión.
Los números de oxidación.	Practica las reglas de asignación de números de oxidación.	Poder determinar cuando ocurre una reacción de óxido-reducción.
¿Qué se oxida? ¿Qué se reduce?	Practica las reglas de asignación de números de oxidación.	Comprender lo que pasa cuando el agente oxidante no es oxígeno.

Integren

Es momento otra vez de reunir todo lo aprendido sobre el tema de investigación. Analicen lo investigado y con la ayuda de su docente decidan si ya si es posible proponer algunas alternativas de solución sustentable al problema de los combustibles, o algunas formas de evitar el problema de la corrosión. Si aún falta información, continúen la búsqueda en otras fuentes como internet, revistas, películas, etcétera.

Elaboren su campaña de divulgación:

En la presentación de la campaña de divulgación deberá participar todo el grupo en conjunto, coordinados por su docente. Para ello, cada equipo tendrá que presentar al resto del grupo su trabajo, para que todos conozcan lo que hicieron los demás y con base en ello planificar la campaña. Deberán decidir los materiales que diseñarán, la forma en que lo harán y la manera en que cada equipo colaborará.

También deberán hacer una lista con los materiales que necesitarán y la forma en que los conseguirán. Para terminar, será importante analizar los resultados de la campaña, lo que se logró y lo que se quedó en el camino.

Evalúen

Para evaluar este proyecto pueden tomar en cuenta todas las actividades desarrolladas a lo largo del bloque, las cosas que aprendieron, lo que salió bien y lo que se debió planear mejor. Reúnanse todos los integrantes del equipo y platiquen sobre todo esto. Hablen también sobre lo que es posible concluir al final de este proyecto ¿Lograron proponer soluciones (al menos en teoría) referentes a su pregunta de investigación?



Figura 4.40 Después de ponerse de acuerdo con su maestro y sus compañeros, deberán preparar cuidadosamente los materiales de su campaña, con el fin de que muestren los resultados de su investigación. Los estudiantes de la figura muestran una molécula que es resultado de un proceso de oxidación.

Ahora que has presentado el resultado de todo tu trabajo en este proyecto, es momento de que reflexiones sobre la forma en que lo has desarrollado, tanto individualmente como en parejas y en equipo. Para ello, te sugerimos completes la siguiente tabla.

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Nunca
En el trabajo individual				
Organicé y recopilé cada una de las actividades que fui desarrollando a lo largo de cada tema y que podrían sernos útiles para armar nuestro proyecto.				
Fui capaz de compartir con los integrantes de mi equipo la información que recibí durante cada uno de los temas que fue relevante para la realización de nuestro proyecto.				
En las actividades realizadas en parejas				
Me organicé con mi pareja para buscar información de manera que cada uno de nosotros se enfocará en cuestiones diferentes.				
Compartí con mi pareja la información recabada; entre los dos la seleccionamos y decidimos cuáles eran las cuestiones más importantes que debíamos incluir en nuestro trabajo.				
En las actividades realizadas en equipo				
Fuimos capaces de ponernos de acuerdo para elegir un tema, escuchando y respetando siempre las opiniones de los demás.				
Respetamos el cronograma de trabajo acordado al inicio del proyecto.				
Llegamos a un acuerdo sobre la manera en que se presentaría el trabajo final.				
Contribuimos todos de manera equitativa en la organización, la planeación y el desarrollo de todo el trabajo.				

Es momento de que pongas en práctica todo lo aprendido a lo largo del bloque, ahora de manera individual, de forma que tu docente pueda evaluar tus avances en conocimientos, habilidades y actitudes. Contesta las preguntas o lleva a cabo las actividades según las instrucciones.

Cambio climático

El cambio climático es uno de los problemas más graves que los humanos enfrentamos y, en general, todos los seres vivos que habitan el planeta. Son varios los motivos que generan este fenómeno, pero el más preocupante es la generación de gases de efecto invernadero provocados por la quema de combustibles fósiles en todo el mundo. Se generan grandes cantidades de dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, entre otros. Observa el siguiente mapa y luego contesta las preguntas:

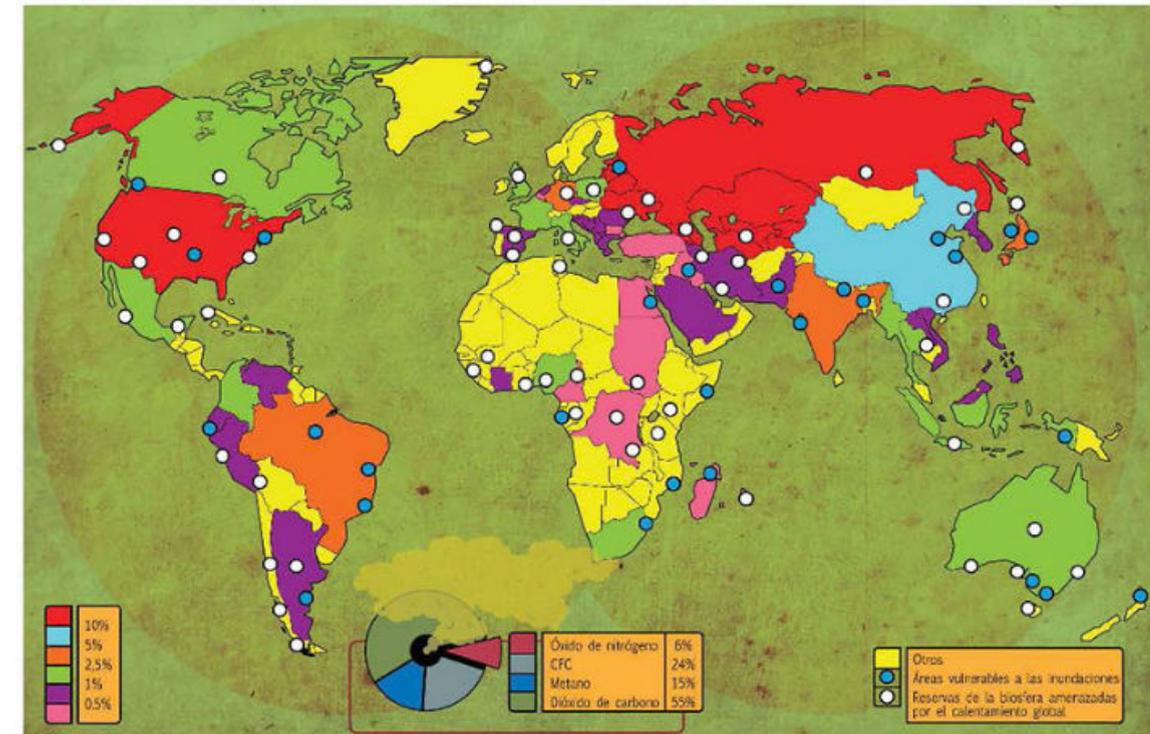


Figura 4.41 Mapa que representa las cantidades de gases de efecto invernadero emitidas en todo el mundo.

Pregunta 1.1

Diversos científicos aseguran que unos pocos países generan más del 50% de los gases de efecto invernadero. ¿Puedes confirmar este hecho observando el mapa? Justifica tu respuesta:

Pregunta 1.2

¿Qué región y país del mundo ha acrecentado enormemente su aportación de gases de efecto invernadero en la última década? ¿Por qué crees que sea así?

- A** África; Egipto
- B** Asia; China
- C** América; Brasil
- D** Oceanía; Australia
- E** España; Europa

Pregunta 1.3

¿En qué medida estás de acuerdo con las afirmaciones siguientes? Marca sólo una casilla en cada fila.

Información sobre los aditivos alimenticios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
México no tiene razones para llevar a cabo acciones encaminadas a reducir gases de efecto invernadero al no ser responsable del mayor porcentaje de la emisión actual.				
Los países asiáticos se incorporaron muy recientemente al mundo desarrollado y, por tanto, no tienen tanta responsabilidad como Europa y Estados Unidos en la obligación de reducir emisiones de CO ₂ a corto plazo.				
Todos los países cuyas emisiones suman más del 70% anual deberían tomar medidas urgentes de reducción, de acuerdo con sus posibilidades de inversión a nivel tecnológico.				
No hay pruebas de que el aumento de dióxido de carbono genere problemas ambientales que deban preocuparnos al corto plazo.				

Obtención de nuevos materiales

Si miras un poco a tu alrededor, verás que estamos rodeados de materiales poliméricos en la forma de utensilios de cocina, prendas de vestir, teléfonos celulares, muebles y más. Los polímeros se clasifican en naturales o sintéticos.

