



TEXTO DEL ESTUDIANTE

CIENCIAS NATURALES

# Química 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> MEDIO

Zaida Godoy C.



Edición especial para el Ministerio de  
Educación. Prohibida su comercialización.







**Volcanes en erupción.**

El de la izquierda corresponde al Nyiragongo, uno de los más activos del mundo.

TEXTO DEL ESTUDIANTE

CIENCIAS NATURALES

# Química 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> MEDIO

Zaida Godoy Contreras

Licenciada en Ciencias mención Química

Universidad de Chile

Licenciada en Educación mención Química

Profesora de Educación Media en Química

Universidad de Chile



El texto **Ciencias Naturales - Química 1° y 2° medio** es una obra colectiva, creada y diseñada por el Departamento de Investigaciones Educativas de Editorial Santillana, bajo la dirección editorial de:

## RODOLFO HIDALGO CAPRILE

### **SUBDIRECCIÓN EDITORIAL:**

Cristian Gúmera Valenzuela

### **COORDINACIÓN EDITORIAL:**

Marcela Briceño Villalobos

### **JEFATURA DE ÁREA:**

Susana Gutiérrez Fabres

### **EDICIÓN:**

Lorena Trujillo Muñoz

### **ASISTENCIA DE EDICIÓN:**

Aleksandra Vanjorek Suljgoi

### **AUTORÍA:**

Zaida Godoy Contreras

### **REVISIÓN ESPECIALIDAD:**

David Leiva Morales

### **CORRECCIÓN DE ESTILO:**

Rodrigo Silva Améstica

### **DOCUMENTACIÓN:**

Cristian Bustos Chavarría

### **SUBDIRECCIÓN DE DISEÑO:**

Verónica Román Soto

### **COORDINACIÓN GRÁFICA:**

Roberto Peñailillo Farías

### **DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:**

Roberto Peñailillo Farías

### **FOTOGRAFÍAS:**

Archivo editorial

Pixabay

Shutterstock

Getty Images

Alamy

### **ILUSTRACIONES:**

Archivo editorial

### **CUBIERTA:**

Concepción Rosado Herrero

### **PRODUCCIÓN:**

Rosana Padilla Cencever

En este libro se utilizan de manera inclusiva términos como *los niños, los padres, los hijos, los apoderados, los profesores* y otros que refieren a hombres y mujeres.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución en ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

© 2021, by Santillana del Pacífico S. A. de Ediciones. Andrés Bello 2299 Piso 10, oficinas 1001 y 1002, Providencia, Santiago (Chile). Impreso en Chile por A Impresores  
ISBN: 978-956-15-3696-8. Inscripción n°: 2020-A-10219. Se terminó de imprimir esta 1ª edición de 459.736 ejemplares en el mes de diciembre del año 2020. [www.santillana.cl](http://www.santillana.cl)



# Presentación

La investigación científica es una pasión que en ocasiones nace y que en otras se aprende, pero siempre está influida por la motivación que el investigador en potencia recibe para interesarse por una labor que, si bien muchas veces no es fácil, deja variados aprendizajes, enseña a expresar ideas, a vibrar con lo que se descubre, a opinar y tomar decisiones desde la evidencia, a trabajar colaborativamente y a desarrollar el pensamiento.

Esperamos que al recorrer las páginas de tu Texto te maravilles con el conocimiento científico y descubras cómo este se construye día a día gracias a mujeres y hombres de todo el mundo. Con la información y las diversas actividades propuestas, queremos que logres potenciar tu pensamiento y desarrollar habilidades y actitudes propias de la ciencia, que contribuirán a tu formación como un ciudadano científicamente alfabetizado.

En el Texto del Estudiante hemos restringido las referencias web a sitios estables y de reconocida calidad, a fin de resguardar la rigurosidad de la información que allí aparece. No obstante, las páginas web y su contenido pueden experimentar cambios.

Este Texto te lo ha hecho llegar gratuitamente el Ministerio de Educación a través del establecimiento educacional en el que estudias. Es para tu uso personal durante el presente año. Por eso, ¡cuídalo y no lo rayes!

# Índice Química 1º medio

¿Cómo construir tablas y gráficos? .....	6
¿Cuáles son las etapas de una investigación científica? .....	6
¿Qué precauciones debemos tener al realizar actividades experimentales .....	8

**Unidad**  
**1**  
**Reacciones químicas cotidianas**  
Página **10**



**Lección 1** ¿Qué son las reacciones químicas y cómo se manifiestan? ..... 12

¿Qué sé?..... 13

- Representación y evidencias de las reacciones químicas ..... 14

Actividad final ..... 17

¿Cómo voy? ..... 17

**Lección 2** ¿Qué reacciones químicas ocurren en el entorno y en los seres vivos? ..... 18

¿Qué sé?..... 18

- Clasificación de las reacciones químicas ..... 20
- Reacciones químicas: su impacto en los seres vivos y el entorno ..... 22

Actividad final ..... 25

¿Cómo voy? ..... 25

Síntesis ..... 26

¿Qué logré? ..... 29

**Unidad**  
**2**  
**Reacciones químicas**  
Página **30**



**Lección 1** ¿Cómo ocurre una reacción química? ..... 32

¿Qué sé?..... 33

- Los enlaces químicos: la clave en las reacciones químicas ..... 34

Actividad final ..... 37

¿Cómo voy? ..... 37

**Lección 2** ¿Qué es la ley de conservación de la materia? ..... 38

¿Qué sé?..... 38

- ¿Por qué y cómo se balancea una ecuación química? ..... 40
- ¿Cómo comprobar experimentalmente la ley de conservación de la materia? ..... 42

Actividad final ..... 45

¿Cómo voy? ..... 45

Síntesis ..... 46

¿Qué logré? ..... 49

**Unidad**  
**3**  
**Nomenclatura inorgánica**  
Página **50**



**Lección 1** ¿Cómo se forman los compuestos binarios y ternarios? ..... 52

¿Qué sé? ..... 52

- ¿Cómo se formulan los compuestos binarios y ternarios? ..... 54
- Números de oxidación: la clave en la formación de compuestos ..... 56

Actividad final ..... 59

¿Cómo voy? ..... 59

**Lección 2** ¿Cómo nombrar compuestos binarios y ternarios? ..... 60

¿Qué sé? ..... 60

- ¿Qué reglas se usan para nombrar compuestos binarios y ternarios? ..... 62

Actividad final ..... 65

¿Cómo voy? ..... 65

Síntesis ..... 66

¿Qué logré? ..... 69

**Unidad**  
**4**  
**Estequiometría de reacción**  
Página **70**



**Lección 1** ¿Qué leyes rigen sobre las reacciones químicas? ..... 72

¿Qué sé? ..... 73

- Las leyes de las proporciones definidas y de las proporciones múltiples ..... 74

Actividad final ..... 77

¿Cómo voy? ..... 77

**Lección 2** ¿Qué es la estequiometría? ..... 78

¿Qué sé? ..... 78

- ¿Para qué se usan los cálculos estequiométricos? ..... 80
- Otros cálculos estequiométricos: rendimiento y determinación de fórmulas ..... 82

Actividad final ..... 85

¿Cómo voy? ..... 85

Síntesis ..... 86

¿Qué logré? ..... 89

**Unidad 1**  **Página 90**

## Las soluciones químicas

<b>Lección 1</b> ¿Qué son las soluciones químicas?.....	92
¿Qué sé?.....	93
• ¿Cuáles son los componentes y los estados físicos de una solución? .....	94
Actividad final .....	97
¿Cómo voy? .....	97
<b>Lección 2</b> ¿Cuáles son las propiedades de las soluciones? .....	98
¿Qué sé?.....	99
• ¿Qué es la solubilidad? .....	100
• ¿Para qué se usa la concentración de las soluciones químicas? .....	102
Actividad final .....	105
¿Cómo voy? .....	105
Síntesis .....	106
¿Qué logré? .....	109

**Unidad 2**  **Página 110**

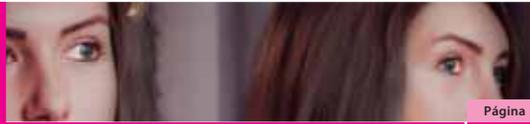
## Las propiedades coligativas

<b>Lección 1</b> ¿Qué son las propiedades coligativas? .....	112
¿Qué sé?.....	113
• ¿Cuáles son las propiedades coligativas? .....	114
• Presión osmótica: otra propiedad coligativa .....	116
Actividad final .....	119
¿Cómo voy? .....	119
<b>Lección 2</b> ¿En qué procesos están presentes las propiedades coligativas? .....	120
¿Qué sé?.....	120
• Preparación y conservación de alimentos .....	122
• Aditivos en radiadores y otras aplicaciones .....	124
Actividad final .....	127
¿Cómo voy? .....	127
Síntesis .....	128
¿Qué logré? .....	131

**Unidad 3**  **Página 132**

## Química orgánica

<b>Lección 1</b> ¿Qué son los compuestos orgánicos? .....	134
¿Qué sé? .....	134
• El átomo de carbono en los compuestos orgánicos .....	136
• ¿Cómo son los hidrocarburos? .....	138
Actividad final .....	141
¿Cómo voy? .....	141
<b>Lección 2</b> Funciones orgánicas en nuestro entorno y en los seres vivos .....	142
¿Qué sé? .....	143
• ¿Cómo se clasifican las funciones orgánicas? .....	144
• ¿Qué funciones orgánicas hay en las biomoléculas .....	146
Actividad final .....	149
¿Cómo voy? .....	149
Síntesis .....	150
¿Qué logré? .....	153

**Unidad 4**  **Página 154**

## Isomería estructural y estereoisomería

<b>Lección 1</b> ¿Qué es la isomería estructural? .....	156
¿Qué sé? .....	157
• ¿Qué son los isómeros? .....	158
• ¿Cómo se reconoce la isomería estructural? .....	160
• ¿Qué son los isómeros estructurales? .....	162
Actividad final .....	165
¿Cómo voy? .....	165
<b>Lección 2</b> ¿Qué es la estereoisomería? .....	166
¿Qué sé? .....	167
• ¿Qué son los enantiómeros? .....	168
• Los isómeros geométricos .....	170
Actividad final .....	173
¿Cómo voy? .....	173
Síntesis .....	174
¿Qué logré? .....	177

Glosario .....	178
Índice temático .....	180
Solucionario .....	182

Bibliografía y webgrafía .....	205
Referencias de imágenes .....	206
Tabla periódica .....	208

# ¿Cómo construir tablas y gráficos?

## A. Tablas

En las **tablas** se registran y exponen los datos de manera exacta y estos se pueden ordenar para exhibir de forma clara las relaciones entre ellos. Para construir, esta debe incluir un **título**

representativo, las **variables estudiadas** y sus **unidades de medida**. A continuación, se presentan los elementos que componen una tabla de datos.

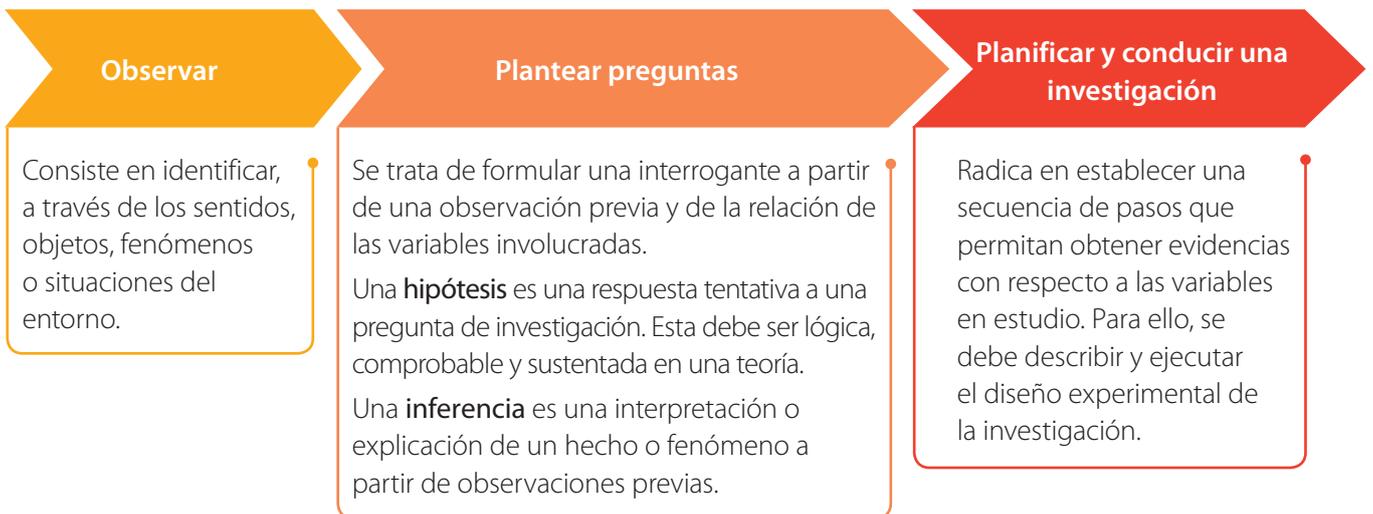
Título representativo		
Variación de la solubilidad de $\text{KNO}_3$ en función de la temperatura		
Variable independiente	Temperatura (°C)	Solubilidad (g de sal en 100 g de $\text{H}_2\text{O}$ )
Es la variable en estudio que cambia o se modifica, es la manipulada por el investigador. (causa)	0,0	13,3
	20,0	31,6
	40,0	64,0
	60,0	108,5
	80,0	170,0
Variable dependiente		
Es la variable que se investiga y se mide, es la respuesta. (efecto)		

**Importante:** la **variable independiente** es aquella cuyo valor no depende de otra. La **variable dependiente**, en cambio, corresponde a la que se varía en relación con la independiente. La **variable controlada**, es la que se mantiene igual durante toda la investigación o experimento.

## ¿Cuáles son las etapas de una investigación científica?

El proceso de investigación científica está conformado por un conjunto de etapas, algunas más complejas que otras. A través de ellas alcanzarás aprendizajes

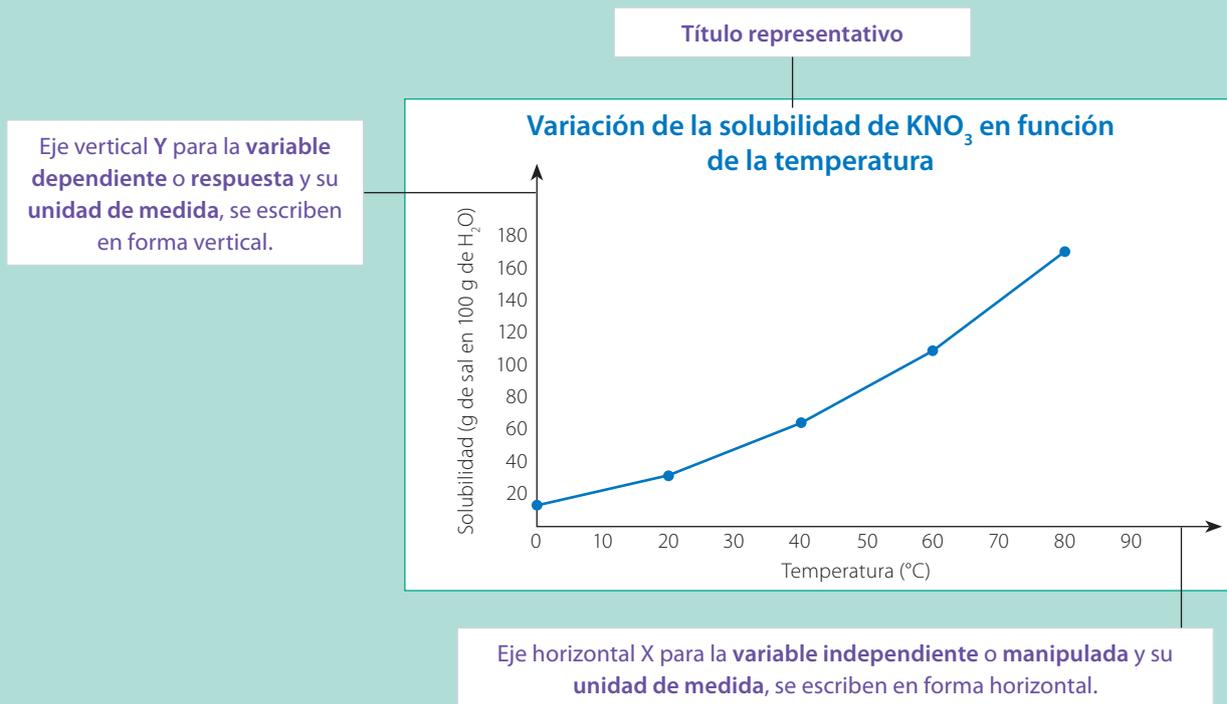
profundos, que podrás aplicar en diferentes ámbitos de tu vida, y desarrollar tu pensamiento. Te invitamos a conocer dichas etapas.



## B. Gráficos

Existen diversos tipos de **gráficos**, como los de líneas, de barras y circulares. Al igual que en el caso de las tablas, los gráficos deben incluir un **título** representativo, las **variables** estudiadas y

sus **unidades de medida**. Aquí te presentamos los elementos más importantes que debes considerar al momento de construir un gráfico:



### Analizar evidencias

Consiste en identificar regularidades entre las variables estudiadas de acuerdo con los resultados obtenidos.

### Evaluar

Consiste en emitir un juicio fundamentado sobre los diferentes aspectos de la investigación; por ejemplo, el análisis de las evidencias y de la relación de las variables, la selección de materiales, la rigurosidad en las mediciones, su registro y el análisis, la cantidad y calidad de los datos o de las fuentes de información, etc.

### Comunicar

Se trata de dar a conocer los principales aspectos de la investigación realizada.

## ¿Qué precauciones debemos tener al realizar actividades experimentales?

Al llevar a cabo una actividad experimental, debes ser responsable, tanto para protegerte, así como a los demás. A continuación, algunas normas y símbolos

de seguridad que debes conocer antes del trabajo experimental.

### Normas de seguridad

#### Generales

- Llevar puesto el delantal en todo momento.
- Si usas el cabello largo, mantenlo recogido.
- Guarda el material de laboratorio limpio y seco.
- Nunca ingieras alimentos dentro del laboratorio.
- Reconoce las señales de escape del laboratorio.
- Manipula fuego solo con la supervisión de un adulto.
- Identifica la posición del extintor dentro del laboratorio.
- Avisa inmediatamente a tu profesor si ocurre un accidente.
- Verifica que las llaves de agua y gas se encuentren cerradas.
- Manipula material o reactivos solo con autorización de tu profesor.
- Sigue las instrucciones de tu profesor y aclara cualquier duda con él.
- Lava muy bien tus manos antes y después de la actividad experimental.

#### Para trabajar con fuentes de calor

- Apaga la fuente de calor después de utilizarla, asegurándote de hacerlo correctamente.
- Mantén la fuente de calor retirada de tu ropa, de tu cabello y de cualquier sustancia inflamable.
- No tomes directamente con tus manos materiales que hayan sido calentados. Si debes hacerlo, usa pinzas o guantes apropiados.
- Al calentar una sustancia dentro de un tubo de ensayo, hazlo por los costados, de modo que la boca de este nunca apunte hacia una persona.

#### Para trabajar con material de vidrio

- Manipula cuidadosamente los materiales de vidrio, ya que son frágiles y pueden ocasionar heridas si se quiebran.
- No fuerces el material de vidrio, ya que puedes romperlo. Si debes cerrar un recipiente a presión, por ejemplo, con un tapón, ponte guantes apropiados.

#### Para trabajar con sustancias químicas

- Nunca mezcles sustancias químicas sin que lo indique tu profesor.
- Cierra los envases de cada sustancia química con la tapa correspondiente; no las intercambies.
- Nunca viertas los restos de sustancias químicas al desagüe. Sigue las indicaciones de tu profesor.
- No toques directamente las sustancias químicas. Para manipularlas, emplea espátulas u otros materiales apropiados.
- Jamás pruebes las sustancias químicas. Si por indicación de tu profesor tienes que oler alguna, dirige con una mano parte de los vapores hacia tu nariz.