Actualmente, la mayoría de los polímeros que utilizamos son sintéticos. Otra forma de clasificarlos está basada en el comportamiento que presentan al ser sometidos al calor. Los polímeros termoplásticos son aquellos que se ablandan al calentarse, pueden ser moldeados, se endurecen al enfriarse y se pueden volver a calentar para darles una nueva forma. Los termofijos son polímeros que una vez moldeados no pueden volver a fundirse, sino que se degradan. Por último están los elastómeros, que son termoplásticos o termofijos que presentan la propiedad de estirarse y recuperar su forma y tamaño originales.

Como resultado de su gran variedad de aplicaciones, la generación de residuos de origen plástico se ha convertido en un gran problema. Una de las soluciones que se han propuesto para disminuir la contaminación por estos materiales (además de reusarlos, reciclarlos y reducir su empleo) es la producción de polímeros generados a partir de biomasa.

Por ejemplo, el poliláctico, un producto de la fermentación de residuos vegetales, es utilizado como un nuevo material biodegradable.

Pregunta 2.1

De las afirmaciones siguientes, ¿cuál es la descripción científica del efecto del calor en los dos principales tipos de polímeros?

- A** El calor nos permite definir si se trata de polímeros naturales o sintéticos.
- B** Tiene el mismo efecto en termofijos y en termoplásticos.
- C** Es una variable que permite dar gran variedad de aplicaciones a los diferentes polímeros.
- D** Permite moldear los termoplásticos más de una vez, degrada los termofijos después de que han sido moldeados.

Pregunta 2.2

¿Qué tipo de polímero será más fácil de reciclar?

¿Se deberían dejar de usar los otros polímeros al no ser reciclables? Justifica tu respuesta

Pregunta 2.3

¿Cuál de las siguientes preguntas se puede contestar a partir de la lectura?

- A** ¿Qué tipos de polímeros existen con base en su comportamiento frente al calor?
- B** ¿Es muy grave la contaminación por polímeros termofijos (que se degradan al calentarse) en el planeta?
- C** ¿Es posible reducir en un 10% la cantidad de plásticos que se usan en México?
- D** ¿Son los polímeros termoplásticos biodegradables?

Pregunta 3

Completa las frases y la tabla.

Los ácidos y las bases de Arrhenius conducen la electricidad en disolución acuosa, esto implica que cuando se disuelven en agua _____.

Los ácidos siempre liberan el ion positivo _____ y las bases el ion negativo _____.

Cuando se hace reaccionar un ácido con una base, uno de los productos siempre es _____, formada a partir de la atracción entre los dos iones anteriores.

Ácido (ejemplo)	Ión positivo	Base (ejemplo)	Ión negativo	Se forma

Pregunta 4

¿Qué alimentos producen acidez? Investiga sobre el tipo de alimentos que producen acidez si no se consumen con moderación.

Tipo de alimento	Ejemplo	Efectos de la acidez en el organismo a largo plazo	Se puede contrarrestar el efecto con el uso de:
Bebidas			
Frutas o verduras			
Guisados			

Pregunta 5

Los antiácidos son productos farmacéuticos que se han desarrollado para combatir la acidez estomacal en aquellas personas que padecen de ciertas enfermedades o trastornos. Investiga cuáles son estas enfermedades y da ejemplos de cuáles productos se pueden usar; explica brevemente cómo funcionan cuando llegan al estómago, donde el pH es sumamente ácido.

Pregunta 6

En las siguientes reacciones, determina cuál elemento se reduce y cuál se oxida.

Reacción	Elemento que se oxida	Elemento que se reduce
$\text{NaCl}_{(ac)} + \text{KNO}_{3(ac)} \longrightarrow \text{KCl}_{(ac)} + \text{NaNO}_{3(ac)}$		
$\text{H}_2\text{O}_{2(ac)} \longrightarrow \text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$		
$\text{HCl}_{(ac)} + \text{NaOH}_{(ac)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{NaCl}_{(ac)}$		
$2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{NO}_2(g)$		
$\text{Cu}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(ac)} \longrightarrow \text{CuSO}_{4(ac)} + \text{H}_2$		

Pregunta 7

Asigna un número de oxidación para cada elemento de los compuestos y en la columna siguiente el grupo o familia al que pertenece en la Tabla periódica. ¿Tienen alguna relación? ¿Hay alguno de ellos donde el metal tenga número de oxidación negativo? ¿Qué te dice esto con respecto a la tendencia de los metales a oxidarse y de los no metales a reducirse?

Compuesto	No. Oxidación del metal	Grupo en tabla periódica del metal	No. oxidación del no metal	Grupo en tabla periódica del no metal
NaCl				

Compuesto	No. Oxidación del metal	Grupo en tabla periódica del metal	No. oxidación del no metal	Grupo en tabla periódica del no metal
MgO				
CuS				
Al ₂ O ₃				
Li ₂ S				
CaF ₂				
FeCl ₃				

Autoevaluación

Reflexiona sobre lo que has aprendido en este bloque. Y después marca el cuadro que describa mejor cómo te sientes con respecto a cada aprendizaje esperado.

1. Puedo hacerlo.
2. Tengo idea, pero no lo domino.
3. No puedo hacerlo.

Contenido	1	2	3
• Identifico ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.			
• Identifico la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.			

Contenido	1	2	3
• Explico las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.			
• Identifico la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.			
• Identifico las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.			
• Analizo 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.			
• Identifico el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.			
• Relaciono el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.			
• Analizo los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.			
• Propongo preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.			
• Sistematizo 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.			
• Comunico los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.			
• Evalúo procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.			

Química y tecnología



Competencias que se favorecen

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

Aprendizajes esperados

Al terminar el estudio de este bloque, el alumno:

- 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.

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

¿Para qué te sirve un proyecto? El trabajo en este bloque te permitirá poner en práctica tu capacidad de trabajar en equipo y aplicar tus conocimientos para colaborar en la solución de problemas que hayas identificado en tu medio. Los proyectos propuestos te permitirán: (1) colaborar en la prevención de enfermedades y accidentes en tu comunidad, (2) responder preguntas utilizando las herramientas de la investigación científica y (3) generar soluciones tecnológicas a algunos problemas ambientales.

¡Manos a la obra! Una guía para desarrollar tus propios proyectos

En lo que resta del año escolar en tu curso de Ciencias 3 te enfrentarás al reto de diseñar y ejecutar uno o más proyectos de aula relacionados con temas como los plásticos, los cosméticos, los combustibles y otros. Con ellos puedes contribuir a la solución de un problema de tu comunidad, o a la mejor comprensión de un tema de interés personal.

Como ya sabes de cursos y proyectos anteriores, éstos son actividades que se realizan en grupo dirigidas a integrar los conocimientos, valores y actitudes que han adquirido a lo largo del curso, y a promover la salud y el cuidado del ambiente a favor de la calidad de vida. Ahora, el reto al que te enfrentas es el de proponer y ejecutar un proyecto más complejo y al que le podrás dedicar mucho más tiempo; además tendrás una mayor autonomía en la definición de tu trabajo (figura 5.1).

A continuación encontrarás una serie de orientaciones que te pueden ser de utilidad al momento de diseñar tu propio proyecto.

1. La idea generadora del proyecto

Gran parte del éxito de un proyecto de aula radica en que logremos encontrar una buena idea que genere el entusiasmo de todos por trabajar en su ejecución. En general, las mejores ideas para proyectos surgen de identificar problemáticas que afectan a todos o de descubrir intereses compartidos. Más adelante les propondremos algunas ideas de proyectos, pero ustedes están en la libertad de desarrollar algún proyecto que responda a sus propias necesidades e inquietudes. Así, el equipo puede diseñar un proyecto con la idea de solucionar algunos aspectos de la problemática detectada o de compartir entre todos los intereses personales sobre determinado tema.

Por ejemplo, temas como la sustitución de derivados del petróleo, algunos materiales que utilizaban las culturas prehispánicas, el papel de la química en las diferentes expresiones artísticas, el uso y los riesgos de fertilizantes y plaguicidas, las aportaciones de México a la química, son entre otros, buenos detonantes para el desarrollo de un proyecto.



Figura 5.1 En este bloque podrás por fin dedicarte a desarrollar un proyecto en el que trabajes con mayor autonomía en un tema que se ajuste a tus intereses.