## Símbolos de seguridad

Al realizar una actividad experimental, es importante identificar productos que pueden ser peligrosos. Por ello, debes conocer algunos pictogramas que

advierten sobre los riesgos de algunas sustancias o elementos, tales como:



Comburente



Peligroso para el medioambiente



Inflamable



Explosivo



Corrosivo



Tóxico

## ¿Qué hacer en caso de accidente?

En caso de que ocurra un accidente, lo primero que debes hacer es avisarle a tu profesor, ya que actuar por iniciativa propia podría empeorar la situación.

Sin embargo, es importante que conozcas algunas medidas que se deben seguir en situaciones como las descritas a continuación:

En caso de...	¿Qué hacer?
quemadura:	Poner la zona afectada bajo el agua fría durante cinco a diez minutos. Si la zona afectada es muy grande o tiene mal aspecto, requiere atención médica inmediata.
herida cortante:	Lavar la herida con abundante agua por unos diez minutos. Si es pequeña y deja de sangrar, hay que desinfectarla, para lo cual es aconsejable usar un algodón impregnado con agua oxigenada al 3%. Luego, se cubre con una venda o un apósito sin presionar demasiado la herida. Si es grande y no deja de sangrar, se requiere asistencia médica urgente.
incendio de ropa:	Cubrir a la persona con una manta o hacerla rodar por el piso. Es importante que no corra, para evitar la expansión del fuego.
que una sustancia entre en contacto con tus ojos:	Lavar los ojos con abundante agua durante 10 a 15 minutos. Luego, ir a un centro de atención médica. Si la persona usa lentes de contacto, no retirarlos, y llevarla para atención médica urgente.

# Reacciones químicas cotidianas

El *jean* es una tela con la cual se confeccionan diferentes prendas de vestir. La ropa de *jean* es tan versátil que se usa en invierno o verano, la visten mujeres y hombres de distintas edades y se puede encontrar en diferentes colores, con diversas texturas y aplicaciones.

En la década de 1980, los pantalones «nevados», o como se denominan en la actualidad, *bleached denim*, causaron furor en los jóvenes de la época. En la actualidad, han vuelto a ser una de las prendas favoritas de la juventud.

Para lograr el efecto «nevado», la tela es tratada con **sustancias químicas**, las que reaccionan con las fibras, causando el cambio de color en la tela.

¿En qué situaciones de tu entorno ocurren reacciones químicas?, ¿en qué te basas para decirlo?

## Gran idea de la Ciencia

Todo material del universo está compuesto por partículas muy pequeñas.



# ¿Qué son las reacciones químicas y cómo se manifiestan?



Incendio en bosque de coníferas. Sur de Chile.



## ¿Qué sé?

Evaluación inicial

En un incendio forestal, causado por acciones humanas o por eventos naturales, se destruyen grandes extensiones de bosque. Cuando se queman los árboles y pastizales ocurre una reacción química denominada **combustión**. Durante el incendio, se desprendan gases, cenizas, energía térmica y lumínica.

1. ¿Por qué piensas que la combustión es una reacción química?
2. Describe las evidencias de la imagen que te permiten afirmar que se produce una reacción química?

# Representación y evidencias de las reacciones químicas

## Focaliza

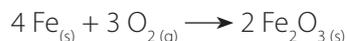
A continuación, se presentan algunas observaciones realizadas en dos experimentos. Analiza la información. Luego, responde.

1. Explica en cuál de los experimentos la materia experimentó un cambio físico, ¿en cuál uno químico?
2. Menciona dos ejemplos de tu entorno en los que la materia experimente un cambio físico y dos en los que se produzca un cambio químico.

	Experimento 1	Experimento 2
<b>Observaciones</b>		
<b>Antes del experimento</b>	El fósforo tiene una forma y color determinados.	Los cubos de hielo tienen una forma y color determinados.
<b>Durante el experimento</b>	El fósforo se fricciona contra la caja, lo que genera gases, luz y calor.	Los hielos comienzan a derretirse a temperatura ambiente.
<b>Después del experimento</b>	El fósforo disminuye su tamaño y se carboniza.	Se observa solo agua líquida en el vaso, incolora y que adopta la forma del recipiente.

## Explora

1. Las imágenes muestran situaciones de la vida cotidiana en las que ocurren reacciones químicas. Explica qué evidencias te permiten afirmar lo señalado.
2. La siguiente ecuación representa la oxidación del hierro. Analízala y luego realiza lo solicitado:



- a. Identifica las sustancias que reaccionan y la que se forma.
- b. Considerando que conoces el hierro (en los clavos) y el oxígeno (en el aire), ¿qué simbolizan las letras entre los paréntesis?
- c. Usa círculos de colores para representar los átomos de hierro y de oxígeno. Luego, elabora un modelo que represente esta ecuación química balanceada.



Clavo expuesto a la intemperie.



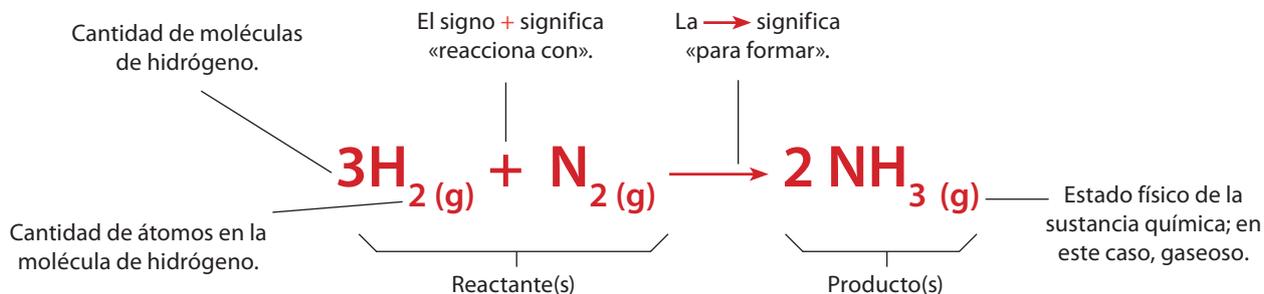
Depósito sólido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) adherido a la superficie interna de un hervidor eléctrico, conocida como «sarro».



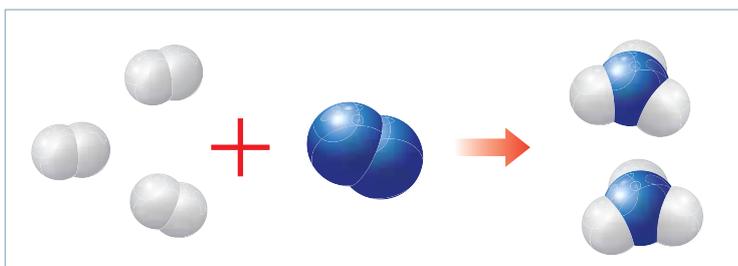
Pastilla efervescente en agua.

## Reflexiona

Las reacciones químicas se pueden representar a través de **ecuaciones químicas**, las que incluyen símbolos y fórmulas químicas. Observa el siguiente ejemplo.



A su vez, esta misma reacción química se puede representar mediante modelos, como se muestra a continuación:



En el modelo de la reacción se observa que tres moléculas de hidrógeno reaccionan con una molécula de nitrógeno para formar dos moléculas de amoníaco.

Cuando ocurre un **cambio químico**, las sustancias iniciales, llamadas **reactantes**, se transforman en otras denominadas **productos**. De esta manera, se dice que ha ocurrido una **reacción química**, la que se puede representar mediante **ecuaciones químicas** o **modelos**. Cuando ocurre una reacción química, puede manifestarse con el desprendimiento de un gas, luz o energía térmica; con un cambio de color, o con la formación de un sólido, entre otras **evidencias**.

## Aplica

1. Considera la siguiente ecuación química:  $\text{H}_{2(\text{g})} + \text{I}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{HI}_{(\text{g})}$ 
  - a. Identifica los átomos que participan en la reacción.
  - b. Identifica los reactantes y los productos.
  - c. Crea un modelo para representar esta reacción química.
2. Roberto agregó una cucharadita de bicarbonato a un vaso con 50 mL de jugo de limón. Los resultados obtenidos después de 5 y 20 segundos se muestran en las imágenes:
  - a. Identifica las evidencias que te permiten afirmar que se produjo una reacción química.
  - b. Investiga y escribe la ecuación química de la reacción. Señala cuáles son los reactantes y los productos.

Después de 5 segundos



Después de 20 segundos



## Protagonistas de la ciencia



### Carolina Parra G.

La doctora Parra dirige el Laboratorio de Nanobiomateriales de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). Uno de sus proyectos busca prevenir y disminuir el efecto de la biocorrosión en ductos que transportan líquidos asociados a la industria minera en Chile. Según comenta la experta, la biocorrosión es muy agresiva y actúa más rápido que la típica corrosión que vemos a nuestro alrededor.

**Fuente:** Universidad Técnica Federico Santa María. (2018, 17 de enero). *Innovadora investigación USM sobre electroobtención de cobre recibirá financiamiento Fondef.*

<https://noticias.usm.cl/2018/01/17/innovadora-investigacion-usm-sobre-electro-obtencion-de-cobre-recibirafinanciamiento-fondef/>

Ingresa al [link](#) y escucha la entrevista a la doctora Parra. Luego, responde:

<https://www.tele13radio.cl/podcast/nativos/nanotecnologia-y-el-futuro-de-la-mujer-en-las-ciencias>

1. Explica qué es la corrosión microbiana o *fouling* y cómo se produce.
2. Explica la importancia que tiene el trabajo de la doctora para la minería en Chile.
3. ¿Qué opinión tiene la doctora respecto de la participación de la mujer en la ciencia?, ¿qué piensas tú?

## Ciencia en Chile

### Laboratorio de nanobiomateriales de la UTFSM

Este laboratorio se dedica al estudio de los nanobiomateriales y es pionero en realizar ciencia interdisciplinaria.

El trabajo interdisciplinario entre los Departamentos de Física y el de Industrias y el Centro de Biotecnología Dr. Daniel Alkalay Lowitt, de la misma casa de estudios, se centra en investigaciones relacionadas con el uso de materiales y tecnología a escala nanométrica para solucionar problemáticas biológicas a nivel industrial y ambiental.

**Fuente:** Universidad Técnica Federico Santa María. (2017, 8 de marzo). *Universidad Federico Santa María inaugura laboratorio pionero en Chile en investigación interdisciplinaria.* <http://www.redbionova.com/universidad-santa-maria-inaugura-laboratorio-pionero-chile-investigacion-interdisciplinaria/>

A partir de la entrevista, responde:

1. Menciona ejemplos en los que se use la nanobiotecnología.
2. ¿Qué profesionales trabajan de manera interdisciplinaria en el Laboratorio de Nanobiomateriales?, ¿por qué es importante esta forma de trabajo?
3. Explica lo qué ocurriría si el laboratorio no recibiera financiamiento.



El Departamento de Nanobiomateriales se encuentra en la sede de la UTFSM de Valparaíso.

## Actividad final

Junto con un compañero, reúnan los materiales (ver imágenes). Luego, realicen el procedimiento:

- A. Agreguen una cucharada de NaCl y otra de  $\text{CuSO}_4$  en el vaso de precipitado, agreguen un poco de agua y agiten (pasos 1 y 2).



- B. Coloquen un trozo de papel aluminio en la solución (pasos 3 y 4) y registren sus observaciones.



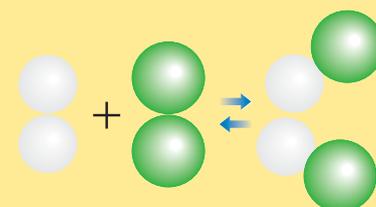
### Análisis de resultados

- A partir del procedimiento y los resultados, ¿qué pregunta de investigación podrían responder?
- Describan las evidencias que demuestran que se produjo una reacción química.
- Investiguen y representen la reacción usando una ecuación química.

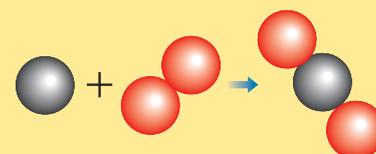
## ¿Cómo voy?

### Evaluación de proceso y progreso

- Identifica si las siguientes acciones implican reacciones químicas.
  - Hervir agua.
  - Encender el gas de la cocina.
- Responde nuevamente las preguntas de la **página 13**. Para ello, aplica los nuevos conceptos que aprendiste.
- Representa la ecuación química para el siguiente enunciado: «dos átomos de sodio sólido (Na) reaccionan con dos moléculas de agua líquida ( $\text{H}_2\text{O}$ ), para formar dos moléculas de hidróxido de sodio acuoso (NaOH) y una molécula diatómica de hidrógeno gaseoso ( $\text{H}_2$ )».
- Fundamenta cuál de los modelos de las imágenes representa la ecuación química  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ .



Modelo 1.



Modelo 2.

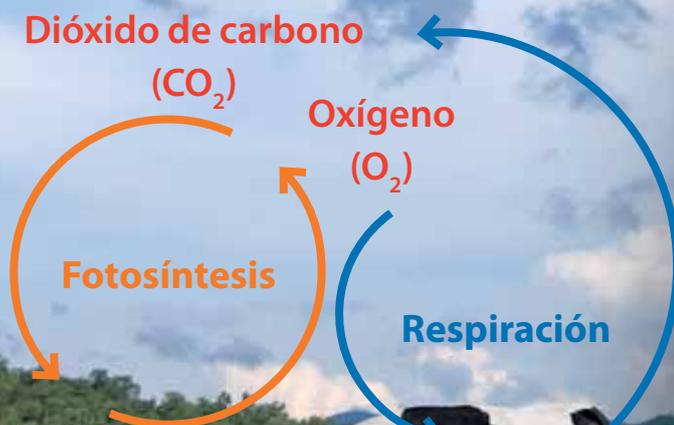
## ¿Cómo aprendo?

- ¿Qué contenidos aprendiste en esta lección?, ¿de qué manera el uso de modelos favoreció su comprensión?

# ¿Qué reacciones químicas ocurren en el entorno y en los seres vivos?

En la fotosíntesis que realizan las plantas y otros organismos autótrofos, ocurren reacciones de síntesis.

En la respiración que llevan a cabo plantas y animales, entre otros organismos, se producen reacciones de descomposición, combustión y óxido-reducción.





Dióxido de carbono  
(CO<sub>2</sub>)

Combustión

En las reacciones de combustión que ocurren en las industrias, por ejemplo, los combustibles reaccionan con oxígeno y liberan dióxido de carbono y agua, además de energía térmica.

### ¿Qué sé?

Evaluación inicial

Las reacciones químicas que ocurren en el entorno son cuantiosas y de diversos tipos. En el caso de un ecosistema, se produce un flujo constante de materia y energía.

1. Recuerda las ecuaciones químicas que representan los procesos de fotosíntesis y respiración celular, y luego fórmulas.
2. ¿Cómo afecta la combustión al entorno y a los seres vivos?

# Clasificación de las reacciones químicas

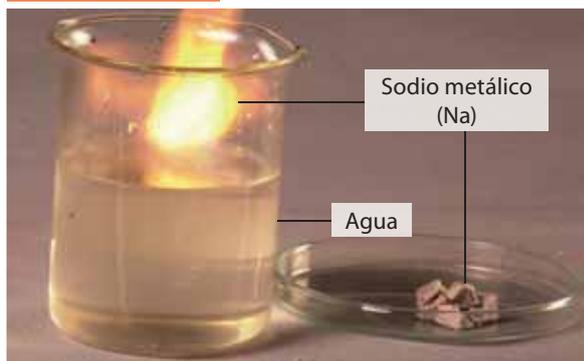
## reacciones químicas

### Focaliza

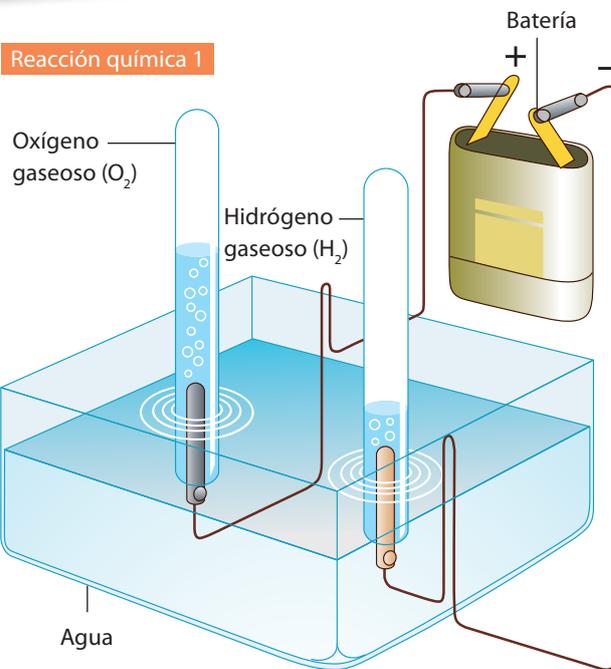
Observa las imágenes que representan dos reacciones químicas. Luego, responde.

1. Investiga y representa las reacciones usando ecuaciones químicas.
2. Describe las evidencias que dan cuenta que se ha producido una reacción química en cada caso.
3. Menciona la energía que está presente en cada reacción química, ¿por qué lo dices?

#### Reacción química 2



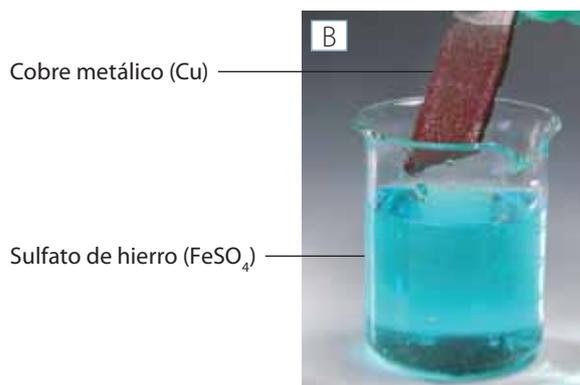
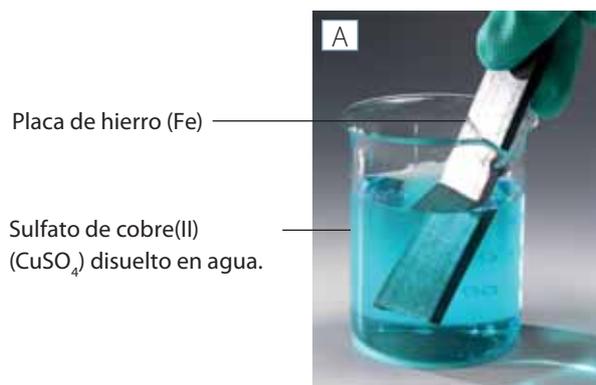
◀ Sodio (Na) reaccionando con agua.



▶ Electrólisis del agua.

### Explora

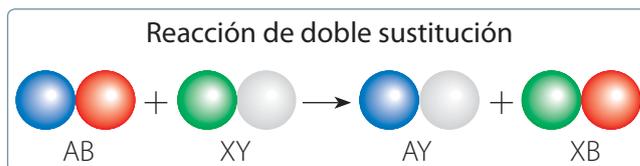
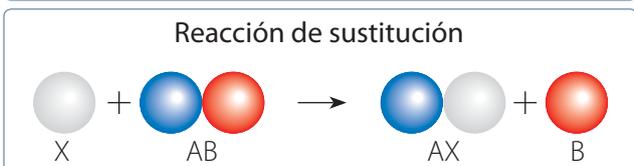
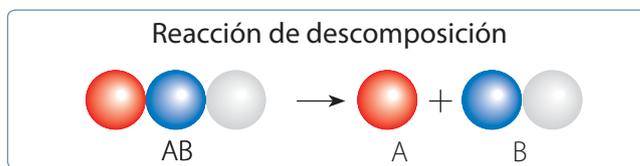
1. Un estudiante sumergió una placa de hierro (Fe) en sulfato de cobre(II) ( $CuSO_4$ ) disuelto en agua, como se muestra en la imagen A. Transcurridos unos minutos, sacó la placa del vaso, como se aprecia en la imagen B. Observa las imágenes y luego responde.



- a. Representa la ecuación química de esta reacción.
- b. Investiga qué tipo de reacción química es.
- c. Compara las reacciones 1 y 2 del *Focaliza* con esta reacción química y menciona sus semejanzas y diferencias.
- d. ¿Las reacciones químicas de esta página son del mismo tipo?, ¿por qué lo dices?

## Reflexiona

De acuerdo a un primer criterio, relacionado con el **reordenamiento de los átomos** de los reactantes para formar los productos, las reacciones químicas pueden ser de **síntesis**, **descomposición**, **sustitución** o **doble sustitución**.



### Investiga

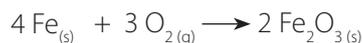


¿Qué reacciones químicas son de síntesis, de descomposición, de sustitución y de doble sustitución? Escribe dos en tu cuaderno.

Las reacciones químicas también pueden ser clasificadas según un segundo criterio, relacionado con las **partículas transferidas**: en reacciones de **óxido-reducción** si se transfieren electrones, en **ácido-base** si se transfieren iones hidrógeno y en reacciones de **precipitación iónica** si se transfieren iones.

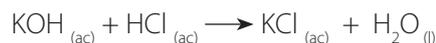
### Óxido-reducción

Ejemplo: oxidación de metales.



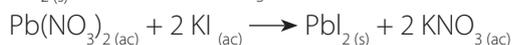
### Ácido-base

Ejemplo: neutralización.



### Precipitación iónica

Ejemplo: el KI reacciona con  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  produciendo un producto sólido insoluble, llamado **precipitado**, que en este caso corresponde al  $\text{PbI}_{2(s)}$ , y además,  $\text{KNO}_3$ .



Por otra parte, de acuerdo a un tercer criterio relacionado con la **energía** involucrada, las reacciones químicas pueden ser **exotérmicas** si liberan energía térmica, y si la absorben, **endotérmicas**.

Por otro lado, si una reacción libera otro tipo de energía, por ejemplo lumínica, es **exergónica** y si la absorbe, es **endergónica**.

## Aplica

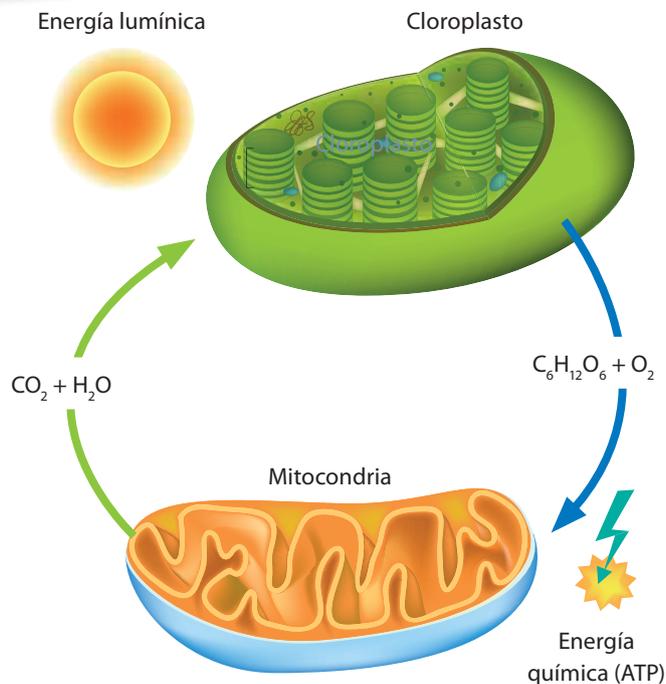
- Identifica si las siguientes ecuaciones químicas representan una reacción de síntesis, descomposición, sustitución o doble sustitución.
  - $2 \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
  - $2 \text{K} + \text{S} \longrightarrow \text{K}_2\text{S}$
  - $\text{NaCl}_{(ac)} + \text{AgNO}_3(ac) \longrightarrow \text{NaNO}_3(ac) + \text{AgCl}_{(s)}$
  - $3 \text{BaCl}_2(ac) + 2 \text{Al}_{(s)} \longrightarrow 2 \text{AlCl}_3(s) + 3 \text{Ba}_{(s)}$
- Identifica si las siguientes situaciones son reacciones de oxido-reducción o de precipitación iónica; y exotérmicas o endotérmicas.
  - Combustión del gas de la cocina.
  - Un barco oxidado en la orilla de una playa.
  - Descomposición térmica del clorato de potasio.

# Reacciones químicas: su impacto en los seres vivos y el entorno

## Focaliza

Al conjunto de reacciones químicas que ocurren en las células de los seres vivos y que les permiten obtener nutrientes y energía, se denomina **metabolismo celular**. Observa la imagen que representa dos procesos que ocurren en las células de un organismo fotosintético. Luego, responde.

1. Identifica los nombres de los procesos que se representan en la imagen.
2. Formula las ecuaciones químicas que ocurren durante dichos procesos.
3. Identifica si estas ecuaciones químicas corresponden a reacciones de síntesis, descomposición, sustitución o doble sustitución.
4. Identifica el tipo de energía que está involucrada en cada reacción química. Según este criterio, ¿qué reacciones son?



## Explora

Daniela y Andrés realizaron una simulación de la fotosíntesis y la respiración celular de una planta. Para ello, expusieron los frascos 1 y 2 a la luz y midieron el tiempo que tardó en apagarse cada vela. Luego, encendieron nuevamente las velas y colocaron ambos frascos en la oscuridad. Los resultados que obtuvieron se muestran en la siguiente tabla:



Tabla n° 1. Tiempo que tarda en apagarse la vela

Con luz		Sin luz	
Frasco 1	Frasco 2	Frasco 1	Frasco 2
45 segundos	47 segundos	45 segundos	44 segundos

- a. Explica qué **evidencias** te permiten afirmar que la planta realiza la fotosíntesis y la respiración celular.
- b. A partir de los resultados, ¿qué puedes concluir acerca de estos procesos?

## Reflexiona

Algunos procesos metabólicos de obtención de energía y de nutrientes que realizan los seres vivos son la **fotosíntesis**, la **respiración celular**, la **fermentación** y la **respiración anaeróbica**.

### Fotosíntesis

Conjunto de reacciones que tienen lugar en organismos como las plantas. En este proceso, la clorofila absorbe la energía lumínica para que la reacción ocurra. Dicha reacción se representa mediante la siguiente ecuación:



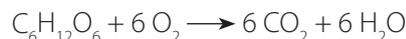
### Fermentación

Proceso de oxidación que transforma algunas moléculas en otras más simples. Un ejemplo es la fermentación alcohólica, cuya ecuación química se muestra a continuación:



### Respiración celular

Proceso que ocurre en las células de diversos seres vivos, en el cual la glucosa se oxida, obteniéndose energía química. La ecuación que representa el proceso es la siguiente:



### Respiración anaeróbica

Proceso de óxido-reducción de azúcares que puede ser llevado a cabo en ausencia de oxígeno. Por ejemplo, el proceso que realizan las bacterias metanogénicas para obtener energía se representa mediante la siguiente ecuación:



## Aplica

1. Analiza los datos de la tabla obtenidos a partir de un estudio sobre distintos tipos de fermentaciones y explica qué condiciones del ambiente son favorables para estas reacciones.

Tabla n° 2. Resultados obtenidos en diferentes fermentaciones

Tipo de fermentación	Condición del ambiente	Masa de reactantes (g)	Masa de productos (g)
Láctica	Temperatura a 40 °C	20	15
Alcohólica	Rico en oxígeno	10	2
Acética	Deficiente en oxígeno	15	2
Butírica	Temperatura a 5 °C	25	2

2. Cristina realizó el procedimiento experimental que se muestra en la imagen para responder la siguiente pregunta de investigación: ¿podrá la llama obtener el oxígeno del agua para mantenerse prendida si es cubierta con un vaso?
  - a. Predice cuál sería la posible respuesta a la pregunta de investigación planteada.
  - b. Explica si Cristina podrá responder la pregunta de investigación con este procedimiento.



### Un dispositivo que transforma el CO<sub>2</sub> en biocombustible



Los investigadores del Departamento de Química de la Universidad Rovira i Virgili, en España, crearon un dispositivo que absorbe el CO<sub>2</sub> y lo transforma, a través de reacciones químicas, en productos como el metanol, uno de los componentes del biodiésel.

Este dispositivo realiza una fotosíntesis artificial, que aumenta entre 4 y 10 veces más que en las hojas de las plantas la capacidad para acumular CO<sub>2</sub>. Además, produce energía 10 veces más rápido que la biomasa. La clave del proceso es una membrana con poros de un tamaño

determinado, a los cuales los investigadores aplicaron ciertos compuestos químicos, que al estar en contacto con el agua hacen que el CO<sub>2</sub> permanezca sobre la superficie del dispositivo, acumulándose, y luego que pueda ser usado para producir el metanol.

En un futuro, este dispositivo podría utilizarse unido a placas solares para obtener combustible limpio y así generar electricidad, lo que permitiría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

**Fuente:** Nogalska, A., Zukowska, A. y García-Valls, R. (2018). Atmospheric CO<sub>2</sub> capture for the artificial photosynthetic system. *Science of the total environment*, 621, 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.248>

## ¡Vamos por la reducción de emisiones GEI!

1. Investiga acerca de la composición, usos, ventajas y desventajas del biodiésel.
2. Fundamenta las aplicaciones que le darías al dispositivo creado?
3. Ingresa al *link* <https://sinca.mma.gob.cl/> e investiga acerca de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en tu región. Elabora un **resumen** con la información más relevante.

## Actividad final

Junto con un compañero, reúnan los siguientes materiales: dos trozos pequeños de papa cruda sin cáscara, agua oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), una botella de vidrio de 300 mL y una caja de fósforos. Luego, conduzcan una investigación experimental que les permita responder la siguiente pregunta de investigación: ¿presenta la papa algún componente que descompone el agua oxigenada?

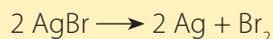
### Análisis de resultados

- Describan los pasos que propusieron para llevar a cabo el procedimiento experimental.
- Describan sus observaciones.
- Expliquen para qué usaron la caja de fósforos.
- Fundamenten si la investigación experimental planteada les permite responder la pregunta de investigación.
- Investiguen el componente que tiene la papa que descompone el agua oxigenada.

## ¿Cómo voy?

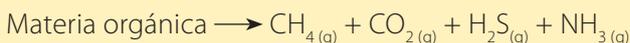
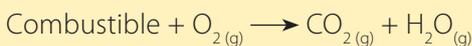
### Evaluación de proceso y progreso

- Una película fotográfica con bromuro de plata ( $\text{AgBr}$ ) expuesta a la luz reacciona según la siguiente ecuación:



De acuerdo con la información:

- Identifica los reactantes y los productos.
  - Escoge uno de los criterios estudiados y clasifica esta reacción química.
- Responde nuevamente las preguntas de la **página 18**. ¿Cambiaron tus respuestas?, ¿a qué lo atribuyes?
  - Las siguientes reacciones químicas están relacionadas con el incremento en las emisiones GEI. Interpretalas y luego responde.



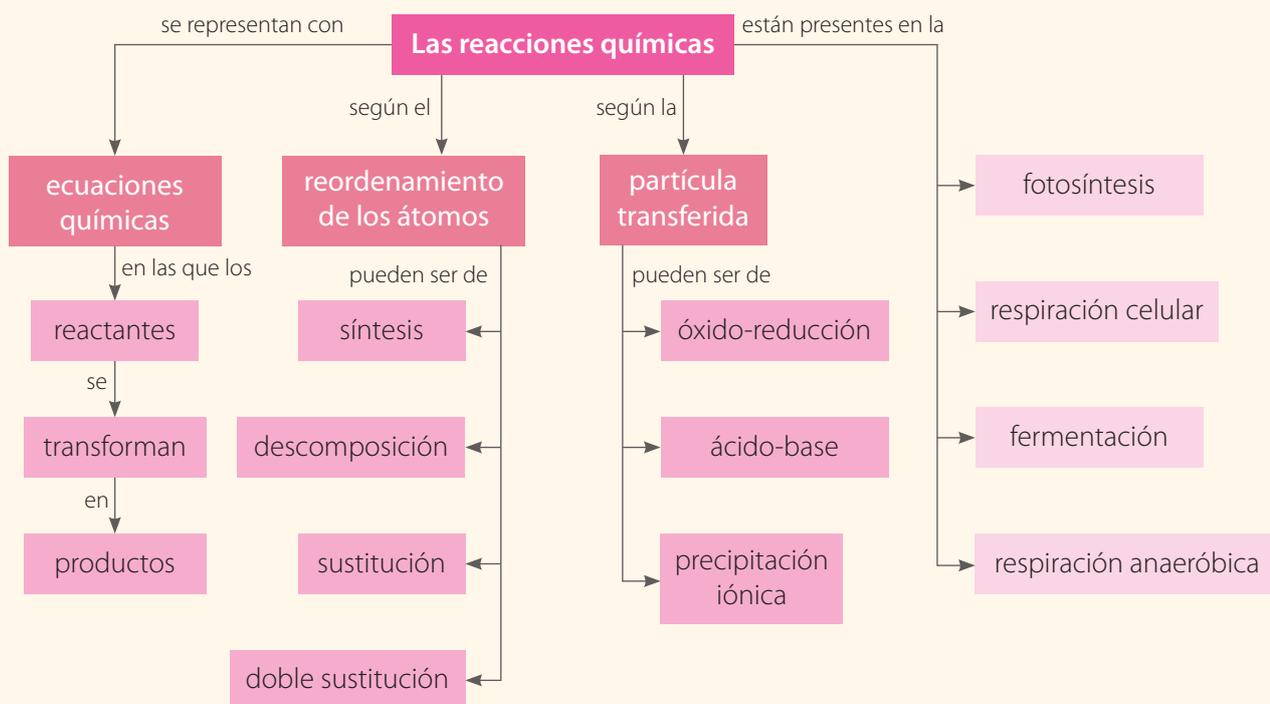
- Explica de qué forma estas reacciones químicas contribuyen al calentamiento global.

## ¿Cómo aprendo?

- Si tuvieras que explicarle a un compañero la importancia de las reacciones químicas, ¿qué le dirías?
- Explica la importancia que tiene para tu vida diaria lo aprendido en esta lección.

## Síntesis

El siguiente mapa conceptual relaciona los principales conceptos de la unidad:



## Repaso mis aprendizajes

1. Elabora un cuadro resumen que contenga las ideas principales de la unidad. Para ello, usa los conceptos del mapa conceptual e incluye otros.
2. Observa las siguientes imágenes e identifica si son reacciones químicas. Justifica tu respuesta.



⬆️ Jugo en polvo disuelto en agua.

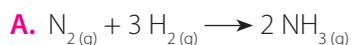


⬆️ Naranja descompuesta.



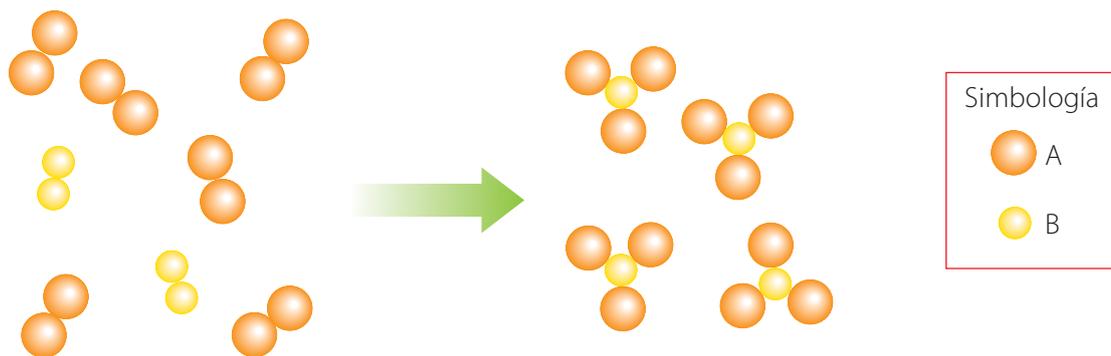
⬆️ Cadena oxidada.

3. Las siguientes ecuaciones representan reacciones químicas. Obsérvalas y luego realiza lo solicitado para cada una de ellas:



- a. Identifica los reactantes y los productos.
- b. Representálas con modelos .

4. El siguiente modelo representa una reacción química:



Considerando la simbología, realiza lo solicitado:

- Formula la ecuación química.
  - Clasifica esta reacción y menciona el criterio que utilizaste.
5. A partir de la siguiente ecuación química, responde:



- Clasifica esta reacción y menciona el criterio que utilizaste.
  - Investiga cómo se denomina esta reacción química.
6. Clasifica las siguientes reacciones químicas según su tipo: síntesis, descomposición, sustitución o doble sustitución.

- $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{KClO}_3 \longrightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$
- $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{KOH} + \text{H}_2$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

7. Interpreta los siguientes enunciados y luego formula las ecuaciones químicas correspondientes:

- Dos átomos de sodio (Na) reaccionan con dos moléculas de agua para formar dos moléculas de hidróxido de sodio (NaOH) y una molécula diatómica de hidrógeno ( $\text{H}_2$ ).
  - Seis moléculas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) reaccionan con seis moléculas de agua líquida para formar, en presencia de luz, una molécula de glucosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  y seis moléculas diatómicas de oxígeno.
8. Una sustancia  $\text{AB}_{(ac)}$  reacciona con una sustancia  $\text{CD}_{(ac)}$ , formándose un precipitado de color blanco y una sustancia  $\text{AD}_{(l)}$ .
- Fundamenta cuál de las siguientes opciones es correcta.
 

Opción 1: La sustancia AB o la CD debe tener color blanco para haber formado el precipitado.

Opción 2: No es necesario que las sustancias AB o CD tengan color blanco para formar el precipitado.
  - Clasifica la reacción y menciona el criterio que utilizaste.
  - Formula la ecuación química que representa la reacción.

9. Investiga por qué la fotosíntesis y la respiración celular se consideran procesos vitales complementarios.

10. Reúne los materiales (ver imágenes). Luego, realiza el siguiente procedimiento:



Hipoclorito de sodio (NaClO) disuelto en agua

Elástico para billetes

Trozo de tela de jean

Palo de helado



**Precaución**

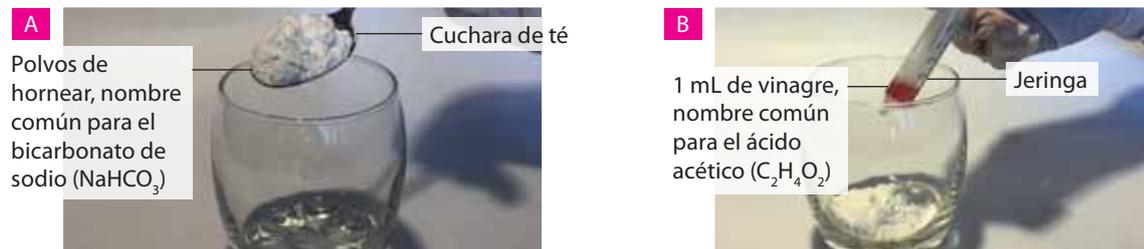
Tu profesor te facilitará la solución de NaClO.

Usa guantes y delantal para no manchar tu ropa.

C Espera 30 minutos y saca el trozo de tela con cuidado para que no manches tu ropa. Retira el elástico y observa lo que ocurrió.