Por cierto



Buzón escolar

Una estrategia que les puede ayudar a identificar la idea generadora para el proyecto es el buzón escolar. Con ayuda de su docente hagan un buzón (figura 5.2) y pónganlo en el salón durante un tiempo acordado entre todos. Durante ese tiempo cada miembro del curso puede introducir en el buzón preguntas, e ideas para el proyecto. Al final del tiempo previsto, hagan una sesión para revisar el contenido del buzón. Entre todos y con la coordinación de su docente discutan las propuestas: agrupen las que son similares entre sí, identifiquen aquellas que despiertan el interés y el entusiasmo de todos y escojan las cuatro o cinco propuestas que a juicio de todos sean las más interesantes. Luego analicen a detalle cada una de estas propuestas. Algunos ejemplos de preguntas que pueden ayudarles al análisis: ¿cómo permitiría cada propuesta integrar los conocimientos adquiridos?, ¿cómo contribuiría a mejorar a la comunidad o a ustedes mismos?, ¿cuál de todas las propuestas es más viable?, ¿cuál puede desarrollarse en el tiempo que tienen?, ¿cuál es la que más les gusta?



Figura 5.2 Una buena fuente de ideas es un buzón de sugerencias, donde recopilarán ideas de un grupo amplio de alumnos para después evaluarlas.



Figura 5.3 Las visitas exploratorias a sitios cercanos son de gran utilidad para obtener ideas e información. Un museo es un buen ejemplo.

Una vez definida la idea del proyecto, piensen también en cuál sería el producto final que les gustaría alcanzar al final del mismo. Por ejemplo, si decidieron que la idea generadora de su proyecto es conocer sobre los fertilizantes y sus efectos en el suelo, un producto final de su proyecto es organizar un foro científico en el que presenten los resultados de sus investigaciones, preparar un viaje a una comunidad agrícola, realizar una exposición escolar sobre los diferentes tipos de fertilizantes que existen (y sus efectos sobre el crecimiento de plantas) o realizar una página web sobre los cultivos antes y después del uso de los fertilizantes en México dirigida a chicos y chicas de su misma edad, ¡utilicen toda su imaginación y creatividad!

Otras situaciones que pueden utilizarse para identificar ideas generadoras de proyectos son las visitas exploratorias a sitios cercanos a la institución educativa como museos (figura 5.3), fábricas, laboratorios universitarios, ferias de ciencia, instituciones ambientales, institutos de investigación, el palacio municipal.

2. El diseño y la planeación del proyecto

Cuando lleguen a esta etapa, ya habrán resuelto la parte más difícil del proyecto: encontrar una buena idea que entusiasme a todos y definir en qué se concretará esta idea. Ahora, el objetivo de esta segunda etapa es acordar cómo materializarán aquello que imaginaron.

El diseño y la planeación del proyecto consiste, fundamentalmente, en definir una línea de acción, una distribución de todas las tareas entre los miembros del equipo y mecanismos de constante evaluación y seguimiento, que les permitan alcanzar lo que se propusieron.

En el caso de los proyectos científicos, además es importante que planteen la pregunta de investigación, generen hipótesis y diseñen el proceso experimental que llevarán a cabo como parte de su proyecto.

A continuación encontrarán una serie de recomendaciones que les ayudarán al diseño y la planeación de su proyecto:

Organicen el plan de trabajo y/o el diseño experimental de su proyecto. Si ya saben qué van a obtener al final del proyecto, aquí necesitan definir claramente cuáles son los pasos a seguir para obtener el producto final. Igualmente incluye una previsión de los materiales, equipos y otros recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Distribuyan responsabilidades entre todo el equipo. La responsabilidad del desarrollo del proyecto es de todos. Sin embargo, para una mejor ejecución es útil distribuir responsabilidades entre todos los miembros: ¿quién o quiénes van a coordinar todo el trabajo?, ¿quiénes se encargarán de cada una de las tareas?, ¿quiénes tienen la responsabilidad de conseguir determinados permisos o materiales?

Organicen el cronograma. Distribuyan en un cuadro de actividades los tiempos y las distintas actividades que deberán realizar a lo largo del proyecto. Incluyan allí a los responsables de cada etapa.

El siguiente cronograma les puede servir para organizarse entre ustedes:

Actividad	Responsable	Semana							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Búsqueda de información									
Diseño experimental/ información bibliográfica/ investigación de campo/ organización de debate									
Recolección de información									
Desarrollo de actividades									
Análisis de resultados									
Preparación del reporte									
Comunicación del proyecto									
Evaluación									

Definan los mecanismos de seguimiento y evaluación del proyecto. En general, lo mejor es establecer reuniones semanales en las que todo el equipo compare lo que tenían previsto hacer según la planeación y el cronograma y lo que efectivamente se ha hecho.

Si tu proyecto lo requiere

I. ¿Cómo plantear el diseño experimental?

Primero definan una pregunta de investigación para después plantear una hipótesis que permita responder a la pregunta.

Será indispensable proponer cómo pondrán a prueba la hipótesis utilizando un experimento y definir qué materiales y procedimientos usarán. Finalmente deberán proponer los instrumentos para recoger y comparar la información obtenida con el experimento.

II. ¿Cómo organizar una investigación bibliográfica?

Para buscar información de un tema a partir de libros y documentos publicados, lo primero que se sugiere es que acudan a una biblioteca, ya sea personal, escolar o comunitaria, pues suele contener información calificada y más confiable que todo lo que pueden encontrar en internet (figura 5.4). No se recomienda tampoco el uso de enciclopedias ni de diccionarios como materiales de consulta para un proyecto, pues, aunque pueden ser muy buenas y completas, difícilmente incluyen información suficientemente específica para fundamentar alguna hipótesis o contestar la pregunta generadora. Siempre deben reunir al menos cinco fuentes de consulta, y de éstas sólo una o dos pueden ser de internet. Una vez que tengan varios libros, artículos de revistas e información validada por su docente como útil y valiosa, hay que tomar en cuenta varias técnicas que ayudan a localizar más rápida y eficientemente lo que se busca; por ejemplo: pueden aprovechar las palabras o conceptos clave o glosario del tema, una vez ubicados, buscar en los índices alfabéticos de los libros. Esto no siempre es tan fácil, ya que en ocasiones los libros de consulta se dividen en capítulos o unidades cuyos títulos no dan mucha información sobre lo que se desarrolla en cada uno. En este caso conviene que vayan al inicio y ubiquen los contenidos antes de empezar a anotar o registrar cosas que no son realmente relevantes para la información que buscan. No cualquier revista es adecuada para hacer una buena investigación en temas de ciencias; les recomendamos que busquen las que aparecen en la bibliografía al final de cada tema en el libro. En caso de que la información sea de actualidad, podrán encontrar muchas referencias en periódicos, en cuyo caso es mejor buscar en las secciones de ciencia y tecnología, y deberán revisar ejemplares donde aparecen estos apartados (por lo menos dos o tres periódicos) para validar la noticia.



Figura 5.4 Una o varias visitas a una biblioteca serán indispensables para obtener información para tu proyecto. Una biblioteca proporciona publicaciones donde encontrarás datos apropiados para desarrollar el tema elegido.

III. ¿Cómo organizar una investigación de campo? Hay muchos temas del área química que impactan en la sociedad y en la calidad de vida de las personas. Por eso, en ocasiones, un proyecto puede centrarse en conocer la opinión de las personas de tu comunidad sobre algún tema de importancia o de actualidad. Para hacer esto, el equipo debe organizarse para identificar primero a quiénes van a realizar las entrevistas que les den información útil. Luego, con base en la información que ustedes ya conocen, diseñen un buen guión de entrevista, basado en preguntas cerradas o abiertas (que no se contestan con sí, no o una sola palabra) que den cuenta de lo que importa y opina la persona entrevistada. Cuando tengan los resultados de la encuesta, hay que procesar (ya sea en tablas, gráficas o en otros organizadores gráficos) y finalmente resolver la pregunta generadora a partir del análisis de lo que han encontrado, contrastando lo que investigaron con lo que dicen los libros o las páginas de internet al respecto.

IV. ¿Cómo organizar un foro de debate? Los debates son una estrategia que llevan a cabo las personas que, con el fin de resolver conflictos o avanzar mejor en sociedad, confrontan su información sobre una problemática, general o particular. En política se dan muchos debates, pero igualmente en los foros y congresos científicos ocurren para presentar (y que se acepte) una nueva teoría o hipótesis sobre un tema dado. Esta táctica, a nivel escolar, suele adaptarse de manera simulada, en el que el grupo adopta dos opiniones o posturas contrarias y se forman dos grandes equipos o bandos que defienden cada cual su opinión o su solución a un problema mediante argumentos válidos, creíbles y con base en evidencias sólidas. El docente es el moderador y ayuda u orienta a los equipos a resolver la pregunta generadora a partir de los argumentos dados durante el debate. Es muy importante que respeten sus turnos y principalmente, además de saber hablar en público con ideas claras, hay que saber escuchar a los demás. Todos tienen algo bueno que aportar y no se trata de que uno siempre se imponga en todo al otro.