### Análisis de resultados

- Describe las **evidencias** que te permiten afirmar que ocurrió una reacción química.
  - Investiga a qué se debe la acción blanqueadora del NaClO.
  - Consulta en fuentes confiables qué otros usos domésticos e industriales tiene el NaClO.
  - ¿Qué cuidados deben tenerse al utilizar NaClO? Para responder, revisa la etiqueta de un envase de «cloro» que se emplee en tu hogar.
11. Reúne los materiales (ver imágenes). Luego, realiza el siguiente procedimiento y registra tus observaciones.



A

Polvos de hornear, nombre común para el bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>)

Cuchara de té

B

1 mL de vinagre, nombre común para el ácido acético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)

Jeringa

### Análisis de resultados

- Describe las **evidencias** que te permiten afirmar que ocurrió una reacción química.
  - Formula la ecuación química que representa la reacción que realizaste. Considera que la reacción produce acetato de sodio (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>Na), agua (H<sub>2</sub>O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
  - Explica a qué se debe el burbujeo que se produce en esta reacción química.
12. Observa la imagen. Luego, realiza lo solicitado.

Contiene sulfuro de antimonio (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) y clorato de potasio (KClO<sub>3</sub>)

Tiene cristal molido y fósforo rojo (P)



Durante la fricción, se produce calor, y parte del fósforo rojo se transforma en fósforo blanco (P<sub>4</sub>), el cual se enciende, comenzando la combustión de la madera.

- ¿Qué pregunta de investigación propondrías para estudiar esta reacción química?
- Escoge los materiales necesarios y conduce una investigación experimental que te permita responder la pregunta de investigación propuesta.

### Análisis de resultados

- Fundamenta por qué la investigación experimental realizada te permitió responder la pregunta de investigación.
- Evalúa las acciones ejecutadas en tu investigación experimental y propon mejoras.

Te invitamos a conocer el logro de tus aprendizajes.

- Para comprobar la acción de la enzima catalasa en la descomposición de agua oxigenada ( $H_2O_2$ ), un estudiante efectuó el siguiente procedimiento:
  - Agregó 5 mL de  $H_2O_2$  en un tubo de ensayo. Luego, adicionó un trozo pequeño de hígado de pollo dentro del tubo de ensayo y observó.
  - Posteriormente, colocó una varilla de madera encendida en la boca del tubo de ensayo y observó lo que ocurrió.



Las imágenes muestran los resultados obtenidos por el estudiante en los pasos A y B. Observa y luego realiza lo solicitado.

- Investiga acerca de la enzima catalasa y su relación con la descomposición de  $H_2O_2$ .
  - Describe las **evidencias** que te permiten afirmar que ocurre una reacción química.
  - Formula la ecuación que representa la descomposición de  $H_2O_2$  para formar  $H_2O$  y  $O_2$ .
  - Investiga la ecuación química estudiada y compárala con la que formulaste.
- Lee la siguiente información y luego realiza lo que se pide:

Los alimentos están formados básicamente por proteínas, grasas, carbohidratos y agua, los que aportan materiales a los seres vivos para formar o renovar su propio organismo y suministran energía para llevar a cabo sus funciones vitales. Los alimentos, al igual que los combustibles, liberan energía cuando reaccionan con el oxígeno del aire. Sin embargo, la combustión de la gasolina, por ejemplo, ocurre en una sola etapa y sucede muy rápido, a diferencia de la oxidación de los alimentos, que ocurre de forma lenta y en varias etapas. Aun así, los compuestos iniciales y finales en ambos casos son los mismos.

- Compara y menciona qué tienen en común los alimentos y los combustibles.
- Formula la ecuación química que representa la reacción de combustión de la glucosa.

## Gran idea de la Ciencia

- Responde nuevamente y explica usando lo que aprendiste en esta unidad: ¿en qué situaciones de tu entorno ocurren reacciones químicas?
- Elige un tema de cada lección y explica cómo se relaciona con la Gran idea de la Ciencia señalada en la **página 11**.
- Explica de qué manera las reacciones químicas se vinculan con tu vida cotidiana.

Al cortar una cebolla, el cuchillo rompe las células que la conforman, expulsando fluidos desde su interior; los que entran en contacto con el aire. Estos fluidos celulares contienen sustancias químicas que desencadenan una serie de **reacciones químicas**, produciendo una sustancia que posee azufre, la que queda suspendida en el aire. Esta sustancia al entrar en contacto con el agua de la mucosa de los ojos ocasiona una reacción química que da como producto diversas sustancias, entre ellas, el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Este compuesto es irritante, y es por eso que el sistema de defensa de nuestro organismo reacciona liberando lágrimas para diluirlo.

¿Al cortar una cebolla se produce una reacción química?, ¿por qué lo dices?



## **Gran idea de la Ciencia**

Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos.

# ¿Cómo ocurre una reacción química?



## ¿Qué sé?

Los «autos chocadores» son una de las entretenimientos que usualmente se encuentran en los parques de diversiones.

Aunque pueda parecer extraño, una pista con «autos chocadores» nos puede ser útil para explicar cómo suceden las reacciones químicas. Supongamos que los autos chocadores son los reactantes de una reacción química y la pista, el medio en donde ocurre la reacción. Al igual que los «autos chocadores» de la imagen, las moléculas de reactantes se mueven o vibran, colisionando unas con otras, y estos choques hacen que los enlaces de los reactantes se rompan para formar los productos.

1. Analiza qué pasaría con la frecuencia con la que ocurren los choques si hubiese solo dos «autos chocadores» en la pista de la imagen.
2. Usando la analogía de los «autos chocadores», menciona una condición que se debe dar para que ocurra una reacción química.

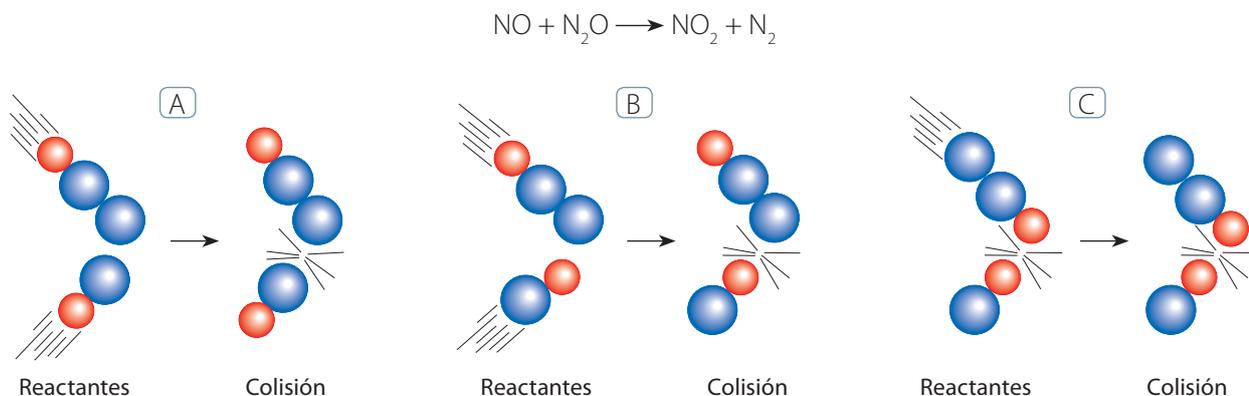


# Los enlaces químicos: la clave

## en las reacciones químicas

### Focaliza

Para que una **colisión** sea **efectiva** entre los reactantes, estos deben colisionar con una **orientación adecuada**, siempre y cuando la **energía** también sea la apropiada; de esta manera se podrán formar los productos. Observa la ecuación química y los modelos A, B y C que representan los choques o colisiones entre los reactantes de esta ecuación. Luego, responde:



1. Identifica qué representan las esferas azules y rojas.
2. Explica cuál de los modelos representa una colisión efectiva para formar  $\text{NO}_2$  y  $\text{N}_2$ .
3. Explica qué piensas que ocurriría si la energía durante la reacción química no es la suficiente.

### Explora

Reúne los siguientes materiales: fósforos o mondadientes, plastilina roja y azul. Luego, realiza el procedimiento que sigue.

- A. Forma tres esferas de plastilina azul, las que representarán los átomos de nitrógeno, y dos rojas, que simbolizarán los de oxígeno. Los fósforos o mondadientes serán los enlaces que unen a los átomos.
- B. Utilizando las esferas de plastilina, elabora los modelos de los reactantes de la ecuación química del *Focaliza* de esta página. Para ello, usa la siguiente ecuación, que muestra los enlaces presentes en reactantes y productos.



- C. Luego, desarma los modelos de los reactantes y modela los productos.

### Análisis de resultados

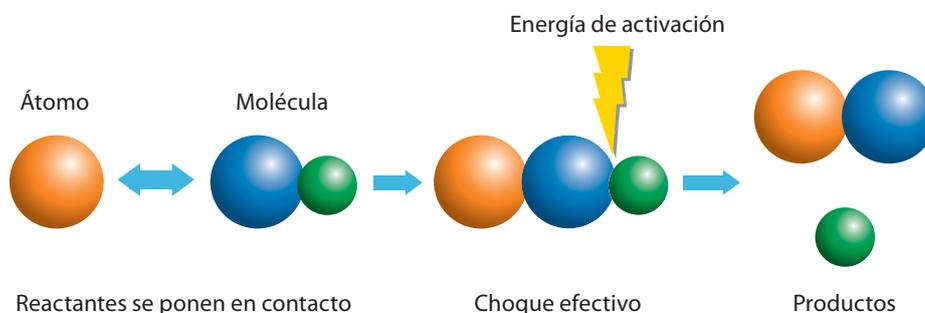
- a. Usa los modelos que elaboraste para explicar cuáles son los enlaces que se rompen y cuáles los que se forman en esta reacción química.
- b. ¿La cantidad de átomos es la misma en los reactantes y productos?, ¿cómo lo sabes?

## Reflexiona

La **teoría de colisiones** explica cómo ocurren las reacciones químicas. Según esta, para que una reacción química se produzca, los reactantes, ya sean moléculas, átomos o iones, deben **chocar** o **colisionar** de manera efectiva entre sí, para lo cual deben cumplirse tres condiciones fundamentales, a saber:

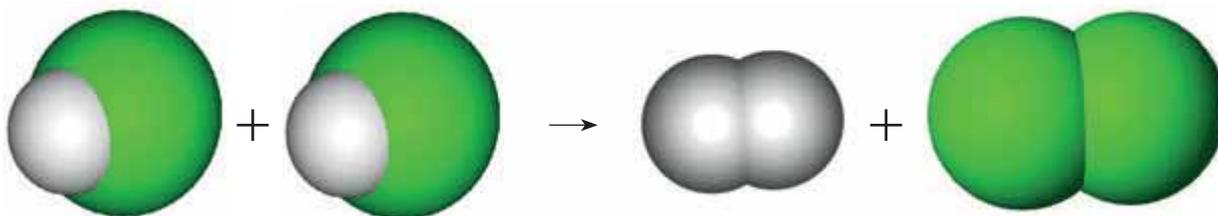
- Que los reactantes se pongan en contacto para lograr una colisión.
- Que los reactantes tengan una orientación adecuada.
- Que la reacción alcance una energía mínima necesaria para que se formen los productos, denominada **energía de activación**.

El siguiente esquema resume las tres condiciones para que los choques entre los reactantes sean efectivos:

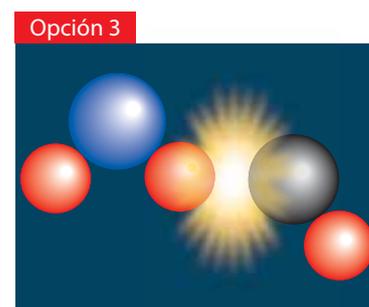
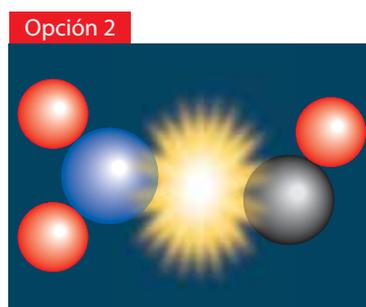
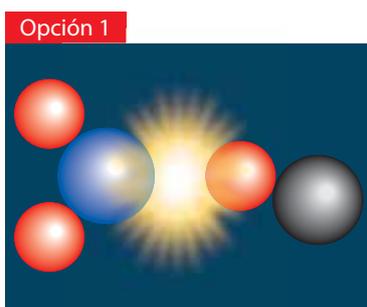


## Aplica

1. Dos moléculas de HI reaccionan formando dos nuevas moléculas,  $I_2$  e  $H_2$ . El modelo a continuación representa esta reacción química. Obsérvalo y luego realiza lo solicitado.



- a. Formula la ecuación química que representa esta reacción.
  - b. Identifica los enlaces que se rompen y los que se forman.
  - c. Explica la formación de los productos usando la teoría de colisiones.
2. Explica cuál de las siguientes opciones permitiría fundamentar la formación de los productos en la reacción representada por la ecuación  $NO_2 + CO \rightarrow NO + CO_2$ .



### La lluvia ácida: una amenaza para el patrimonio maya



Detalle de las inscripciones mayas.



Los investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Autónoma de México (UNAM) advirtieron que la lluvia ácida está acabando con el patrimonio cultural de la civilización maya. Sus antiguas construcciones y monumentos son de piedra caliza, cuyo principal componente es el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), el cual reacciona con la lluvia ácida formando una sustancia insoluble en agua y  $\text{CO}_2$ , el que es liberado a la atmósfera.

Es posible que las inscripciones que hay en las estelas y en las columnas de los monumentos se borren con el pasar de los años. El problema es que no se puede colocar una capa protectora porque la roca tiene que absorber humedad, agua y gases del aire. Es por ello que los restauradores están investigando cómo colocarles una película protectora sin que esta impida el intercambio de materia entre la piedra caliza y el aire.

Fuente: Excelsior. (2018, 21 de febrero). *Lluvia ácida acaba con patrimonio maya en México.*  
<https://www.excelsior.com.mx/expresiones/2018/02/21/1221693>

## ¿Qué podemos hacer para detener la lluvia ácida?

1. Investiga cómo se produce la lluvia ácida y formula las reacciones químicas que están involucradas en este fenómeno.
2. Investiga la ecuación química relacionada con la degradación de la piedra caliza por efecto de la lluvia ácida.
3. Infiere y menciona los monumentos o patrimonios de tu entorno que se ven afectados por la lluvia ácida.

## Actividad final

Lee los antecedentes y analiza el procedimiento que realizó un estudiante. Luego, responde.

### Antecedentes

La **teoría de las colisiones** explica los factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas; uno de ellos es la **temperatura**. Según esta teoría, cuanto mayor sea la temperatura del sistema, mayor será la velocidad de las moléculas de los reactantes, por lo que se producirán más choques o colisiones entre ellas.

### Procedimiento

Un estudiante realizó el procedimiento de la imagen. Luego, midió el tiempo que demoró en comenzar a burbujear la reacción química. Posteriormente, repitió la experiencia con agua a 50 °C.

Vaso de precipitado con agua y hielo



Tubo de ensayo con solución de ácido clorhídrico ( $\text{HCl}_{(\text{ac})}$ ) y 0,5 g de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )

### Análisis de resultados

- Predice los resultados que obtuvo el estudiante.
- Ejecuta el procedimiento. ¿Comprobaste tu predicción?
- Explica cómo se relaciona la teoría de las colisiones con los resultados.

## ¿Cómo voy?

Evaluación de proceso y progreso

- El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) se obtiene a partir de la ecuación química:  $\text{N}_{2(\text{g})} + 3 \text{H}_{2(\text{g})} \longrightarrow 2 \text{NH}_{3(\text{g})}$ . Los átomos de nitrógeno en el  $\text{N}_2$  se unen mediante un enlace triple ( $\text{N} \equiv \text{N}$ ); los átomos de hidrógeno en el  $\text{H}_2$  se unen con un enlace simple ( $\text{H} - \text{H}$ ); y el átomo de nitrógeno con los de hidrógeno en el  $\text{NH}_3$  se unen mediante enlaces simples.
  - Identifica los enlaces que se rompen y los que se forman en esta reacción química.
  - Usa un modelo para explicar esta reacción.
- Responde nuevamente las preguntas de la **página 33**. ¿Cambiaron tus respuestas?, ¿a que lo atribuyes?

## ¿Cómo aprendo?

- Explica y relaciona la teoría de las colisiones con un ejemplo de la vida cotidiana.
- Fundamenta de qué manera el uso de modelos favorece la construcción del conocimiento.

# ¿Qué es la ley de conservación de la materia?

## ¿Qué sé?

Evaluación inicial

Todas las reacciones químicas pueden ser analizadas desde dos perspectivas: una cualitativa, que entrega información respecto de las sustancias que reaccionan y cómo lo hacen, y otra cuantitativa, que se refiere a las cantidades de las sustancias que participan en una reacción.

Cuando se analiza una reacción cuantitativamente, se estudian las relaciones de cantidad entre reactantes y productos, teniendo en cuenta que la **masa se conserva**, es decir, la masa total de los reactantes es igual a la masa total de los productos.

1. Fundamenta y menciona un aspecto cualitativo y otro cuantitativo de la reacción química de estas páginas.
2. Identifica cuántos átomos de cada elemento hay en los reactantes y productos de la reacción.

5 g de Cu

Nitrato de plata



+

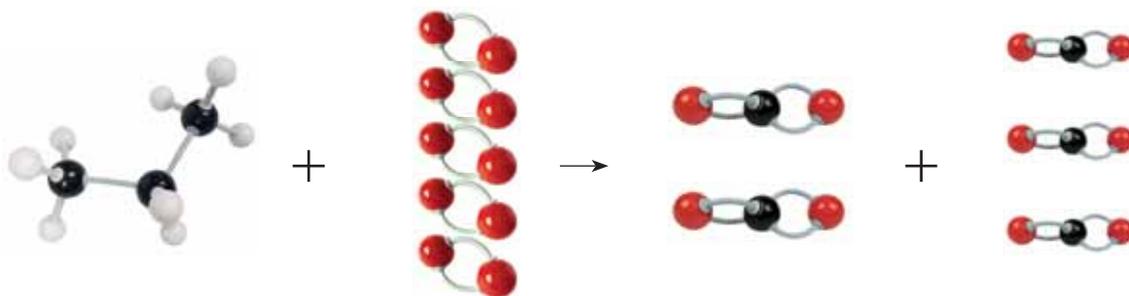




# ¿Por qué y cómo se balancea una ecuación química?

## Focaliza

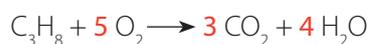
Se elaboraron los siguientes modelos para representar la reacción del gas propano ( $C_3H_8$ ) al combinarse con  $O_2$  para formar  $CO_2$  y  $H_2O$ . Análízalos y realiza lo solicitado.



1. Formula la ecuación química que se representa.
2. ¿Cuántas moléculas de  $C_3H_8$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  y  $H_2O$  participan?
3. Identifica cuántos átomos de cada elemento hay en los reactantes y en los productos.
4. Compara la cantidad de átomos presentes en reactantes y productos. Luego, elabora una conclusión al respecto.
5. Analiza los cambios que realizarías para que la cantidad de átomos en los reactantes y en los productos sea la misma.
6. Formula una nueva ecuación química con los cambios sugeridos.

## Explora

La **ley de conservación de la materia** establece que la masa de los reactantes debe ser igual a la masa de los productos. Es por ello que las ecuaciones químicas se deben **balancear** o **equilibrar** colocando un número, denominado **coeficiente estequiométrico**, delante de las fórmulas químicas de la ecuación. Por ejemplo, la ecuación balanceada de la combustión del propano es:



1. Compara esta ecuación con la que planteaste en el punto 1 de la sección *Focaliza* de esta página. Menciona las semejanzas y diferencias.
2. Responde las preguntas 2, 3 y 4 de la sección *Focaliza* de esta página para la ecuación balanceada de la combustión del propano.
3. Explica con tus propias palabras por qué la ecuación está balanceada.
4. Considerando que la masa atómica del carbono, oxígeno e hidrógeno es 12, 16 y 1 g/mol, respectivamente:
  - a. Calcula la **masa molar** y la masa en gramos de  $C_3H_8$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  y  $H_2O$ .
  - b. Determina la masa total de los reactantes y de los productos.

### Ayuda

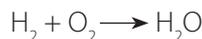
La **masa molar** de una sustancia se calcula sumando las masas de los átomos que conforman dicha sustancia. Ejemplo:  $H_2O$

$$2 \cdot 1 \text{ g/mol} + 16 \text{ g/mol} = 18 \text{ g/mol}$$

## Reflexiona

Una reacción química se debe **balancear** o **equilibrar** para cumplir con la **ley de conservación de la materia**, es decir, la cantidad y el tipo de átomos que reaccionan son los mismos que se producen.

Observa la siguiente ecuación química:



### Analiza

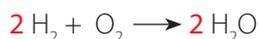


¿Esta ecuación está balanceada?, ¿en qué te basas para responder?

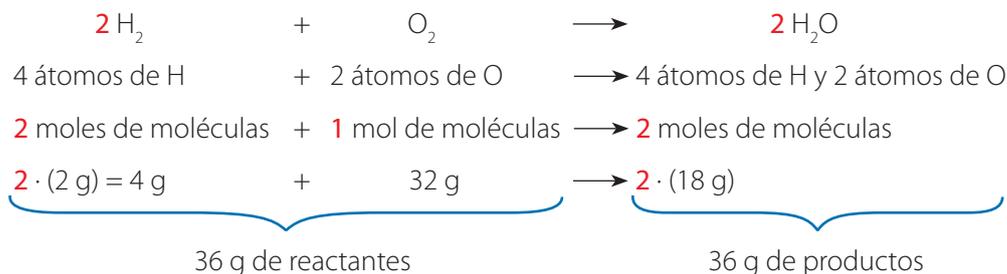
Para balancear o equilibrar una ecuación, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- El número de átomos de cada tipo debe ser el mismo a ambos lados de la flecha.
- Los coeficientes estequiométricos, por lo general, son números enteros y pequeños.
- Un coeficiente estequiométrico multiplica toda la fórmula química de una sustancia.
- Los subíndices de las fórmulas químicas no pueden cambiarse, pues variaría la identidad de las sustancias.

Comprobemos lo que ocurre al colocar el coeficiente estequiométrico **2** delante del  $\text{H}_2$  y del  $\text{H}_2\text{O}$ :



La información que se puede interpretar a partir de la ecuación es:



## Aplica

1. Para la reacción química en la que el HCl se descompone en  $\text{H}_2$  y  $\text{Cl}_2$ , responde:
  - a. Identifica los reactantes y los productos.
  - b. Elabora un modelo que represente esta reacción.
  - c. Formula la ecuación química.
  - d. Identifica la cantidad de cada tipo de átomo en reactantes y productos.
  - e. Explica si esta ecuación cumple con la ley de conservación de la materia.
  - f. Establece los pasos que debes seguir para balancear esta ecuación.
2. Se hicieron reaccionar 15 g de NO, el cual se descompuso en  $\text{N}_2$  y  $\text{O}_2$ . Si se determinó que la masa de  $\text{N}_2$  es 7 g, determina cuántos gramos de  $\text{O}_2$  debieron formarse.

# ¿Cómo comprobar experimentalmente la ley de conservación de la materia?

## Focaliza

Las siguientes imágenes consecutivas muestran el proceso de quemar un papel:



- Describe las evidencias que te permiten afirmar que ocurrió una reacción química.
- ¿Será igual la masa del papel antes y después de quemarlo?, ¿por qué?
- Establece el procedimiento que realizarías para comprobar que quemar un papel cumple con la ley de conservación de la materia.

## Explora

Reúne los materiales (ver imagen) y una balanza. Luego, planifica y conduce una investigación experimental que te permita responder la pregunta de investigación: ¿cómo se evidencia la ley de la conservación de la materia en una reacción química de bicarbonato de sodio con vinagre? Considera en tu planificación levantar el globo con bicarbonato de sodio para que este caiga sobre el vinagre.



### Análisis de resultados

- Fundamenta por qué la investigación experimental que planteaste permite responder la pregunta de investigación.
- Evalúa las acciones ejecutadas en tu investigación experimental y propón mejoras.

## Reflexiona

Observa la siguiente ilustración. ¿De qué manera representa la ley de conservación de la materia?



La ley de conservación de la materia establece que en una reacción química siempre se cumple que la masa de los reactantes es igual a la masa de los productos.

## Aplica

- El carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), por efecto del aumento de la temperatura, se descompone formando óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
  - Formula la ecuación química balanceada que representa esta reacción.
  - Si se calientan 100 g de  $\text{CaCO}_3$  y se producen 56 g de  $\text{CaO}$ , calcula los gramos de  $\text{CO}_2$  que deberían liberarse para que se cumpla la ley de conservación de la materia.
- Si 24 g de magnesio ( $\text{Mg}$ ) se combinan exactamente con 16 g de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) para formar óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ):
  - Formula la ecuación química balanceada que representa esta reacción.
  - Calcula los gramos de  $\text{MgO}$  que se formaron.
- Investiga acerca de Antoine Lavoisier. Elabora una ficha con la información que recopiles y compártela con un compañero.
- Cuando un objeto de hierro se oxida, su masa aumenta. Con respecto a este enunciado, responde:
  - Esta afirmación, ¿contradice la ley de conservación de la materia?, ¿por qué?
  - Planifica una investigación experimental para comprobar que la masa en esta situación no cambia.

## Protagonistas de la ciencia

### María Belén Camarada U.



La doctora Camarada es directora del Centro de Nanotecnología Aplicada (CNAP) de la Universidad Mayor. Sus investigaciones se relacionan con la síntesis de nuevos nanomateriales para su aplicación en la biomedicina, en sistemas energéticos, entre otros. Por ejemplo, las nanopartículas de cobre se usan en la elaboración de insumos médicos, gracias a sus propiedades antibacterianas. Asimismo, algunos catalizadores que contienen nanopartículas de hierro se utilizan

en la fabricación de combustibles para cohetes, transformándolos en una sustancia mucho más eficiente.

**Fuente:** Centro de nanotecnología aplicada. (s. f). *Investigadores Principales Centro de Nanotecnología Aplicada*. Consultado el 3 de abril de 2020. <https://cnap.umayor.cl/nosotros/investigadores/maria-belen-camarada-uribe>

1. Infiere por qué es importante conocer los fenómenos de las reacciones químicas a escala atómica.
2. Investiga en qué otras áreas se usan los nanomateriales.
3. Explica la importancia que tienen las investigaciones como las que lidera la doctora Camarada.

## Ciencia en Chile

### Centro de Nanotecnología Aplicada (CNAP)

El Centro de Nanotecnología Aplicada (CNAP) de la Universidad Mayor ofrece soluciones tecnológicas asociadas a nuevos materiales para que puedan ser utilizados en diferentes áreas.

Está conformado por profesionales de distintas áreas, como físicos, químicos e ingenieros en bioinformática, los que, a través de un trabajo colaborativo, desarrollan nanomateriales, como por ejemplo: nanopartículas de cobre, de oro y grafeno, entre otros.

**Fuente:** Diario Mayor. (2018, 23 de enero). *U. Mayor inauguró nuevo Centro de Nanotecnología Aplicada (CNAP)*. <https://www.diariomayor.cl/investigacion/ciencia/428-investigacion-u-mayor-inauguro-nuevo-centro-de-nanotecnologia-aplicada-cnap>

1. Ingresa al siguiente *link* <https://clustersalud.americaeconomia.com/tiinnovacion/asi-avanza-el-uso-de-la-nanotecnologia-en-la-salud-en-chile> e investiga acerca de las ventajas de utilizar hoy los avances en nanotecnología.
2. Explica la relevancia que tiene el trabajo colaborativo en la realización de investigaciones científicas como las que se llevan a cabo en el CNAP.



El CNAP se encuentra en la sede de la Universidad Mayor de Huechuraba.

## Actividad final

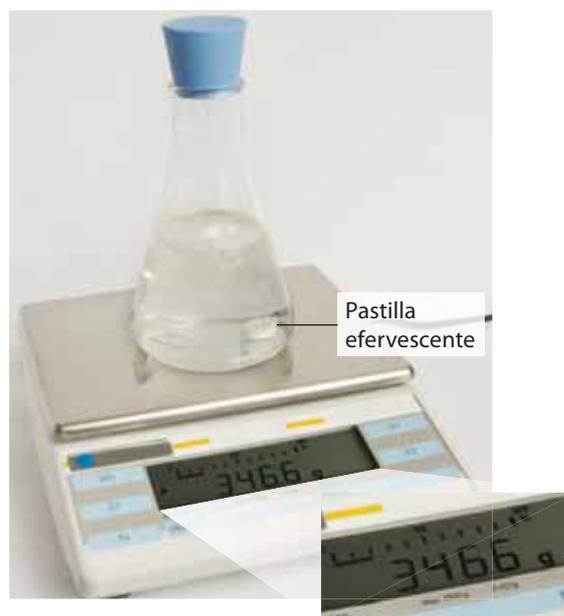
Junto con un compañero, reúnan los materiales (ver imágenes). Luego, realicen el procedimiento:

**A** Determinen y registren la masa del matraz vacío con el tapón y la de la pastilla efervescente.

**B**



**C** Sin retirar el matraz de la balanza, quiten el tapón con cuidado, agreguen la pastilla efervescente y vuelvan a taparlo rápidamente. Una vez que termine la reacción química, midan la masa y luego registren.



### Análisis de resultados

- Investiguen y formulen la ecuación química de la reacción.
- Procesen y analicen los datos para explicar la ley de conservación de la materia.
- Planteen dos conclusiones a partir de lo realizado.

## ¿Cómo voy?

Evaluación de proceso y progreso

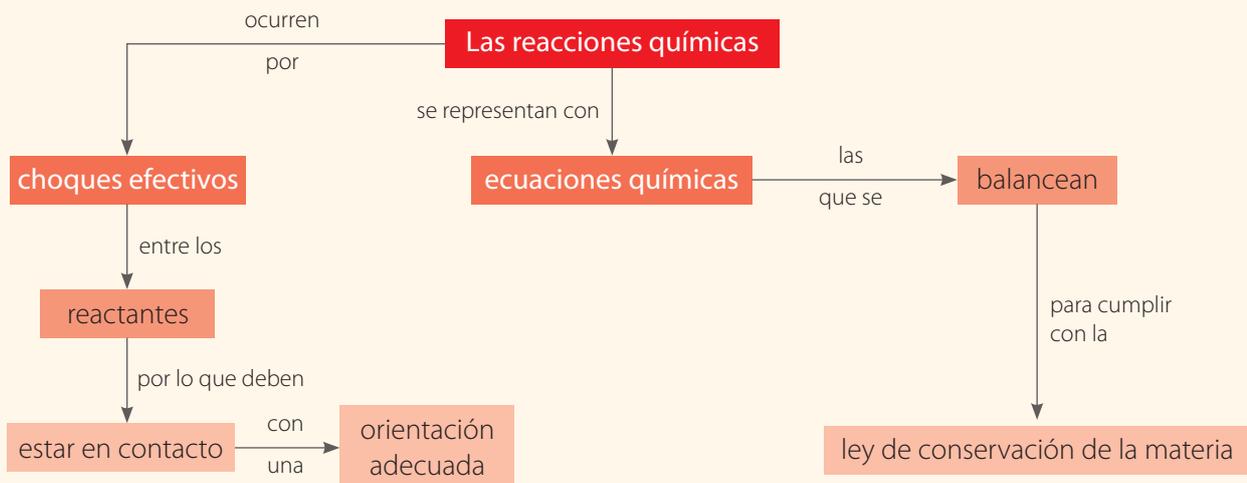
- A partir de la reacción de Mg con  $O_2$  para producir MgO, responde:
  - Formula la ecuación química balanceada.
  - Elabora un modelo que represente esta reacción.
  - Calcula los gramos de  $O_2$  que reaccionaron con 48 g de Mg para formar 80 g de MgO.
- Responde nuevamente las preguntas de la **página 38**. Para ello, aplica los nuevos conceptos que aprendiste.

### ¿Cómo aprendo?

- ¿Qué habilidades desarrollaste en la actividad final de esta página?
- ¿Qué estrategias usaste para resolver problemas relacionados con el balanceo de ecuaciones químicas?

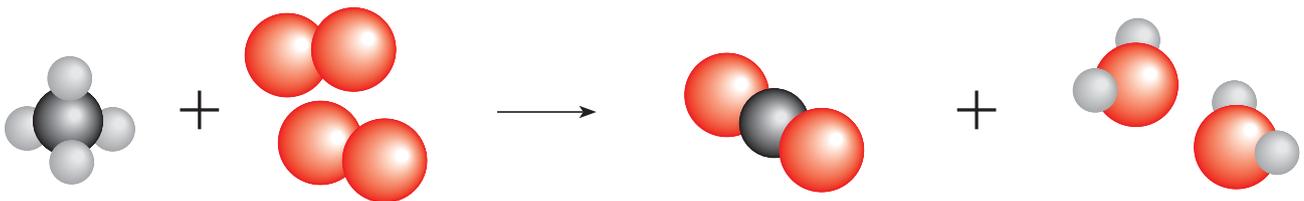
## Síntesis

El siguiente mapa conceptual relaciona los principales conceptos de la unidad:



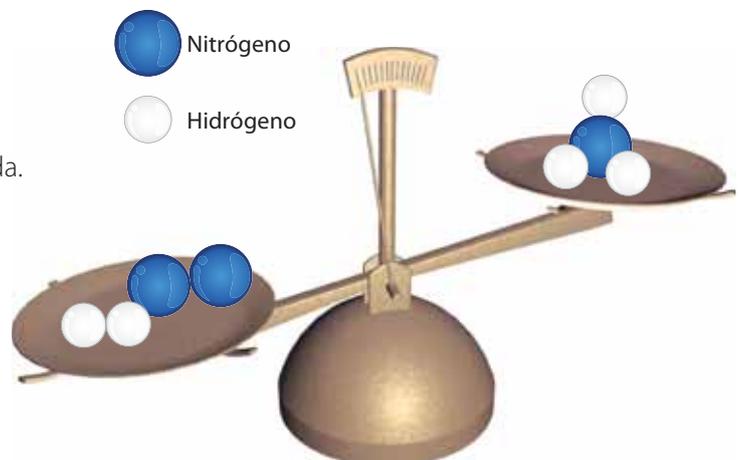
## Repaso mis aprendizajes

1. Elabora un esquema que te permita explicarle a un compañero la ley de conservación de la materia.
2. La siguiente reacción se produce al quemar gas natural. En el modelo, la esfera negra representa al átomo de carbono, la roja al de oxígeno y la blanca al de hidrógeno.



- a. Explica si este modelo cumple con la ley de conservación de la materia.
  - b. Formula la ecuación química balanceada.
3. El modelo de la derecha representa la reacción que ocurre entre el nitrógeno y el hidrógeno para formar amoníaco. Analízalo y realiza lo solicitado:

- a. Formula la ecuación química que representa este modelo.
- b. Analiza las modificaciones que harías para lograr que la balanza se mantenga equilibrada.
- c. Identifica los coeficientes estequiométricos.
- d. Formula la ecuación química balanceada.



4. El  $\text{SO}_2$  reacciona con el  $\text{O}_2$  para formar  $\text{SO}_3$ . Realiza lo que se solicita:
  - a. Formula la ecuación química e identifica la cantidad de cada tipo de átomo en reactantes y productos.
  - b. Explica si esta ecuación cumple con la ley de conservación de la materia.
  - c. Establece los pasos que debes seguir para balancear esta ecuación.
5. Formula la ecuación química balanceada entre el Mg y  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$  para formar  $\text{MgCl}_2$  y  $\text{H}_2$ .
6. La ecuación química  $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  representa la combustión del butano. Analízala y luego realiza lo siguiente:
  - a. Identifica la cantidad de átomos de cada elemento que hay en ambos lados de la ecuación y luego balancea la ecuación.
  - b. Si la masa atómica del carbono, oxígeno e hidrógeno es 12, 16 y 1 g/mol, respectivamente, calcula la masa molar y la masa en gramos de cada sustancia.
  - c. Calcula la masa en gramos total que hay en los reactantes y productos.
7. Analiza las siguientes ecuaciones químicas y balancéalas:
  - a.  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
  - b.  $\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - c.  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - d.  $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_3$
8. Si se introducen en un recipiente las cantidades adecuadas de  $\text{H}_2$  y de  $\text{O}_2$  para obtener cinco moléculas de  $\text{H}_2\text{O}_2$ :
  - a. Analiza cuántas moléculas de hidrógeno y de oxígeno se introdujeron en el recipiente.
  - b. Formula la ecuación química balanceada y comprueba si cumple con la ley de conservación de la materia, usando las masas atómicas del hidrógeno y del oxígeno.
9. Un estudiante afirmó que la ecuación no balanceada  $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$  se puede balancear así:  $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}_2$ . Fundamenta si estás de acuerdo con esta afirmación.

10. Reúne los materiales de la imagen y además, fósforos o mondadientes y plasticina de tres colores distintos. Luego, realiza el procedimiento.



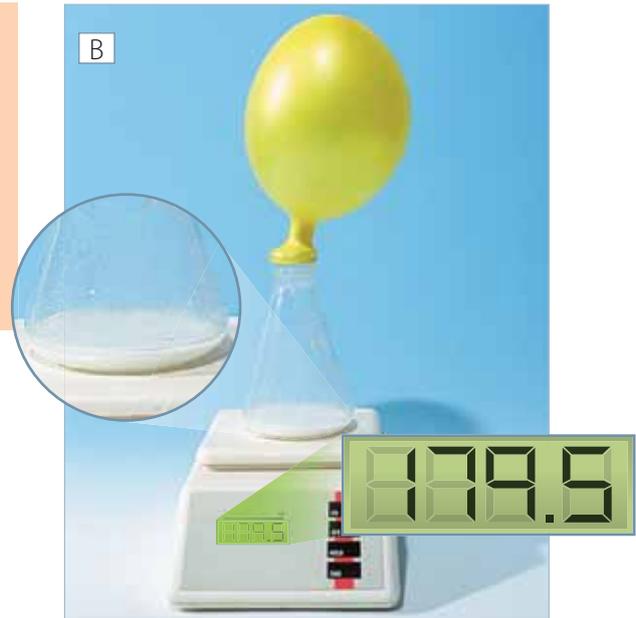
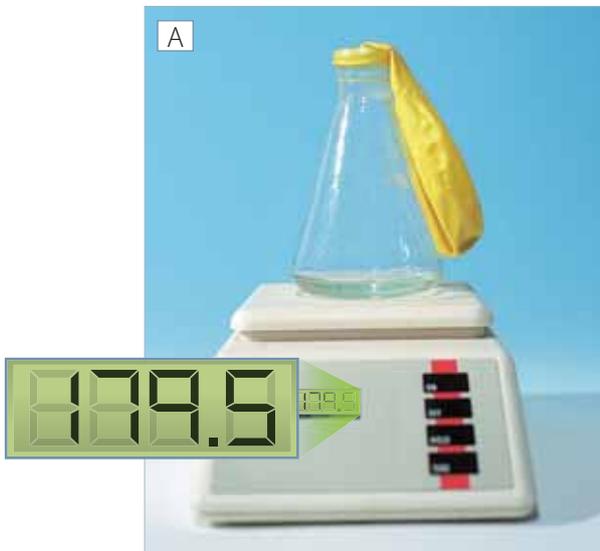
- B** Forma dos esferas de plasticina de un color las que representarán los átomos de hidrógeno, dos esferas de otro color, que corresponderán a los átomos de cloro y una del tercer color que simbolizará al átomo de cinc. Los fósforos o mondadientes serán los enlaces que unen los átomos.
- C** Utilizando los átomos modelados, elabora los modelos de Zn y de  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$ , los que reaccionan para formar  $\text{ZnCl}_2$  y  $\text{H}_2$ .