3. La ejecución del proyecto

En esta etapa se trata de llevar a cabo el proyecto siguiendo como guía la planeación que realizaron. Dependiendo del proyecto que hayan elegido, las actividades son distintas.

Por ejemplo, en el caso de los proyectos científicos (que se resuelven por medio de experimentos realizados por ustedes mismos) se trata de organizar el diseño del experimento, llevarlo a cabo, registrar los resultados, analizarlos, elaborar conclusiones, presentarlas y debatirlas frente al grupo, ya sea a través de reportes de investigación o en foros científicos. En los proyectos tecnológicos, el énfasis va a estar en desarrollar un producto de utilidad práctica o evaluar un proceso tecnológico, por ejemplo, al elaborar un cosmético. En los proyectos ciudadanos deben indagar sobre problemas de su entorno y proponer soluciones y, en lo posible, diseñar una estrategia para llevarlas a la práctica.

4. La comunicación frente al grupo o a la comunidad

Una vez terminadas las actividades del proyecto se deben presentar sus resultados de una manera atractiva y amena para todos. Allí va a tener la oportunidad de compartir con otras personas sus ideas, su trabajo y sus descubrimientos (figura 5.5).

Los formatos de presentación son muy variados, entre ellos se pueden realizar foros científicos, exposiciones, periódicos murales y obras de teatro. Es importante considerar que, de manera independiente al medio que se haya escogido, deben presentar sus datos muy claramente y, para hacerlo, pueden apoyarse en la utilización de diversos recursos como videos, fotografías, textos, gráficas, modelos, que les van a facilitar sustentar sus ideas y conclusiones.

5. La evaluación de tu proyecto

Para terminar, es importante evaluar el trabajo realizado. A lo largo de todo el proyecto el equipo debe ir evaluando el desarrollo de las actividades y el papel que cumple cada miembro en el trabajo. Esto es muy importante porque les ayuda a tomar decisiones sobre la marcha y a realizar ajustes en las actividades, de manera que aseguren que el proyecto termine como lo habían previsto. Para llevarla a cabo, tengan en cuenta los siguientes aspectos:

- (1) si cumplieron con los objetivos inicialmente propuestos para el proyecto.
- (2) los problemas que se encontraron y cómo los solucionaron.
- (3) si el equipo cumplió con los compromisos.
- (4) si el trabajo fue equitativo y si se hizo con entusiasmo.
- (5) si se propuso una solución sustentable y duradera.
- (6) los cambios que harían para futuros proyectos.

Sugerencias de proyectos

¿Cómo se sintetiza un material elástico?

Lo que debes saber antes de empezar

Los polímeros son materiales químicos formados por la unión de muchas moléculas más pequeñas y similares entre sí. Estas moléculas pequeñas, antes de formar el polímero reciben el nombre de monómeros. El prefijo mono, significa uno y la raíz mer, significa parte; el prefijo poli significa muchos. El proceso de obtención de estas macromoléculas (de macro = grande) recibe el nombre de polimerización. Al producirse por la unión de muchísimas moléculas pequeñas, los polímeros pueden formar largas cadenas de formas muy diversas (figura 5.6).

Algunas de estas cadenas parecen fideos, otras tienen ramificaciones, algunas más se asemejan a las escaleras de mano y otras son como redes tridimensionales, todo lo cual se refleja en la estructura macroscópica de cada uno.



Figura 5.5 Una de las finalidades principales de un proyecto es la divulgación de los resultados.

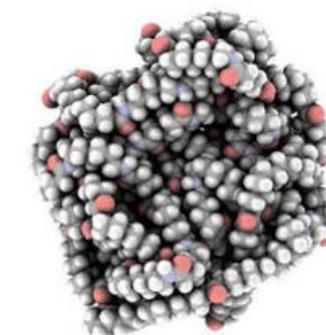


Figura 5.6 Estructura molecular del nylon, un polímero artificial, omnipresente en los ámbitos industrial y doméstico del mundo actual.

Existen polímeros naturales de gran importancia comercial como la celulosa del algodón; ésta se encuentra en la madera y en los tallos de muchas plantas y se emplea para fabricar telas y papel. Otros ejemplos de polímero natural son la seda, la lana o la proteína del pelo de las ovejas. El hule que se obtiene de los árboles de los arbustos de Guayule, es también un polímero natural importante.

Les sugerimos investigar sobre:

- ▀ La preparación de disolución de gelatina y películas poliméricas.
- ▀ La síntesis del retículo de alcohol polivinílico (APV).
- ▀ Los polímeros de gelatina.

Dónde puedes encontrar más información

Libros:

- ▀ Chamizo J. A. y Chamizo R., *La casa química*, México, ADN editores, 1998.
- ▀ García, H., *El universo de la química*, México, Santillana, 2002.

Revistas:

- ▀ Guerrero Mothelet, Verónica, "Esperanza ambiental: bacterias contra el poliuretano", en *¿Cómo ves?*, México, agosto de 2008, núm. 117.
- ▀ Ruiz Loyola. Benjamín, "¿Papel o plástico?", en *¿Cómo ves?*, México, mayo de 2010, núm. 138.

Para presentar su proyecto les sugerimos, en esta ocasión, realizar un diseño experimental que les permita dar respuesta a su pregunta.

¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?

Lo que debes saber antes de empezar

El conocimiento científico ha sido a lo largo de la historia motor de bienestar para las comunidades humanas. Gracias a hombres y mujeres de todas partes del mundo, incluyendo México, hemos podido transformar nuestro entorno para tener a nuestra disposición medicamentos, alimentos y materiales que han logrado, por ejemplo, aumentar la esperanza de vida de la población.

Muchos investigadores mexicanos han hecho valiosas colaboraciones que van desde aportaciones a la mejora de la industria minero-metalúrgica, hasta el entendimiento del comportamiento de los gases en la atmósfera del planeta. Desde luego, como todas las intervenciones humanas, los efectos en el entorno no son siempre los esperados y es necesario que los jóvenes investigadores se planteen incorporar a sus trabajos problemáticas actuales del país y el mundo.

La química, como cualquiera de las disciplinas científicas, tiene importantes responsabilidades en este campo, y conocer la historia de aquellos que contribuyeron a hacerla crecer y desarrollarse podrá darles un panorama de las cosas que se han hecho y los retos que nos depara el futuro para la mejora de la vida de la población mexicana.

Te invitamos a realizar su proyecto en esta área; seguramente aprenderán mucho de la fuerza y entereza de los científicos de nuestro país.

Les sugerimos investigar sobre

- ▀ El uso del tequesquite por los primeros pobladores del valle de México.
- ▀ El descubrimiento realizado por Andrés Manuel del Río en el siglo XVII en lo que entonces era la Nueva España.
- ▀ Los aportes a la minería llevados a cabo durante la Colonia en nuestro país y, más recientemente, el invento del hierro esponja en la industria acerera.
- ▀ La contribución de los científicos mexicanos en la síntesis de los primeros anticonceptivos orales y, en los últimos años, la obtención de antídotos de arañas sumamente ponzoñosas que pueden usarse en países de clima tropical.
- ▀ Las investigaciones realizadas por el Dr. Mario Molina (figura 5.7) sobre el adelgazamiento de la capa de ozono.



Figura 5.7 Las aportaciones del Dr. Mario Molina sobre el adelgazamiento de la capa de ozono han trascendido hasta convertir a la solución de este problema en una prioridad global.

Dónde puedes encontrar más información

Libros:

- ▀ Garritz, A. y Chamizo J. A., *Del tequesquite al ADN. Algunas facetas de la química en México*, La ciencia para todos, 72, México, FCE, 2003.
- ▀ Fisher, M., *La capa de ozono*, Madrid, serie McGraw-Hill de divulgación científica, McGraw-Hill, 1993.

Revistas:

- ▀ Flores, L., Cram, S. y Colza M.E., "Causas y efectos de la destrucción de la capa de ozono", en *Educación Química II*, México, 1991, núm. 2.