### Análisis de resultados

- a. Formula la ecuación química balanceada que representa esta reacción.
- b. Emplea los modelos que elaboraste para explicar cuáles son los enlaces que se rompen y los que se forman.

11. Lee el siguiente experimento y observa las imágenes. Luego, realiza lo solicitado.

Carolina colocó en un matraz 10 mL de agua destilada y luego añadió 6,2 mL de una solución de ácido clorhídrico ( $\text{HCl}_{(\text{ac})}$ ). Posteriormente, adicionó una tableta efervescente molida dentro de un globo y lo ubicó como se muestra en la imagen A. Posteriormente, vertió al matraz el contenido del globo. Sus resultados se muestran en la imagen B.



- Investiga y formula la ecuación química balanceada de este experimento.
- Describe las **evidencias** que te permiten afirmar que esta reacción cumple con la ley de conservación de la materia.
- Plantea dos conclusiones a partir de la experiencia realizada por Carolina.

12. Camilo realizó el montaje experimental que se muestra en la imagen. A partir de esto, realiza lo solicitado:

- Infiere las observaciones que piensas que hizo Camilo transcurridos tres minutos de calentamiento.
- Investiga la reacción química que se produce y luego formula la ecuación química balanceada.
- Al concluir el experimento, Camilo volvió a masar el contenido del tubo y registró 5,3 g. Explica a qué atribuyes la diferencia de masa antes y después de la reacción química.
- Fundamenta si esta reacción cumple con la ley de conservación de la materia.
- Plantea dos conclusiones a partir de esta experiencia.



Te invitamos a conocer el logro de tus aprendizajes.

1. Usa la analogía de los «autos chocadores» de las páginas 32 y 33 para explicar a un compañero la teoría de colisiones.
2. Considera la siguiente reacción:  $AB_2$  (B – A – B), reacciona con  $C_2$  (C – C), para formar  $AC_2$  (C – A – C) y  $B_2$  (B – B). Luego, realiza lo siguiente:
  - a. Formula la ecuación química.
  - b. Crea un modelo que te permita explicar cuáles son los enlaces que se rompen y los que se forman.
  - c. Identifica si la cantidad de átomos es la misma en los reactantes y productos.
  - d. Si 37 g de  $AB_2$  reaccionan completamente con 20 gramos de  $C_2$  produciendo 13 g de  $B_2$ , calcula la masa del producto  $AC_2$ .

3. En la siguiente reacción química:



- a. ¿Qué valores tienen los coeficientes **b**, **c** y **d**?
- b. Comprueba que la ecuación balanceada cumple con la ley de conservación de la materia. Explícale a un compañero.

- c. Considera que la masa atómica del nitrógeno, oxígeno e hidrógeno es 14, 16 y 1 g/mol, respectivamente. Calcula la masa molar y la masa en gramos de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .
  - d. Calcula la masa total de los reactantes y de los productos.
4. Lee la siguiente experiencia. Luego, realiza lo que se solicita.

Un estudiante masó una pera y la dejó por una semana a temperatura ambiente. Transcurrido ese tiempo, encontró la pera descompuesta y la volvió a masar.

- a. Explica si la descomposición de la pera es una reacción química.
- b. Infiere y explica los resultados que piensas que obtuvo el estudiante en relación con la masa de la pera.
- c. Plantea dos conclusiones a partir de esta experiencia.

## Gran idea de la Ciencia

1. Responde nuevamente: ¿al cortar una cebolla se produce una reacción química? Fundamenta a partir de lo aprendido.
2. Explica y señala qué temas de las lecciones 1 y 2 se relacionan con la Gran idea de la Ciencia señalada en la página 31.
3. Explica de qué manera lo que has aprendido acerca de las reacciones químicas y de la ley de conservación de la materia se relaciona con situaciones de la vida cotidiana.

# Nomenclatura inorgánica



Martín Salgado

Carolina López

Cristián Muñoz

En la sala de clases nuestros nombres nos permiten individualizarnos y nos distinguen de nuestros compañeros. Sin embargo, en ocasiones, dos o más estudiantes pueden tener el mismo nombre de pila. ¿Cómo logramos diferenciarlos, entonces? Habitualmente, esto se soluciona indicando, además, el primer apellido, por ejemplo: Cristián Muñoz y Cristián Martínez; Camila Torres y Camila Olivares.

Algo similar ocurre con los **compuestos químicos inorgánicos**, ya que al asignarles un nombre podemos distinguir unos de otros.

Este tipo de compuestos químicos se caracterizan por estar constituidos por diversos elementos y no tienen el carbono como átomo principal.

**Cuando dos elementos forman diferentes compuestos químicos, ¿cómo se pueden distinguir?**

## Gran idea de la Ciencia

El movimiento de un objeto depende de las interacciones en las que participa.



Camila Torres

Fabiola Jiménez

Camila Olivares

Cristián Martínez

# ¿Cómo se forman los compuestos binarios y ternarios?

Agua ( $H_2O$ ) en estado líquido.

## ¿Qué sé?

### Evaluación inicial

La laguna Miscanti se encuentra en el Altiplano andino en medio de volcanes y montañas a más de 4 000 m de altura. Forma parte de la Reserva Nacional Los Flamencos, y su paisaje mezcla el color del agua, los volcanes y el hielo producido por las bajas temperaturas en el lugar.

Por su riqueza natural, esta área alberga a numerosas especies animales, principalmente aves altiplánicas que utilizan las lagunas como zona reproductiva y de anidación. Se pueden encontrar la tagua cornuda, el pato juarjual y el flamenco chileno, entre muchas otras especies. En sus alrededores es posible hallar también 18 especies de mamíferos, como las vicuñas, los guanacos y las vizcachas, por ejemplo.

Además de su riqueza en flora y fauna, el desierto de Atacama es rico en **minerales** que sustentan, en gran medida, la economía de nuestro país. De hecho, Chile es una de las principales reservas, a nivel mundial, de **cobre, litio y molibdeno**.

1. Explica cómo se pueden reconocer los diferentes compuestos químicos presentes en el desierto.
2. Escribe las fórmulas químicas de tres compuestos que no estén identificados en la imagen.

Agua ( $H_2O$ ) en estado sólido.

En el aire hay gases disueltos, como el nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ), que es el que se encuentra en mayor cantidad.



Las rocas contienen sulfato de cobre(II) ( $CuSO_4$ ) y carbonato de litio ( $Li_2CO_3$ ), entre otros compuestos.

^ Laguna Miscanti, Altiplano, Región de Antofagasta.

# ¿Cómo se formulan los compuestos binarios y ternarios?

## Focaliza

La fórmula química es la representación de una sustancia pura, elemento o compuesto que indica su composición. Consigue una tabla periódica en el siguiente *link*: <https://www.quimicaysociedad.org/tabla-periodica/#1547028184540-b5717391-bd5d> y realiza lo solicitado.



1. Identifica los nombres y los símbolos químicos de los elementos que componen estos compuestos.
2. Identifica la cantidad y el tipo de iones presentes en los compuestos iónicos:  $NaCl$ ,  $AlCl_3$  y  $CaCO_3$ .
3. Identifica las fórmulas químicas que representan compuestos inorgánicos binarios (formados por dos tipos de elementos) y ternarios (formados por tres tipos de elementos).

## Explora

Cuando se unen dos o más elementos químicos para formar un compuesto, estos deben combinarse en una proporción tal que el compuesto resultante sea **eléctricamente neutro**. Por ello, se debe conocer el **número de oxidación** de los elementos presentes. Analiza las siguientes fórmulas químicas y realiza lo solicitado.



1. Explica si estas fórmulas químicas representan al mismo compuesto.
2. ¿Cómo te das cuenta que estos compuestos son eléctricamente neutros?
3. Si el número de oxidación del carbono en el  $CO$  es  $2+$  y el del oxígeno es  $2-$ , ¿cómo explicarías eléctricamente la fórmula del  $CO_2$ ?
4. Si el número de oxidación del oxígeno en el  $CO_2$  es  $2-$ , deduce el número de oxidación que presenta el carbono en dicho compuesto.
5. Investiga acerca de los compuestos iónicos y covalentes y su relación con la electronegatividad. Luego, determina qué tipo de compuestos son el  $CO$  y el  $CO_2$ .
6. Investiga los números de oxidación de los elementos de los grupos IA (1), IIA (2), IIIA (13), IVA (14), VA (15), VIA (16) y VIIA (17) de la tabla periódica y elabora un cuadro resumen con la información recopilada.

### Ayuda

El **número de oxidación** es la cantidad de electrones que un átomo puede ceder o ganar para formar un **compuesto iónico**. Este valor es negativo si gana electrones, y positivo si los cede.

En los **compuestos covalentes**, se asigna un número de oxidación negativo al elemento más electronegativo, y uno positivo al menos electronegativo.

## Reflexiona

Al formarse un **compuesto químico** se pueden unir **dos elementos diferentes**, dando origen a los denominados **compuestos binarios**. También, pueden unirse **tres elementos distintos**, formando **compuestos ternarios**.

Para formular un compuesto químico, binario o ternario, se deben **intercambiar los números de oxidación** entre los elementos que constituyen el compuesto, para lo cual se tienen que conocer dichos números. Si el compuesto químico está formado por grupos de elementos, se intercambiarán sus cargas eléctricas..

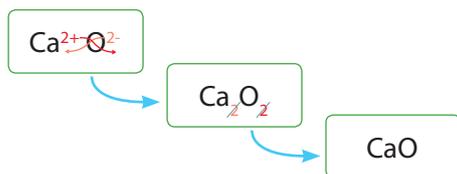
Para formular un compuesto se debe escribir el elemento más electropositivo primero. Observa y analiza los siguientes ejemplos:

### Ejemplo 1

Para formular el **compuesto binario** óxido de calcio, primero se escribe el símbolo químico del calcio (Ca), y luego el del oxígeno (O).

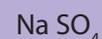


Luego, se intercambian los números de oxidación, que para el Ca es 2+ y para el O es 2-, y se escriben como subíndices, sin el signo. Si es posible, se simplifican los subíndices, obteniéndose la fórmula CaO.



### Ejemplo 2

Para formular el compuesto ternario sulfato de sodio, primero se escribe el símbolo químico del sodio (Na), y luego el del anión sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).



Posteriormente, se intercambian el número de oxidación, que para el Na es +1 y la carga del ion  $\text{SO}_4^{2-}$  que es 2-, y se escriben como subíndices, sin el signo. Si es posible, se simplifican los subíndices. Como en este caso no se pueden simplificar, se obtiene la fórmula  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .



**Importante** El número 1 no se escribe en las fórmulas químicas.

## Aplica

Desarrolla la fórmula química que representa cada uno de los siguientes compuestos binarios y ternarios. Considera los números de oxidación indicados para los elementos y para el grupo de elementos es la carga del ion.

1. Óxido de potasio: número de oxidación del potasio (K), 1+ y del oxígeno (O), 2-.
2. Hidruro de calcio: número de oxidación del calcio (Ca), 2+ y del hidrógeno (H), 1-.
3. Fluoruro de berilio: número de oxidación del berilio (Be), 2+ y del flúor (F), 1-.
4. Hidróxido de hierro(II); número de oxidación del hierro (Fe), 2+ y carga del ion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ), 1-.
5. Nitrato de sodio: número de oxidación del sodio (Na), 1+ y carga del ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), 1-.

# Números de oxidación: la clave en la formación de compuestos

## Focaliza

1. El dióxido de azufre es un compuesto binario del tipo óxido no metálico y presenta los elementos no metálicos azufre y oxígeno. La fórmula general de los óxidos no metálicos es  $Nm_xO_y$ , donde Nm es el símbolo químico del no metal y O es el del oxígeno; además, x es el número de oxidación del oxígeno (en este caso, 2-), mientras que y es el del no metal (en este compuesto, 4+). A partir de la información, escribe la fórmula química del dióxido de azufre.
2. Escribe las fórmulas químicas de los dos óxidos no metálicos del nitrógeno, sabiendo que el número de oxidación del nitrógeno en estos compuestos es 3+ y 5+, y el del oxígeno en ambos es 2-.

## Explora

Los **compuestos inorgánicos binarios** y **ternarios** se clasifican en familias, llamadas **funciones inorgánicas**, según sus características y propiedades. Analiza el siguiente cuadro. Luego, responde.

Compuestos binarios		
Formulación de la función inorgánica	Fórmula general y ejemplo	Interpretación de la fórmula general
Los <b>óxidos metálicos</b> se formulan combinando un metal con oxígeno.	$M_xO_y$ $Fe_2O_3$	M: símbolo del metal. O: símbolo del oxígeno. x: número de oxidación del oxígeno. y: número de oxidación del metal.
Los <b>hidruros no metálicos</b> se formulan combinando un no metal de los grupos VIA (16) o VIIA (17) con hidrógeno.	$H_xNm$ $H_2S$	H: símbolo del hidrógeno. Nm: símbolo del no metal. x: número de oxidación del no metal.
Las <b>sales binarias</b> se formulan combinando un metal con un no metal de los grupos VIA (16) o VIIA (17).	$M_xNm_y$ KCl	M: símbolo del metal. Nm: símbolo del no metal. x: número de oxidación del no metal. y: número de oxidación del metal.

1. ¿Por qué piensas que es importante conocer el número de oxidación que tiene un elemento en un compuesto químico?
2. Investiga acerca de la formulación de los hidróxidos, oxoácidos, sales ternarias, óxidos no metálicos e hidruros metálicos. Luego, elabora un cuadro resumen en tu cuaderno similar al de esta página.

## Reflexiona

Es fundamental conocer el número de oxidación de un elemento. Para ello, la IUPAC ha establecido distintas reglas; estas son:

Regla		Ejemplo
1.	El número de oxidación de todos los elementos en estado libre, es decir, no combinado, es cero.	En los átomos no combinados K y Na y en estado libre $O_2$ y $H_2$ el número de oxidación es 0.
2.	El número de oxidación del hidrógeno en todo compuesto es 1+, excepto en los hidruros (compuestos binarios) metálicos como LiH, en los que es 1-.	El número de oxidación del hidrógeno en el $H_2SO_4$ es 1+; este compuesto no es un hidruro.
3.	El número de oxidación del oxígeno en todo compuesto es 2-, excepto en los peróxidos (compuestos binarios) como $H_2O_2$ , en los que es 1-.	El número de oxidación del oxígeno en el $HNO_3$ es 2-; este compuesto no es un peróxido.
4.	El número de oxidación de un ion monoatómico, es decir, formado por un solo átomo, es igual a su carga eléctrica.	El catión $Na^+$ tiene un número de oxidación igual a 1+ y en el $Mg^{2+}$ , 2+.
5.	En todo compuesto eléctricamente neutro, la suma algebraica de los números de oxidación de sus elementos, multiplicados por los subíndices correspondientes, es igual a cero.	En el óxido de aluminio $Al_2O_3$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de oxidación de aluminio: 3+</li> <li>• Número de oxidación de oxígeno: 2-</li> <li>• Número de oxidación del compuesto:  <math>(3+ \cdot 2) + (2- \cdot 3) = 0</math></li> </ul>
6.	En un ion poliatómico, la suma algebraica de los números de oxidación de los elementos multiplicados por sus subíndices es igual a la carga del ion.	En el ion sulfato $SO_4^{2-}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de oxidación de azufre: 6+</li> <li>• Número de oxidación de oxígeno: 2-</li> <li>• Carga del ion poliatómico: <math>(6+ \cdot 1) + (2- \cdot 4) = 2-</math></li> </ul>
7.	Al escribir la fórmula del compuesto, se ponen primero los elementos que actúan con número de oxidación positivo, ubicando el más electropositivo primero, de izquierda a derecha..	En el óxido de hierro (III) $Fe_2O_3$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de oxidación de hierro: 3+</li> <li>• Número de oxidación de oxígeno: 2-</li> </ul>

## Aplica

1. Observa las siguientes fórmulas químicas. Luego, responde lo solicitado.



- Explica las reglas que necesitas aplicar para determinar los números de oxidación de todos los átomos que forman estos compuestos.
  - Aplica las reglas de esta página para determinar los números de oxidación que están presentes en todos los átomos de estos compuestos químicos.
2. Determina el número de oxidación del átomo marcado con rojo en las siguientes fórmulas químicas, que representan algunos compuestos químicos.



### El Imperio romano y el tratamiento del agua



A lo largo de la historia, los pueblos que lograron transformarse en civilizaciones contaron con un mecanismo de tratamiento del agua para el consumo de sus habitantes. Las mejoras en las condiciones sanitarias de la población no solo disminuyeron la cantidad de enfermos y muertes, sino que, además, aumentaron la expectativa de vida de las personas.

En el caso del Imperio romano, su sistema de tratamiento de agua era bastante avanzado en relación con los conocimientos que se disponían en la época. Este consistía en un intrincado sistema de cañerías fabricadas con plomo. Este elemento es un metal que

se acumula en el cuerpo y, a medida que se incrementa la cantidad ingerida, disminuye la capacidad del organismo para eliminarlo.

El paso del agua por las cañerías de plomo en la Antigua Roma la contaminaba con plomo, y así era consumida por los habitantes de la ciudad.

En la actualidad, se sabe que el envenenamiento por plomo, o saturnismo, provoca daño cerebral. Por ello, algunos investigadores piensan que su ingestión contribuyó al fracaso de la clase gobernante romana y precipitó la caída del Imperio.

Fuente: Rincón, R. (2018, 7 de abril). «La Sapa» o el «Mal Saturnino». El veneno que acabó con Roma.  
<https://www.esdiario.com/276349430/-La-Sapa-o-el-Mal-Saturnino.-El-veneno-que-acabo-con-Roma.html>

## El saturnismo: una enfermedad de la Antigua Roma

1. A la luz de la lectura, menciona tres conclusiones que se relacionen con la importancia que tiene la química para la sociedad.
2. Investiga acerca del material con el que se construyen los ductos que transportan el agua en Chile en la actualidad.
3. Investiga el nombre y la fórmula química del compuesto inorgánico formado cuando el plomo y el agua reaccionan en presencia de oxígeno.

## Actividad final

Junto con un compañero, reúnan los materiales (ver imágenes), dos espátulas, balanza, mechero, rejilla y trípode. Luego, lean los antecedentes y realicen el procedimiento.

### Antecedentes

El manganeso presenta números de oxidación desde el 1+ al 7+ según el compuesto químico en el que se encuentre. Sin embargo, el manganeso con los números de oxidación 1+ y 5+ tienen un comportamiento poco frecuente.



### Precaución

Usa delantal abotonado, gafas de seguridad, guantes y el cabello amarrado para evitar accidentes. No toques el NaOH ni el  $\text{KMnO}_4$ ; usa siempre una espátula. Calienta suavemente la solución para evitar salpicaduras.

A

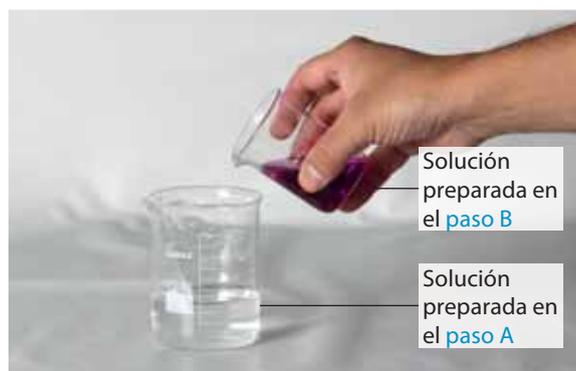


B Registren el color de la mezcla.



C Viertan la mezcla que prepararon en el [paso B](#) en un vaso de precipitado de 50 mL hasta  $\frac{3}{4}$  de su capacidad.

D



### Análisis de resultados

- Investiguen la reacción química y escriban la ecuación química balanceada en sus cuadernos.
- Expliquen la relación que hay entre el número de oxidación del manganeso con las diferencias de color observadas.
- Investiguen y escojan un formato para comunicar sus resultados.

E Calienten suavemente la solución obtenida sin que alcance la ebullición.

## ¿Cómo voy?

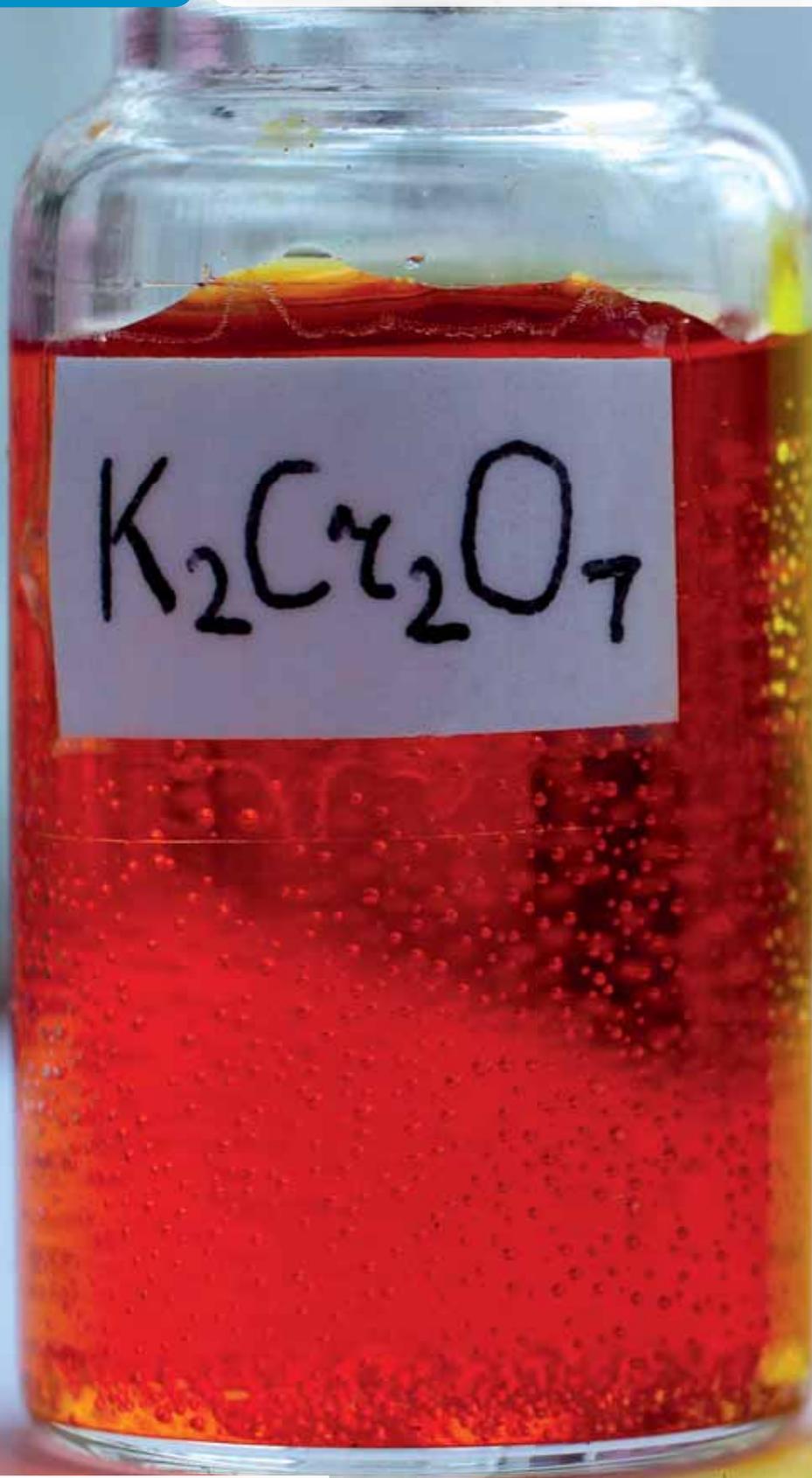
Evaluación de proceso y progreso

- Desarrolla las fórmulas de los compuestos que forma el azufre con el oxígeno y el hidrógeno. Los números de oxidación del azufre son 4+, 6+ y 2-; del oxígeno 2- y del hidrógeno 1+.

## ¿Cómo aprendo?

- ¿Has sido responsable de tu propio aprendizaje? Piensa en tus obligaciones, la toma de decisiones y el cumplimiento de tus deberes, entre otros aspectos.

# ¿Cómo nombrar compuestos binarios y ternarios?





## ¿Qué sé?

Evaluación inicial

Muchas sustancias químicas tienen denominaciones en el lenguaje popular que no entregan información sobre la fórmula química del compuesto, por lo que se conocen como **nombres comunes** o **tradicionales**. Por ejemplo, sal es el nombre común del cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y leche de magnesia es el nombre tradicional del hidróxido de magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ).

Para nombrar los compuestos químicos y que estos sean aceptados por la comunidad científica, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (**IUPAC**, por sus siglas en inglés) establece un conjunto de reglas, aceptadas por convención en todo el mundo, para denominar los compuestos químicos.

1. Investiga los nombres de los compuestos químicos de la imagen.
2. Menciona los nombres de tres compuestos químicos que conozcas.

# ¿Qué reglas se usan para nombrar

# compuestos binarios y ternarios?

## Focaliza

En general, la IUPAC acepta dos nomenclaturas para nombrar los compuestos inorgánicos binarios y ternarios: la **nomenclatura Stock**, que utiliza números romanos en paréntesis para indicar el número de oxidación del elemento, y la **nomenclatura sistemática**, que emplea prefijos griegos como mono (1 átomo), di (2 átomos), tri (3 átomos), tetra (4 átomos) y penta (5 átomos), entre otros, para indicar la cantidad de átomos de los elementos presentes en el compuesto.

Observa las fórmulas químicas y lee los nombres de los siguientes compuestos. A continuación, identifica el tipo de nomenclatura con la que se nombra cada uno de ellos:

1.  $\text{FeO}$ , óxido de hierro(II).
2.  $\text{P}_2\text{O}_5$ , pentóxido de difósforo.
3.  $\text{NH}_3$ , trihidruro de nitrógeno.
4.  $\text{FeCl}_3$ , cloruro de hierro(III).
5.  $\text{CuClO}_2$ , clorito de cobre(I).
6.  $\text{Zn(OH)}_2$ , dihidróxido de cinc.

## Explora

1. Investiga los nombres sistemáticos y de Stock de los siguientes compuestos. Para los oxoácidos, investiga sus nombres tradicionales:

Compuestos binarios:

- a.  $\text{HgCl}_2$     b.  $\text{Fe}_2\text{S}_3$     c.  $\text{AsH}_3$     d.  $\text{SbH}_3$     e.  $\text{BiH}_3$     f.  $\text{CO}_2$     g.  $\text{SO}_2$     h.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

Compuestos ternarios:

- i.  $\text{Fe(OH)}_3$     j.  $\text{H}_2\text{CO}_3$     k.  $\text{HNO}_2$     l.  $\text{H}_2\text{SO}_3$     m.  $\text{HCN}$     n.  $\text{HClO}$     ñ.  $\text{HClO}_3$     o.  $\text{H}_2\text{MnO}_4$

2. Investiga las fórmulas químicas que representan los nombres sistemáticos, de Stock o tradicionales de los siguientes compuestos:

- |                          |                            |                          |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| a. Dihidróxido de cobre  | e. Tetrahidruro de silicio | i. Ácido clórico         |
| b. Ácido nítrico         | f. Óxido de carbono(IV)    | j. Ácido perclórico      |
| c. Ácido sulfúrico       | g. Óxido de azufre(VI)     | k. Monóxido de hidrógeno |
| d. Trihidruro de fósforo | h. Óxido de hierro(II)     | l. Cloruro de hidrógeno  |

3. La nomenclatura tradicional incluye nombres comunes que no son recomendados por la IUPAC. Sin embargo, algunos casos son aceptados, como, por ejemplo, el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Investiga los nombres tradicionales (aceptados por la IUPAC) de las siguientes sales ternarias:

- a.  $\text{KMnO}_4$     b.  $\text{NaHCO}_3$     c.  $\text{AgNO}_3$

4. ¿Por qué piensas que la IUPAC no recomienda el uso de nombres tradicionales para denominar los compuestos químicos?
5. Investiga cómo se les asignaba el nombre a los compuestos químicos cuando no existía la IUPAC.

## Reflexiona

Algunos **compuestos binarios** son los **óxidos metálicos** y **no metálicos**, los **hidruros no metálicos**, los **hidruros metálicos** y las **sales binarias**. A continuación, se explican algunas de las reglas aceptadas por la IUPAC para denominarlos:

### Óxidos metálicos y no metálicos

La nomenclatura sistemática emplea los prefijos griegos de cantidad para designar el número de elementos en el compuesto. Si se utiliza la nomenclatura Stock, se escribe «**óxido de**», seguido por el nombre del metal o del no metal con el número de oxidación en números romanos y entre paréntesis.

### Hidruros no metálicos

La nomenclatura sistemática emplea la raíz del nombre del elemento no metálico terminado en **-uro**, seguido por la expresión «**de hidrógeno**» si hay un solo hidrógeno. Si hay más de uno, se coloca el prefijo de cantidad según los hidrógenos que tenga.

### Sales binarias

La nomenclatura sistemática emplea los prefijos de cantidad del elemento no metálico, más su nombre con la terminación **-uro**, seguido del nombre del metal. En la nomenclatura Stock, se escribe el nombre del no metal, seguido por la terminación «**uro de**» y por el nombre del metal con el número de oxidación en números romanos entre paréntesis.

### Hidruros metálicos

La nomenclatura sistemática usa los prefijos de cantidad para la palabra «**hidruro**» y para el metal. Si se utiliza la nomenclatura Stock, se escribe «**hidruro de**», seguido por el nombre del metal con el número de oxidación en números romanos entre paréntesis.

Algunos **compuestos ternarios** son los **hidróxidos**, los **oxoácidos** y las **sales ternarias**. Los siguientes cuadros muestran algunas de las reglas aceptadas para nombrarlos:

### Hidróxidos

La nomenclatura sistemática emplea los prefijos para designar la cantidad de grupos (OH), denominado «**hidróxido**», cuya carga es 1-, seguido por el nombre del metal. En la nomenclatura Stock, se escribe «**hidróxido de**», seguido por el nombre del metal con su número de oxidación en números romanos entre paréntesis.

### Oxácidos

La IUPAC acepta los nombres tradicionales de algunos oxoácidos, como los siguientes: ácido carbónico, ácido nitroso, ácido nítrico, ácido sulfuroso, ácido sulfúrico, ácido dicrómico, ácido crómico, ácido mangánico y permangánico, entre otros.

### Sales ternarias

En la nomenclatura Stock, se escriben el nombre del no metal, terminado en **-ito** (menor número de oxidación) y **-ato** (mayor número de oxidación), y el nombre del metal con su número de oxidación en números romanos entre paréntesis.

## Aplica

- Usa las reglas aceptadas por la IUPAC para nombrar los siguientes compuestos:
  - $\text{CrCl}_3$
  - $\text{MnO}_2$
  - $\text{PbH}_4$
  - $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - $\text{KMnO}_4$
  - $\text{SO}_3$
- Desarrolla la fórmula de los siguientes compuestos químicos a partir de sus nombres:
  - Dióxido de azufre
  - Trióxido de dicromo
  - Sulfuro de dihidrógeno
  - Tetrahidróxido de plomo
  - Nitrito de calcio
  - Hidruro de plomo(II)

## Protagonistas de la ciencia

### Irma Crivelli P.

Licenciada y doctora en Ciencias de la Universidad de Chile y profesora adjunta de esta universidad. Se dedica al estudio de la química bioinorgánica, área que busca comprender cómo los compuestos inorgánicos participan en procesos vitales, por ejemplo, la afinidad que presenta el CO con la hemoglobina versus la afinidad del O<sub>2</sub> con esta, lo que explica cómo ocurren las intoxicaciones por CO.

Fuente: Eured. (s. f.). *Química bioinorgánica*. Consultado el 19 de noviembre de 2020. [https://www.ecured.cu/Qu%C3%ADmica\\_bioinorg%C3%A1nica](https://www.ecured.cu/Qu%C3%ADmica_bioinorg%C3%A1nica)

Ingresa al *link*: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-DatosEnEspaol/> y responde:

1. ¿Cuáles son los efectos de la deficiencia de cinc en el cuerpo humano?
2. ¿Cuál es la dosis diaria de cinc que debe ingerir una persona de tu edad y en qué alimentos se encuentra?
3. Investiga sobre los suplementos de cinc que hay en el mercado e identifica qué compuesto inorgánico presenta en su composición.

## Ciencia en Chile

### Departamento de Química, Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile

Este departamento ha logrado un desarrollo significativo en las áreas más importantes de la química. Uno de sus objetivos es contribuir a la difusión y enseñanza de la química y tiene como misión fundamental desarrollar investigaciones que apunten a la ampliación del conocimiento de la química. Dentro de sus subunidades se encuentra el área de química inorgánica, que tiene como objetivo contribuir al conocimiento en Chile y en el extranjero de esta importante área del conocimiento.

Fuente: Universidad de Chile. (s. f.). *Departamentos*. Consultado el 15 de marzo de 2020. <http://www.ciencias.uchile.cl/Departamentos/quimica.html>

1. ¿Qué importancia tiene para el desarrollo científico la existencia del Departamento de Química de esta facultad?
2. Explica la relevancia que tiene el trabajo de la IUPAC en la elaboración de publicaciones que se realizan en este departamento.



## Actividad final

1. Aplica las reglas IUPAC para nombrar los siguientes compuestos:
  - a.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
  - b.  $\text{MgO}$
  - c.  $\text{AlH}_3$
  - d.  $\text{HCl}$
  - e.  $\text{FeS}$
  - f.  $\text{LiH}$
  - g.  $\text{H}_2\text{S}$
  - h.  $\text{FeBr}_2$
  - i.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
  - j.  $\text{Pb}(\text{SO}_4)_2$
  - k.  $\text{NaOH}$
  - l.  $\text{LiClO}_3$
  - m.  $\text{KNO}_3$
  - n.  $\text{NaMnO}_4$
  - ñ.  $\text{HF}$
  - o.  $\text{H}_2\text{CO}_3$
2. Explica cómo se forman estos compuestos químicos.
3. Usa los nombres de los siguientes compuestos para desarrollar sus fórmulas químicas:
  - a. Hidruro de sodio
  - b. Seleniuro de dihidrógeno
  - c. Sulfuro de dipotasio
  - d. Óxido de cloro(V)
  - e. Yoduro de oro(III)
  - f. Ácido manganeso o ácido de manganeso(IV)
4. En tu cuaderno, elabora un resumen que contenga las reglas de nomenclatura de los compuestos binarios y ternarios estudiados en esta lección.

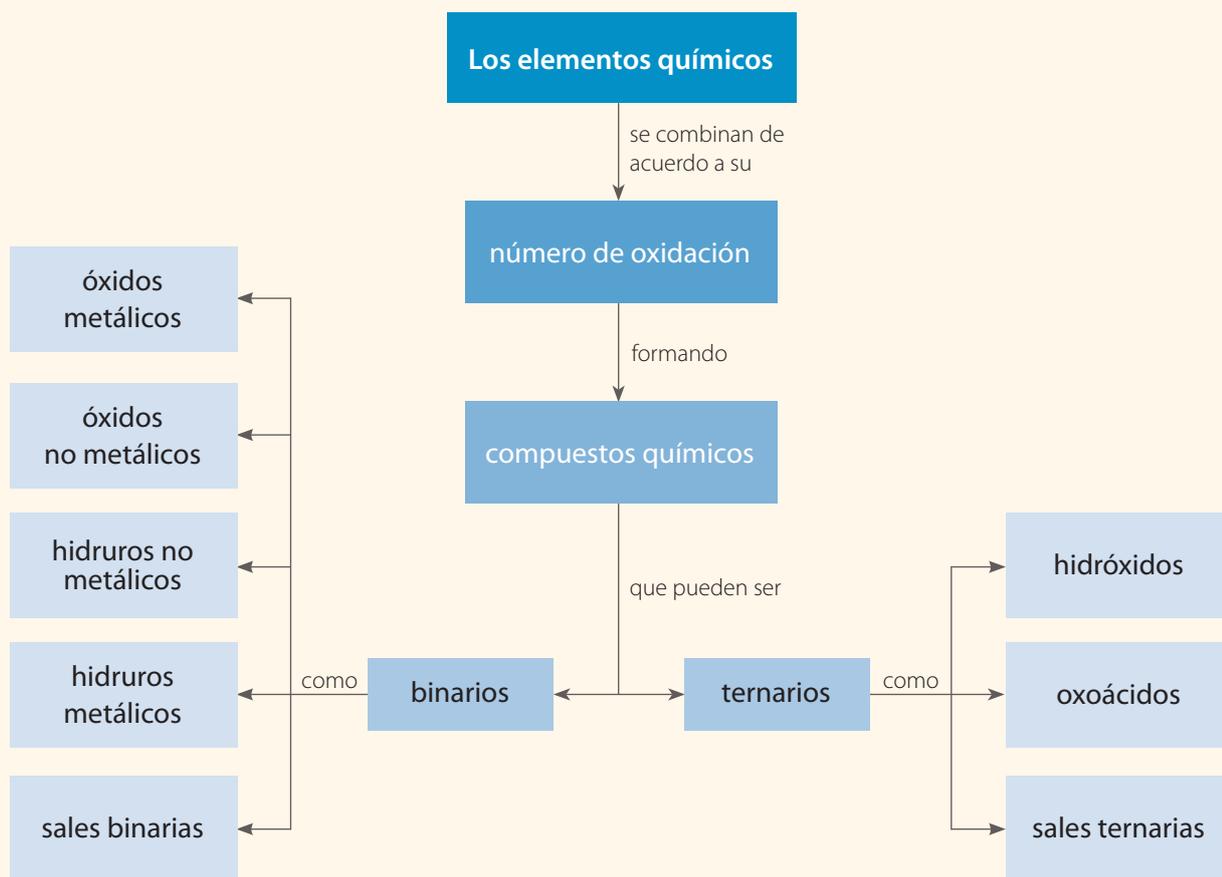
## ¿Cómo voy?

### Evaluación de proceso y progreso

1. Para fabricar vidrio se mezcla carbonato de sodio y carbonato de calcio con óxido de silicio(IV) (arena) a altas temperaturas. Si se agregan compuestos que contengan metales como óxido de manganeso(IV), se obtienen vidrios color violeta; con el óxido de hierro(II), color verde, y con el óxido de cobalto(II), azul. Escribe la fórmula de las sales y óxidos mencionados.
2. En la agricultura se utilizan diversas sustancias como abono para las tierras de cultivo, por ejemplo,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  y  $\text{ZnSO}_4$ . Aplica las reglas IUPAC y nombra estos compuestos.
3. Responde nuevamente las preguntas de la **página 61**. Para ello, aplica las reglas IUPAC que aprendiste.

### ¿Cómo aprendo?

1. ¿En qué secciones de la lección requeriste más tiempo para desarrollarlas?
2. ¿Consideras que has sido autónomo en tu aprendizaje?, ¿cómo te das cuenta?