Páginas de internet:

- ▀ Duhne, Martha, "Pérdida récord en la capa de ozono", en *¿Cómo ves?*, México, noviembre de 2006, núm. 96. Disponible en <http://goo.gl/bVjyQ> (consultada el 8 de noviembre de 2016).
- ▀ García Ramírez, K., "Quién es: Mario Molina", en *¿Cómo ves?*, México, agosto de 2003, núm. 57. Disponible en <http://goo.gl/vtniG> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Para presentar su proyecto les sugerimos, en esta ocasión, realizar una investigación de campo mediante el diseño y la realización de entrevistas que les permitan dar respuesta a su pregunta.

¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

Lo que debes saber antes de empezar

Nuestro planeta y sus habitantes estamos sometidos a múltiples y graves tensiones. Necesitamos recorrer largas distancias usando vehículos automotores que contaminan el aire. Si vivimos en las grandes ciudades compramos muchos alimentos procesados o empacados, lo que produce grandes cantidades de basura, y producir nuestros propios alimentos está fuera del alcance de la mayoría. Si vivimos en el campo sabemos que los suelos se agotan si no se trabajan adecuadamente, lo cual ocasiona que la producción agrícola disminuya. Igualmente el número de habitantes de nuestro planeta aumenta continuamente y las posibilidades de producir alimentos de calidad para todos se vuelven cada vez más complicadas. El suelo, del que depende todo el sistema alimentario mundial, es un componente orgánico de gran complejidad que, de acuerdo con la FAO es de los recursos más importantes de cualquier país. El suelo es un recurso natural finito ya que a escala humana no es renovable; el uso de fertilizantes industriales y plaguicidas, lo ponen en riesgo pero en muchos casos el agotamiento de los suelos, la erosión y la producción de alimentos los hace necesarios.

Este proyecto pretende que investiguen sobre los costos/beneficios del uso y abuso de los fertilizantes y plaguicidas y comparen sus efectos con aquellos mecanismos que cumplen la misma función de manera natural. Así mismo, conocer acerca de las dosis de estas sustancias y sus efectos en la salud de los seres vivos puede ser un trabajo extraordinariamente interesante.

Les sugerimos investigar sobre:

- ¿Cómo han evolucionado las técnicas agrícolas a lo largo de la historia?
- ¿Qué plaguicidas son mundialmente permitidos y cuales están prohibidos? y ¿qué dosis los hacen venenosos?
- ¿Qué significa y cuáles son los efectos de la agricultura intensiva?
- ¿Qué es la hidroponía, la organoponía y la acuaponía? y ¿cuáles son sus ventajas y desventajas?
- ¿Qué es y cómo se hace la composta? (figura 5.8)

Dónde puedes encontrar más información

Libros:

- Blanco, C., *A la hora de comer ¿Qué nos preocupa?*, México, FCE, 2005 (La ciencia para todos/205).
- Castillo A. y González E., coordinadores, *Educación ambiental y manejo de ecosistemas en México*, SEMARNAT - INE, 2009. Disponible en <http://www.publicaciones.inecc.gob.mx> (consultada el 22 de enero de 2017).
- Seymour, J. y Girardet, H., *Proyecto para un planeta verde*, Madrid, Dorling Kindersley, 1987.
- Vázquez, C. y Orozco A., *La destrucción de la naturaleza*, México, FCE, 1996 (La ciencia para todos/83)
- *Los fertilizantes y su uso*, Roma, FAO - IFA, 2002. Disponible en <http://goo.gl/dbFnt> (consultada el 8 de noviembre de 2016).



Figura 5.8 Corte transversal de un recipiente sencillo para producir composta.

Revistas:

- Murray G. y Murray G. (2013): "La cascada de nitrógeno", en *¿Cómo ves?*, México, enero de 2013, núm. 170.
- Ruiz, B. y Ruiz, J., "Fertilizantes: ¿orgánicos o industriales?", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 2011, núm. 13.
- Ruiz, B. y Ruiz, J., "La química verde", en *¿Cómo ves?*, México, mayo de 2011, núm. 150.

Página de internet:

- Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible <http://goo.gl/6k4Tc> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Para presentar su proyecto les sugerimos, en esta ocasión, realizar un foro de debate en el que los diferentes equipos del salón de clase tomen posiciones al respecto, de manera que puedan responder su pregunta.

¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

Lo que debes saber antes de empezar

El término cosmético se aplica a todas las preparaciones y elementos de uso externo utilizadas para acondicionar y embellecer el cuerpo. Son preparados químicos (artesanales o industriales) que se aplican sobre la piel, para cumplir diferentes funciones:

- Higiénicas: Como los jabones, las leches de limpieza y los champús.
- Correctivas: Se utilizan para humectar la piel o reducir las arrugas.
- Preventivas: Contra posibles daños, como por ejemplo, los productos de protección solar.
- Decorativas: Como los maquillajes, los lápices de labios, etcétera.

Desde la prehistoria, el ser humano ha utilizado todos los productos a su alcance para cuidarse, adornarse y embellecerse, utilizando barro, plantas, aceites, ceras, etcétera. En un principio, se utilizaban únicamente productos naturales, pero poco a poco la cosmética fue alejándose de éstos y utilizando elementos creados a través de diferentes investigaciones científicas. Actualmente, el uso de cosméticos de origen natural ha comenzado a resurgir.

En la fabricación de los cosméticos se utilizan alrededor de 7 000 sustancias. Algunas de ellas son altamente tóxicas (e incluso agentes cancerígenos reconocidos), otras pueden desencadenar reacciones alérgicas o resultan irritantes y, de la gran mayoría, no se conocen sus efectos por acumulación y su interacción con otros productos.

Les sugerimos investigar sobre:

- La valoración costo-beneficio de la elaboración de un producto, su impacto social y ambiental.
- Métodos caseros, seguros y de bajo costo para la elaboración de productos de uso cotidiano.
- Los aspectos sociales relacionados con el consumo inducido por campañas publicitarias que dan mayor énfasis a la apariencia física que a otros aspectos relevantes de los cosméticos (higiene y salud) (figura 5.9).



Figura 5.9 La producción y el uso de cosméticos implican efectos sobre los que es necesario reflexionar: uso de materias primas riesgosas o derivadas de animales, promoción publicitaria engañosa o excesiva, relegación de buenos hábitos de alimentación e higiene, etcétera.

Dónde puedes encontrar más información

Libros:

- Chamizo J.A. y Chamizo R., obra citada.
- García, H., obra citada.

Revistas:

- Riveros-Rosas, H. y A. Julián-Sánchez, "Vitaminas en los cosméticos. ¿Sirven de algo?", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 2002, núm. 40.

Para presentar su proyecto les sugerimos, en esta ocasión, realizar un diseño experimental y/o una investigación bibliográfica que les permita dar respuesta a su pregunta.

¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

Lo que debes saber antes de empezar

Como ya has visto a lo largo del libro, la química es la disciplina científica que estudia las transformaciones de las sustancias; es una ciencia relativamente joven, ya que los primeros trabajos que establecieron las bases sólidas de un método científico propio se crearon y se han desarrollado apenas en los dos últimos siglos. Sin embargo, desde los primeros tiempos, la humanidad ha utilizado las transformaciones que suceden de manera espontánea en la naturaleza o ha desarrollado técnicas que siglo a siglo han sumado una gran cantidad de áreas que se relacionan con la química y la tecnología. Mesoamérica es la región en la que florecieron las antiguas civilizaciones, principalmente la maya, en el sureste, y la mexicana, en el centro de lo que

ahora conocemos como México. ¿Qué sustancias y transformaciones se conocían en esas civilizaciones? Como en los demás proyectos, hay que tomar en cuenta algunos aspectos relevantes como punto de partida. Por ejemplo, es importante considerar que una de las primeras sustancias que atrajo la atención de los seres humanos primitivos fue la sal común. Resulta fácil pensar en cómo se obtiene sal en lugares cercanos al mar, pero ¿de dónde la obtenían en el altiplano y en la cuenca donde se hallaba Tenochtitlán? La necesidad fisiológica de la sal y otras aplicaciones que tienen que ver tanto con seres humanos como animales tuvo un importante papel en la vida desde tiempos prehistóricos. Otro conocimiento difundido entre nuestros antepasados era el de uso de fertilizantes, la metalurgia para la obtención de metales como la plata y el cobre, el uso de plantas productoras de saponinas para lavar la ropa, también el desarrollo de pigmentos naturales a partir de plantas e insectos para teñir sus telas y adornar sus edificios. Al transformar sustancias y compuestos vegetales y animales para la alimentación, los pueblos mesoamericanos fueron capaces de crear una amplísima gama de platillos; de ellos, un número enorme se hace con maíz como elemento principal. Esto no resulta extraño, ya que el maíz tiene una profunda raíz en el continente, especialmente en México. También pueden teñir tela de manta con diferentes pigmentos de origen prehispánico (figura 5.10) y hasta realizar objetos de barro, a partir de arcillas de diferentes regiones del país.



Figura 5.10 La cochinita (*Dactylopius coccus*) es un insecto parásito de los nopales del que varias culturas prehispánicas extraían un apreciado colorante rojo. Los españoles lo llevaron a Europa, donde se comenzó a usar a partir del siglo XVI.

Les sugerimos investigar sobre:

- ¿Qué es el tequesquite y cómo lo utilizaban en Mesoamérica?
- ¿Qué materiales y técnicas para la fabricación de telas, cerámicas y otros se utilizaban?
- ¿Qué técnicas se utilizaban para cocinar? ¿De qué manera se podían conservar los alimentos?

- ¿Qué minerales se conocían y para qué se utilizaban? ¿Hay alguna técnica ancestral que todavía se utilice hoy entre las comunidades indígenas del país?
- ¿Qué técnicas o materiales traídos de Europa por los españoles se adoptaron a partir de la conquista y la colonización de México?

Dónde puedes encontrar más información

Libros:

- Chamizo, J.A. y Garriz, A., obra citada.
- Lozoya, X., *Los señores de las plantas*, Medicina y herbolaria en Mesoamérica, México, Pangea Editores, 1990.
- García Acosta, V., *Los señores del maíz*, Tecnología alimentaria en Mesoamérica, México, Pangea Editores, 1990.

Revistas:

- Carrillo Trueba, C., "El origen del maíz", *Naturaleza y cultura en Mesoamérica*, en *Ciencias de la UNAM*, México, 2011, núm. 93.
- Baroja, J., "Quién es: María del Carmen Valverde", en *¿Cómo ves?*, México, febrero de 2010, núm. 135.

Página de internet:

- Conocimiento prequímico mesoamericano, <http://goo.gl/8PsF2> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Para presentar su proyecto les sugerimos, en esta ocasión, realizar una investigación bibliográfica para con ella generar una muestra de productos realizados artesanalmente con materiales y técnicas de los pueblos antiguos, principalmente alimentos, de manera que les permita dar respuesta a su pregunta.

¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

Lo que debes saber antes de empezar

A lo largo de todo este libro has podido darte cuenta de la gran importancia que tiene la química en los diversos aspectos de tu vida cotidiana, y de cómo su conocimiento ha permitido la creación de una gran variedad de materiales que hoy por hoy se hacen imprescindibles. No nos queda duda sobre la importante relación que guarda la química con los problemas del medio ambiente, con la industria, con nuestra ropa, con la forma en que nos transportamos o alimentamos, etc. Sin embargo, quizás no ha quedado tan evidente el hecho de la relación de esta ciencia con las diferentes expresiones artísticas, la pintura, la música, el cine, por citar algunas. No nos hemos detenido a pensar en la relación que existe entre el hecho de admirar una obra de arte, y los materiales químicos utilizados en su creación.

Por ejemplo, al elaborar una pintura, los artistas de la antigüedad utilizaban los materiales de su entorno, como madera carbonizada, yeso (sulfato de calcio), tierras rojizas (óxidos de hierro), pigmentos (extraídos de plantas y animales) para dejar constancia de sus creencias, su cultura y su forma de vida, y, aunque no lo sabían, el usar esos materiales permitió que su conocimiento llegara hasta nuestros días. En la actualidad, los pintores modernos

utilizan una gran variedad de materiales, tintes, solventes, resinas, colorantes, reactivos, productos del desarrollo del conocimiento generado alrededor de la química.

Para los historiadores, la química es también fundamental, ya que les permite conocer su origen, la época a la que pertenecen, las técnicas y materiales utilizados, sus posibles cambios o intervenciones a lo largo del tiempo y la autenticidad de la misma, para así poder prolongar su vida y restablecer su apariencia original.

De esta manera, la química y el arte se encuentran estrechamente relacionados (figura 5.11), la química no sólo provee al arte de herramientas para la creación, sino que también permite su conservación y su restauración.



Figura 5.11 Si bien la restauración de objetos arqueológicos y artísticos es un arte en sí mismo, también implica un profundo conocimiento y un amplio uso de técnicas científicas en las que la química tiene un papel primordial.

Les sugerimos investigar sobre:

- ¿Por qué es importante conocer de qué están hechos los materiales que se utilizan en expresiones artísticas como la pintura, la escultura o el cine?
- ¿Qué características tienen los materiales que utilizan los artistas de hoy en día?
- ¿Cómo contribuye la química en la creación, conservación y restauración de una obra de arte?

Dónde puedes encontrar más información

Libros:

- García, H., obra citada.
- Fernández, R. *La química en la sociedad: importantes repercusiones sociales de la química*, México, Facultad de Química UNAM, 1994.

Revistas:

- Rubio M., "Moda prehistórica", en *¿Cómo ves?*, México, mayo de 2012, núm. 162.
- Uruchurtu, G., "La historia de los colores", en *¿Cómo ves?*, México, abril de 2012, núm. 161.

Página de internet:

- ¿Cómo se utilizan los productos químicos en la restauración de obras de arte? <http://goo.gl/3Q3qF>, (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Por la naturaleza de este proyecto, les recomendamos también acercarse a museos, talleres de artistas plásticos o centros de enseñanza artística, talleres de fotografía, casas de cultura. Los artesanos de su comunidad seguramente les podrán aportar también información valiosa y de primera mano.

Para presentar su proyecto les sugerimos, en esta ocasión, realizar una representación artística en la que expliquen de qué están constituidos los materiales que han utilizado, de manera que puedan dar respuesta a su pregunta.

¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

Lo que debes saber antes de empezar



Figura 5.12 Botellas retornables o botellas desechables: ¿qué consecuencias trae la comodidad?

Los combustibles son sustancias químicas capaces de liberar energía cuando se queman en presencia de oxígeno. La mayoría de los combustibles que utilizamos son derivados del petróleo, como el gas natural o las gasolinas, cuya principal característica es que están formados por moléculas que presentan carbono. Otros combustibles que no son derivados del petróleo son el hidrógeno o la hidracina, entre otros.

Durante más de 100 años, y tras descubrir que el petróleo es una fuente muy eficiente de energía calorífica, todos los países del mundo se dedicaron a utilizar los combustibles fósiles (llamados así por el origen fósil del petróleo) para casi todas las actividades industriales y para los motores de los transportes terrestres, marítimos y aéreos. De esta actividad, cada vez más indispensable debido al crecimiento enorme de la población en las últimas décadas, hemos recibido grandes beneficios, pero también problemas muy serios que cada vez se vuelven más urgentes de resolver.

Además, utilizando el petróleo como materia prima, durante los últimos años la industria química ha sintetizado una enorme variedad de productos que hoy forma parte de nuestra vida cotidiana. Las bolsas de plástico, las botellas de refresco, algunas partes de automóviles, los teléfonos celulares, las fibras con las que nos vestimos y hasta las sillas donde nos sentamos están hechas con derivados del petróleo (figura 5.12).

Les sugerimos investigar sobre:

- ¿Qué otros derivados del petróleo o sustancias derivadas de la fermentación de plantas (alcohol etílico, biogás, etc.) se utilizan como combustibles?
- ¿Cuánta energía producen al quemarse? Organicen los datos en tablas en valor creciente de energía.
- ¿Qué materiales usaban tus abuelos que hoy han sido sustituidos por derivados del petróleo?
- ¿Qué problemas ambientales acarrea el uso de combustibles fósiles y de derivados del petróleo que usamos como productos desechables?

Dónde puedes encontrar más información

Libros:

- Miller, G. T., *Ciencia Ambiental, Preservemos la Tierra*, Editorial Thomson, 2004.

Revistas:

- Herrán, J., "¿Por qué un auto eléctrico?", en *¿Cómo ves?*, México, enero de 2000, núm. 14.
- Zavala, J., "Cambio climático. ¿Qué sigue?", en *¿Cómo ves?*, México, diciembre de 2007, núm. 109.
- Sosa, A., "Los plásticos, materiales a la medida", en *¿Cómo ves?*, México, junio de 2002, núm. 43.

Páginas de internet:

- Biogas <http://goo.gl/Yn5BK> (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Para presentar su proyecto les sugerimos, en esta ocasión, realizar un foro de debate que permita dar respuesta a su pregunta.

Autoevaluación

Reflexiona sobre lo que has aprendido en este bloque. Y después marca el cuadro que describa mejor cómo te sientes con respecto a cada aprendizaje esperado.

1. Puedo hacerlo.
2. Tengo idea, pero no lo domino.
3. No puedo hacerlo.

Contenido	1	2	3
• Planteo preguntas, realizo predicciones, formulo hipótesis con el fin de obtener evidencias empíricas para argumentar mis conclusiones, con base en los contenidos estudiados en el curso.			
• Diseño y elaboro objetos técnicos, experimentos o modelos con creatividad, con el fin de que describir, explicar y predecir algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y la obtención de productos químicos.			
• Comunico los resultados de mi 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.			
• Evalúo procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, tomando en cuenta la relación del costo con el impacto ambiental.			

Anexo 1

El trabajo en laboratorio

En la actividad científica en general, y en química en particular, es indispensable apoyar el trabajo teórico con trabajo de laboratorio. Este curso, de hecho, tiene un buen número de actividades que deberán realizarse en el laboratorio escolar y es muy importante saber cómo trabajar en este lugar con la finalidad de evitar accidentes.

¿Qué característica tiene el laboratorio de química?

Como ya viste en cursos anteriores, un laboratorio es un lugar con diversos instrumentos para realizar mediciones y experimentos. En química se utilizan algunos materiales que no has utilizado antes, principalmente aquellos que implican mediciones precisas de líquidos (material volumétrico) y materiales para separar mezclas.

¿Cómo debo ir vestido al laboratorio?

La vestimenta en el laboratorio es muy importante para evitar quemaduras u otros accidentes. Se recomienda usar ropa de algodón o fibras naturales no demasiado amplia. El calzado debe ser cerrado; debemos llevar el pelo recogido y las piernas cubiertas lo más posible. Es indispensable usar una bata gruesa de algodón y llevarla siempre abotonada.

¿Qué material puedo encontrar y cómo debo manejarlo?

- ▶ **Material de vidrio.** Normalmente se usa como recipiente contenedor (vasos de precipitados, matraces) y como recipientes medidores de volumen (probeta, pipeta). Recuerda siempre revisar que el material de vidrio no esté cuarteado o tenga rupturas, antes de calentarlo.
- ▶ **Termómetro.** Sirve para medir la temperatura y los hay con distintas escalas. Nunca utilices un termómetro para medir algo que esté más caliente que a lo que llega la escala de este instrumento. Siempre que se rompa un termómetro avisa a tu profesor y no toques el mercurio.
- ▶ **Balanzas.** Sirven para medir la masa y las hay de muy diversos tipos. Recuerda limpiarlas después de utilizarlas.



Figura A1.1 La vestimenta de laboratorio es fundamental para protegerte contra los efectos de posibles derrames y quemaduras.

- ▶ **Mechero de Bunsen.** Se utiliza para calentar. Antes de abrir el gas debes revisar que la manguera no esté rasgada o rota. Prende primero un cerillo o un encendedor y luego abre con mucho cuidado el gas.

¿Qué hacer en caso de quemadura?

Si te llegaras a quemar con un objeto o líquido caliente lo primero que debes hacer es colocar la parte afectada bajo un chorro de agua fría durante unos minutos y después hablar con el maestro(a) sobre lo que es más conveniente hacer.

¿Qué hacer en caso de contacto con alguna sustancia peligrosa?

Lo primero que debes hacer es enjuagarte con abundante agua y luego contarle a tu docente lo sucedido.

¿Qué hacer en caso de inhalación de vapores o sustancias peligrosas?

En el laboratorio es importantísimo no acercarse demasiado a las sustancias (no importa si son sólidas, líquidas o gaseosas) a tu nariz, ya que algunas liberan vapores muy corrosivos o tóxicos. Pregunta siempre a tu docente si puedes trabajar directamente con los reactivos o debes hacerlo en la campana de extracción de vapores. Si no cuenta con este equipo, el laboratorio deberá estar bien ventilado por medio de extractores o abriendo todas las puertas y ventanas.

¿Cuáles son las reglas de seguridad en un laboratorio?

- ▶ Llevar siempre la bata y los anteojos cuando se te indique.
- ▶ No correr ni jugar en el laboratorio.
- ▶ No comer ni beber ABSOLUTAMENTE nada.
- ▶ No maquillarse.
- ▶ Mantener los pasillos libres.
- ▶ Seguir las instrucciones.
- ▶ No utilizar nada sin la autorización del docente.
- ▶ Limpiar todo después de utilizarlo.
- ▶ Avisar al docente de cualquier posible accidente.



Figura A1.2 Material de vidrio, báscula, mechero y termómetro de laboratorio.



Figura A1.3 Distintos tipos de simbología para las sustancias. Estas indicaciones se encuentran en las botellas o frascos de las sustancias, y siempre deben consultarse y tomarse en cuenta antes de su uso.

¿Qué hacer en caso de ingestión de alguna sustancia en el laboratorio?

En caso de ingestión de CUALQUIER SUSTANCIA Y EN LA CANTIDAD QUE SEA, nunca debe inducirse el vómito ni administrar ninguna medicina. Llevar a la persona afectada inmediatamente al centro de salud más cercano junto con la sustancia que ingirió para que puedan determinar cuál es el mejor antídoto.

¿Cómo se identifica el nivel de peligrosidad de una sustancia en el laboratorio?

De acuerdo con el tipo de riesgo que implica su uso, las sustancias se clasifican en cuatro tipos o categorías, cada uno identificado con un color que debe aparecer en un rombo en su etiqueta. Cada categoría tiene distintos niveles o grados, que se identifican con números que van del cero (poco riesgo) al cuatro (mucho riesgo). Observa en la tabla siguiente estas categorías y niveles, y en la figura A1.3 ejemplos de símbolos para identificar el riesgo que las sustancias presentan.



Categoría	Color en el rombo	Niveles de peligrosidad
Salud	Azul	4 Mortal 3 Muy peligroso 2 Peligroso 1 Poco peligroso 0 Sin peligro
Flamabilidad	Rojo	Punto de combustión espontánea 4 Menor de 23 °C 3 Menor de 38 °C 2 Menor de 93 °C 1 Mayor de 93 °C 0 No se quema
Reactividad	Amarillo	4 Puede explotar 3 Puede explotar por impacto o calor 2 Cambio químico violento 1 Inestabilidad si se calienta 0 Estable
Riesgo específico	Blanco	OXY Oxidante ACID Ácido ALK Alcalino COR Corrosivo

Anexo 2

¿Cómo elaborar un informe científico?

Una de las características de la actividad científica es que las investigaciones y sus conclusiones deben darse a conocer a fin de que puedan ser discutidas, analizadas y validadas por la comunidad científica.

En este curso vas a realizar algunas investigaciones de diverso tipo y deberás comunicar a tu comunidad escolar y seguramente también a tu comunidad familiar, los resultados y conclusiones a los que llegues en esas investigaciones.

En primer lugar, ten en cuenta que la comunicación científica tiene el propósito de informar; para que pueda ser comprendido lo que escribas, debes considerar el lenguaje: mientras más sencillo, claro, directo y preciso sea, quienes lo lean o escuchen podrán tener una idea más clara de tus actividades y de lo que quieres dar a conocer. Asimismo recuerda que los términos científicos tienen significados precisos.

¿Qué partes debe tener un reporte científico?

Para que tus reportes o informes cumplan con las características de una comunicación científica, te sugerimos hacerlas bajo el siguiente esquema:

1. Título de la investigación: también puedes incluir información adicional como la fecha y los integrantes del equipo.
2. Introducción: proporciona una breve información básica sobre la investigación, describe su propósito general y cuenta por qué es importante el trabajo realizado.
3. Objetivo: presenta el problema a resolver o la pregunta a responder. También puedes incluir la hipótesis de la que partiste para diseñar tu investigación o búsqueda.
4. Metodología o procedimiento: describe con detalle, paso a paso, y argumenta las acciones llevadas a cabo, los materiales utilizados y la forma en que se utilizaron.
5. Datos y resultados obtenidos: presenta los datos y resultados, descritos y organizados para su análisis.
6. Análisis de resultados y datos: se analizan los datos y resultados obtenidos en función de la pregunta o problema planteado en el objetivo.
7. Conclusiones: proporciona la respuesta o solución al problema inicial.

Anexo 3

Tabla Periódica

The periodic table shows elements from Hydrogen (1) to Oganesson (118). It includes color-coded groups: Group 1 (alkali metals), Group 2 (alkaline earth metals), Groups 3-10 (transition metals), Groups 11-12 (post-transition metals), Groups 13-18 (main group elements), and the lanthanide and actinide series at the bottom.

BIBLIOGRAFÍA

Consultada

- Bernal, M. G., Uruchurtu, "La extravagancia del agua", en *¿Cómo ves?*, México, noviembre 2004, núm. 72.
- Cabral, R. A., "La creatividad en la ciencia", en *Ciencias*, México, UNAM, 1995, núm. 38.
- Chamizo, A., A. Garritz, "Química terrestre", México, FCE 1999, (La ciencia para todos/97).
- Chang, R., *Química*, Colombia, McGraw-Hill, 2002.
- Duhne, M., "Ráfagas: Agua potable del mar", en *¿Cómo ves?*, México, septiembre de 2006, núm. 94.
- Ezcurdia, J., *La historia de las preguntas ¿Por qué?: una historia de la filosofía para niños*, México, Fonca, 2001.
- García H., "Lavoisier, el partero de la Química", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 2007, núm. 107.
- García, H., *El universo de la química*, México, Santillana, 2002.
- Miller, G. T., *Ciencia Ambiental, Preservemos la Tierra*, México, Editorial Thomson, 2004.
- Mosqueira, S., *Introducción a la química y el ambiente*, México, Editorial Patria, México, 2007.
- Muñoz, M. Ledesma, J. y col., *Los alimentos y sus nutrientes: Tablas de valor nutritivo de alimentos*, México, McGraw-Hill, 2002.
- Patino Mendoza, N, J. de León Rodríguez y J. L. Figueroa- Hernández, "Herbolaria", en *Revista de la Facultad de Medicina*, México, 2005, núm. 48 (6).
- Peralta, J., "El agua, una sustancia tan común como sorprendente", en *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, México, 2007, núm. 58 (3).
- Ramírez, E., *Herbolaria científica*, México, Editorial Orión, 2006.
- Sánchez Ron, J. M., *El jardín de Newton: la ciencia a través de su historia*, Barcelona, Editorial Crítica, 2002.
- Sánchez, O. Madrid, C., *Enciclopedia de la nutrición*, Bogotá, Editorial Espasa, 2004.
- Sanecki, K., *Hierbas aromáticas y medicinales*, Madrid, Editorial Susaeta, 1997.
- Seager, J., *Atlas del estado medioambiental*, Madrid, Akal, 2000.
- Para el docente**
- American Chemical Society, *Química*, México, Editorial Reverté, 2007.
- Agafoshin, N. P., *Ley periódica y sistema periódico de los elementos de Mendeleiev*, Madrid, Editorial Reverté, 1977.
- Catalá, Rosa María, *Química 1, Un viaje por la materia*, México, Editorial Esfinge, 2006.
- Catalá, Rosa María, *Química 2, El viaje continúa*, México, Editorial Esfinge, 2007.
- Chamizo, J. A., *¿Cómo a cercarse a la Química?*, México, CONACULTA, 1995.
- Chang, Raymond, *Química*, 7a ed., México, McGraw-Hill, 2006.
- Garritz, Andoni, Gasque, L. y Martínez, A., *Química Universitaria*, México, Prentice Hall-Pearson, 2005.
- Garritz, Andoni y Chamizo, J.A., *Tú y la Química*, México, Prentice Hall-Pearson Educación, 2001.
- Hoffman, Roald, *Lo mismo y no lo mismo*, México, FCE, 2000.
- Kind, Vanesa, *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de la Química*, México, Santillana, 2004.
- Román Polo, P., *El profeta del orden químico: Mendeliev*, Madrid, Nivola, 2002.
- Spiro, T. y Stigliani, W., *Química Medioambiental*, 2a edición, México, Prentice Hall-Pearson, 2003.

Para alumnas y alumnos

Asimov, Isaac, *Breve Historia de la Química*, México, Alianza Editorial, 1989.

Asimov, Isaac, *La búsqueda de los elementos*, México, Plaza y Janés Editores, 1987.

Bonfil, M., *La dosis hace el veneno*, México, SOMEDICYT-SEMARNAP, 1998, (Colección Básica del Medio Ambiente).

Chávez, Nemesio, *Un poco de Química*, 3a edición, México, Siglo XXI/UNAM-SEP, 1996.

Chamizo, José Antonio, *Cómo acercarse a la Química*, México, Noriega Editores, 1995.

Chamizo J.M. y Chamizo R., *La casa química*, México, ADN Editores, 1998.

De la Selva, Teresa, *De la Alquimia a la Química*, 2a edición, México, FCE-SEP, 1998, (Col. La ciencia para todos/118).

Espíndola, Juan Manuel, *Minerales y rocas, tesoros de la Tierra*, México, UNAM-SEP, 1986, (Col. Ciencia, imágenes de la naturaleza).

García, H., *El químico de las profecías*, Dimitri Mendeleiev, México, Pangea Editores, 1990.

García, H., *El universo de la química*, México, Santillana, 2002.

Garriz, Andoni y Chamizo, José Antonio, *Del Tequesquite al ADN, algunas facetas de la Química en México*, México, FCE, 1999.

Sitios web

La industria química

<http://es.scribd.com/doc/7848342/Industria-Quimica>

Un interesante recorrido por la industria química global (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Química (Ciencias III)

<http://jacy-quimica.blogspot.mx/>

Este blog contiene materiales de apoyo para la clase de química en secundaria (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Centro para la Innovación y Desarrollo de la Educación a Distancia.

<http://recursositc.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/>

Además de presentar la tabla periódica, los modelos atómicos y el enlace químico, incluye ejercicios, autoevaluaciones y ligas con información más detallada y profunda (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Química del Colegio de Ciencias y Humanidades

<http://www.recursoeducativos.unam.mx/eduCommons/colegio-de-ciencias-y-humanidades/quimica-i/recursos/interactivos>

Recursos interactivos de química en línea (consultada el 8 de noviembre de 2016).

QuímicaWeb

<http://www.quimicaweb.net/>

Página con actividades y temas diversos: mujeres en la ciencia, tabla periódica, materia y energía. También cuenta con ejercicios, blogs y WebQuest (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Ciencianet

<http://www.ciencianet.com/>

Anécdotas, curiosidades, chistes y datos interesantes relacionados con temas científicos (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Educaplus

<http://www.educaplus.org/>

Página con recursos didácticos en forma de juegos para muchos ámbitos educativos. La parte dedicada a la química es interesante (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Ruis Esparza, José. *Conocimiento prequímico mesoamericano*. México, D.F. 2009. Universidad Autónoma Metropolitana. Enciclopedia de las ciencias y la tecnología en México.

http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/HISTORIA_DE_LA_QUIMICA.html

Interesante panorama histórico del desarrollo de la química (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Química recreativa

<http://www.quimicarecreativa.org/>

Varios proyectos de química recreativa que permiten aplicar conceptos como pH, electrólisis y la producción de elementos como oxígeno e hidrógeno. (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Quimicefa

<http://www.quimicefa.com/>

Experimentos químicos para niños con videos instructivos, listas de materiales y procedimientos (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Textos científicos

<http://www.textoscientificos.com>

Una recopilación de información y trabajos sobre diversos temas relacionados con la química, física, informática, ecología y otras áreas de ciencia (consultada el 8 de noviembre de 2016).

Créditos iconográficos

© Shutterstock.com pp. 12, 13, 14, 16, 17, 18, 23, 28, 29, 32, 34, 35, 36, 48, 49, 50, 51, 53, 65, 66, 67, 69, 72, 87, 88, 89, 97, 100, 102, 103, 111, 118, 119, 120, 121, 134, 135, 137, 138, 140, 142, 144, 159, 161, 167, 168, 169, 170, 172, 184, 185, 189, 192, 193, 198, 199, 203, 204, 206, 207, 209, 216, 217, 218, 219, 221, 232, 233, 235, 237, 239, 240, 242, 243, 245, 246, 248, 249 y 250.

© Wikipedia pp. 17, 45, 46, 67, 75, 89, 93, 94, 142, 161, 204, 207.

P. 27 Laboratorio de Alquimistas de Giovanni Stradanus.

© Enciclopedia Británica pp. 45, 73, 95, 96, 153, 163 y 197.

© YouTube.com pp. 80.

© Biografías y vida pp. 72, 208.

© AE pp. 29, 191.