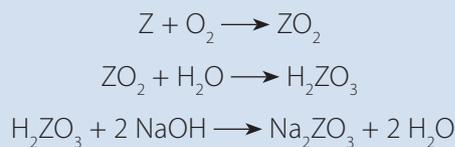


## Repaso mis aprendizajes

- Elabora un cuadro resumen que contenga las ideas principales de la unidad. Para ello, usa los conceptos del mapa conceptual e incluye otros.
- Con los elementos O, H, Be, Na, Te y P, desarrolla en tu cuaderno la fórmula de:
  - Un óxido no metálico
  - Un óxido metálico
  - Un hidruro metálico
  - Un hidróxido
  - Una sal binaria
- Desarrolla la fórmula de algunos compuestos inorgánicos binarios que contengan oxígeno que se puedan formar con los siguientes elementos:
 

a. Estaño	b. Yodo	c. Selenio	d. Cromo	e. Rubidio
-----------	---------	------------	----------	------------

4. Formula y nombra el compuesto que se forma en cada caso.
  - a. Cuando el yodo con número de oxidación 7+ se combina con el oxígeno.
  - b. Cuando en el compuesto  $\text{HNO}_3$  se reemplaza el hidrógeno por  $\text{Al}^{+3}$ .
5. Los hidróxidos son muy utilizados en la industria: por ejemplo, los hidróxidos de sodio y de potasio se usan para fabricar los jabones; el hidróxido de calcio (cal apagada) se emplea en la fabricación de yeso y cemento; y el hidróxido de magnesio se ocupa en medicina como laxante o antiácido. Desarrolla las fórmulas de los compuestos químicos mencionados, considerando que el sodio y el potasio se encuentran en el grupo IA (1) y el calcio y el magnesio en el IIA (2).
6. Relaciona los iones que se indican y forma los compuestos correspondientes. Luego, escribe sus fórmulas químicas y su respectivo nombre IUPAC en tu cuaderno.
  - a.  $\text{Al}^{3+}$  y  $\text{NO}_3^-$
  - b.  $\text{Na}^+$  y  $\text{ClO}^-$
  - c.  $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{OH}^-$
  - d.  $\text{Cu}^{2+}$  y  $\text{O}^{2-}$
7. En un trabajo de investigación, se determinó que un elemento Z reacciona según las siguientes ecuaciones químicas:



De acuerdo con esta información, Analiza y establece el tipo de compuesto que se forma en cada reacción química.

8. En parejas, analicen la siguiente información. Luego, realicen lo solicitado.
 

**Muchos óxidos expulsados por los automóviles, fábricas y sistemas de calefacción de los edificios, al subir a la atmósfera reaccionan con el agua y se forman ácidos que caen a la superficie de la Tierra junto con la lluvia, en un fenómeno conocido como «lluvia ácida». Esta tiene muchos efectos negativos, ya que contamina el agua de los ríos y los lagos, destruye la flora y afecta la salud de las personas y otros seres vivos.**

  - a. Argumenten su punto de vista sobre cada una de las siguientes alternativas de solución que se presentan en relación con el problema de la lluvia ácida.
 

**Alternativa A:** Reducir el contenido de azufre en los diferentes combustibles.

**Alternativa B:** Impulsar el uso del gas natural en diversas industrias.
  - b. Organicen una presentación digital para explicar y promover acciones que eviten el aumento del efecto de la lluvia ácida. Luego, compartan la presentación con sus compañeros.
9. Así como utilizamos el lenguaje para comunicarnos cotidianamente, en química se emplea un lenguaje universalmente conocido basado en un sistema llamado **nomenclatura**. Este permite escribir las fórmulas o los nombres de los compuestos químicos. Explica la importancia que tiene este «lenguaje químico».

10. Reúne los materiales y realiza el procedimiento. Tu profesor te dará indicaciones para usar el mechero.



B Registra tus observaciones.

### Análisis de resultados

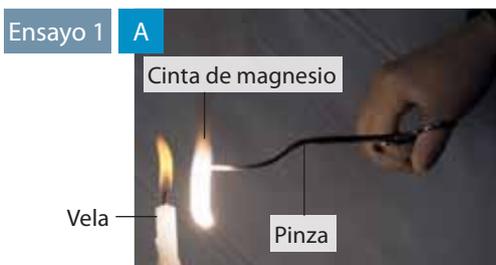
- El compuesto formado, ¿es binario o ternario?
- Formula y nombra la sustancia obtenida.



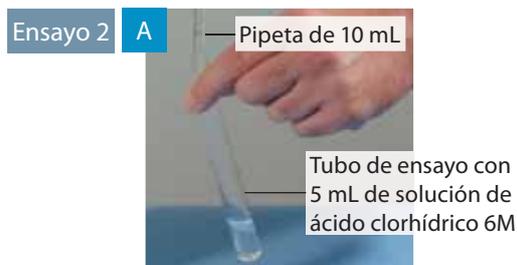
11. Reúne los materiales (ver imágenes), un vidrio de reloj y una gradilla. Luego, realiza los ensayos 1 y 2.

### Precaución

Usa delantal abotonado, gafas de seguridad, guantes y el cabello amarrado para evitar accidentes. Para el ensayo 1, no mires directamente la reacción, ya que puede causar daño ocular. Ten cuidado al manipular la vela encendida. Para el ensayo 2, sé cuidadoso al sacar ácido del envase y no te acerques demasiado a la boca del tubo de ensayo para no inhalar vapores irritantes provenientes del ácido clorhídrico.



B Apaga la vela y coloca el magnesio (Mg) ardiendo en el vidrio de reloj hasta que se consuma completamente. Reserva el producto formado.



B Coloca el tubo en la gradilla y agrega con cuidado un trozo de cinta de magnesio (Mg). Observa hasta que cese la reacción y registra.

### Análisis de resultados

- Explica qué tipo de compuesto binario se formó en el ensayo 1.
- Explica por qué se formó un compuesto binario en el ensayo 2.
- Compara los compuestos que forma el magnesio al arder y al reaccionar con un ácido.

12. Reúne los materiales (ver imagen). Luego, realiza el procedimiento.



### Análisis de resultados

- Investiga el pH de los hidróxidos.
- ¿Qué compuesto se obtuvo?, ¿qué evidencias te permiten afirmar tu respuesta?

Te invitamos a conocer el logro de tus aprendizajes.

1. Analiza las siguientes fórmulas químicas que representan distintos compuestos. Luego, responde lo solicitado.



- a. ¿Qué tipos de compuestos representan estas fórmulas?
  - b. Identifica los elementos químicos que están presentes en las fórmulas, ¿en qué proporción se encuentran?
2. Dados los siguientes compuestos, clasifícalos según dos criterios: cantidad de elementos diferentes y función química inorgánica.

- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| a. $\text{CO}_2$         | e. $\text{NaCl}$                |
| b. $\text{Na}_2\text{O}$ | f. $\text{HNO}_3$               |
| c. $\text{H}_2\text{S}$  | g. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |
| d. $\text{LiH}$          |                                 |

3. A partir de la secuencia dada, formula y nombra los productos A y B que se forman. Considera que A es un compuesto binario y B uno ternario.



4. Analiza las siguientes fórmulas químicas y luego responde:



- a. ¿Qué reglas necesitas aplicar para determinar los números de oxidación de los elementos presentes en estos compuestos químicos?
  - b. Determina los números de oxidación de los elementos que constituyen estos compuestos.
5. Aplica las reglas de nomenclatura aceptadas por la IUPAC y escribe en tu cuaderno los nombres de los siguientes compuestos químicos:

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| a. $\text{HClO}_4$         | g. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ |
| b. $\text{ZnO}$            | h. $\text{MgCl}_2$          |
| c. $\text{CuCO}_3$         | i. $\text{Al}_2\text{S}_3$  |
| d. $\text{KCl}$            | j. $\text{HClO}_3$          |
| e. $\text{H}_3\text{PO}_4$ | k. $\text{HNO}_2$           |
| f. $\text{H}_2\text{CO}_3$ | l. $\text{H}_2\text{CrO}_4$ |

## Gran idea de la Ciencia

1. Responde nuevamente y explica cómo se pueden distinguir dos elementos que forman diferentes compuestos químicos.
2. ¿Cómo se relaciona la Gran idea de la Ciencia señalada en la **página 51** con la nomenclatura de compuestos ternarios?
3. Busca en tu casa y menciona tres productos de uso cotidiano que presenten compuestos inorgánicos en su composición.

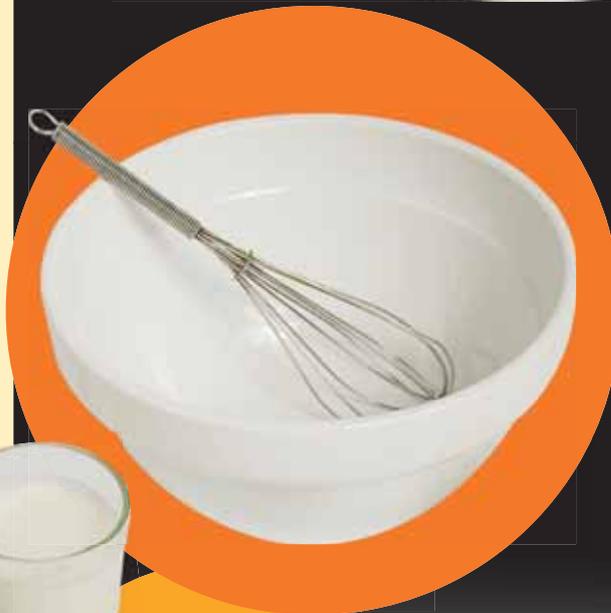
# Estequiometría de reacción

Cuando cocinas, te debes preocupar de seleccionar los mejores ingredientes y la cantidad que necesitas de ellos para seguir la receta. ¿Has pensado qué ocurriría si no agregas huevo al queque? Probablemente la masa no tomaría consistencia y el queque no se aglutinaría.

Al igual como ocurre cuando cocinas, en las **reacciones químicas** cada reactante es necesario y la **proporción** en la que estos se mezclan es fundamental para que se formen los productos.

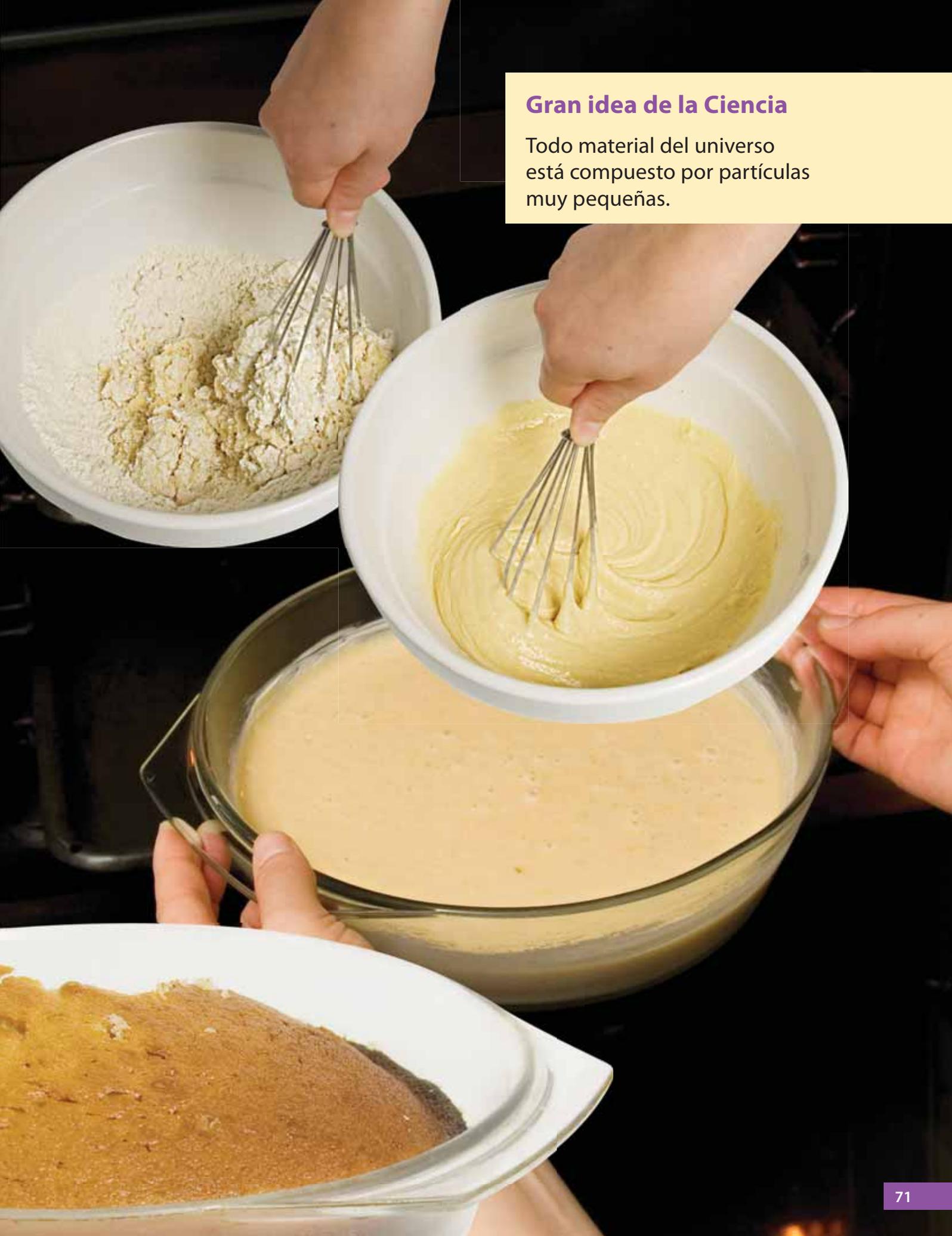
La rama de la química que estudia las relaciones cuantitativas o ponderales entre los reactantes y productos que participan en una reacción química es la **estequiometría**. Esta palabra proviene de las raíces griegas *stoicheîon*, que significa elemento o sustancia, y *-metrie* (-metria), que significa medición.

¿En qué situaciones cotidianas combinas cantidades exactas de sustancias químicas?



## Gran idea de la Ciencia

Todo material del universo está compuesto por partículas muy pequeñas.



Lección

1

# ¿Qué leyes rigen sobre las reacciones químicas?





## ¿Qué sé?

Un juego de Lego® consiste en bloques plásticos ensamblables unos con otros y de diferentes tamaños como se muestra en la imagen. Con ellos, es posible construir cualquier tipo de estructura que imagines al ensamblar diferentes piezas, así se tienen muchas formas de combinarlas para obtener una figura determinada, donde cada bloque juega un papel fundamental en la construcción del modelo. Si este es muy grande, es probable que se acaben las piezas del tamaño que se requiera y haya que compensarlas con piezas de mayor o menor tamaño; no obstante, deben respetarse las cantidades y la proporción de las piezas que se usarán.

En las **reacciones químicas** también existen diversas formas de combinar los elementos químicos para formar productos; sin embargo, esas proporciones son fijas y conocidas.

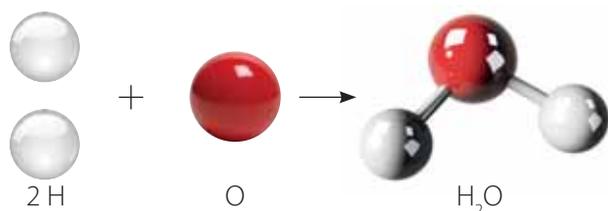
1. Explica con un ejemplo si se puede tener un mismo compuesto químico con fórmulas químicas diferentes que lo representen.
2. ¿Piensas que los elementos se pueden combinar en diferentes proporciones para dar como resultado el mismo compuesto químico?, ¿por qué?

# Las leyes de las proporciones definidas y de las proporciones múltiples

## Focaliza

El  $\text{H}_2\text{O}$  y el  $\text{H}_2\text{O}_2$  son compuesto distintos, formados con los mismos elementos, pero con una proporción diferente. Para cada uno de estos compuestos sus relaciones de masa entre los átomos que los conforman siempre serán las mismas, es decir, su proporción es definida.

Observa y analiza el modelo que representa la formación del  $\text{H}_2\text{O}$  a partir de sus átomos constituyentes y la relación entre sus moles y masas.



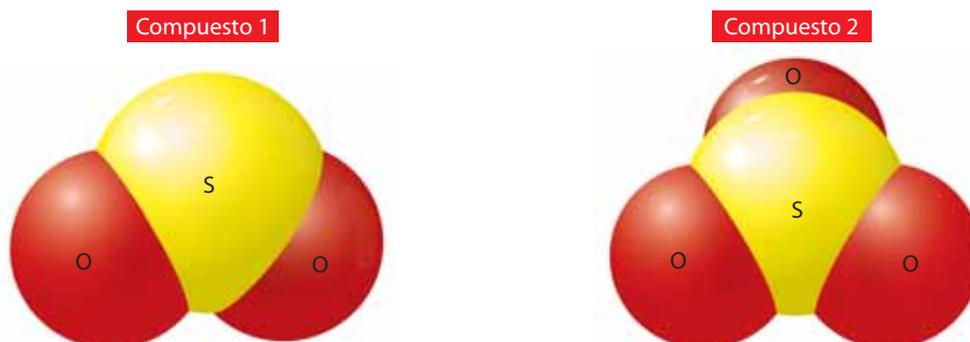
Relacionando sus moles y masas, tenemos:

$$\frac{2 \text{ mol de H}}{1 \text{ mol de O}} = \frac{2 \text{ g}}{16 \text{ g}} = \frac{1}{8} \text{ o } 1:8$$

1. Argumenta si el modelo representa correctamente la ley de conservación de la materia.
2. Analiza cómo podrías modificar este modelo para representar la formación de  $\text{H}_2\text{O}_2$  y realízalo.
3. Analiza y escribe la relación en función de sus moles y masas a partir de los átomos que constituyen el  $\text{H}_2\text{O}_2$ .
4. Compara la relación entre las masas de los átomos que componen el  $\text{H}_2\text{O}$  y el  $\text{H}_2\text{O}_2$  y explica sus diferencias.
6. Concluye a partir de tu análisis.

## Explora

El azufre y el oxígeno se combinan para formar dos compuestos distintos, como se muestra en los siguientes modelos. Obsérvalos y luego responde en tu cuaderno.



1. Identifica qué átomo mantiene fija su masa en ambos compuestos.
2. Analiza cuál es la proporción entre la masa de azufre respecto a la de oxígeno en ambos compuestos.
3. Argumenta si estos compuestos son iguales o distintos.

## Reflexiona

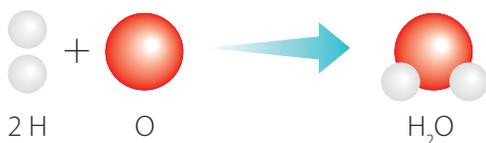
La **ley de conservación de la materia**, planteada por **Antoine Lavoisier** en 1722, incentivó a muchos científicos a estudiar los aspectos cuantitativos de las reacciones químicas. Se estableció así, la **ley de las proporciones definidas**, formulada por **Joseph Louis Proust** en 1799, y la **ley de las proporciones múltiples**, enunciada por **John Dalton** en 1808.

Lee con atención los postulados de estas leyes y analiza los ejemplos para cada una de ellas:

La **ley de las proporciones definidas** postula: «Cuando dos elementos se combinan para formar un compuesto, lo hacen siempre en la misma proporción en masa, cualquiera sea el método de obtención del compuesto».

La **ley de las proporciones múltiples** postula: «Cuando dos elementos se combinan para formar más de un compuesto, las masas de uno de ellos, que se une a una masa fija del otro, están en una relación de números enteros y sencillos».

En la formación de  $\text{H}_2\text{O}$  participan dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno:



Relacionando su moles y masas, tenemos:

$$\frac{2 \text{ mol de H}}{1 \text{ mol de O}} = \frac{2 \text{ g}}{16 \text{ g}} = \frac{1}{8} \text{ o } 1:8$$

Esta proporción (1:8) es constante para cualquier muestra de agua. Si la proporción cambia, el compuesto ya no es agua, sino que uno diferente con los mismos elementos.

El carbono se une al oxígeno formando dos compuestos, el  $\text{CO}$  y el  $\text{CO}_2$ :



Relacionando su moles y masas, para el  $\text{CO}$  tenemos:

$$\frac{1 \text{ mol de C}}{1 \text{ mol de O}} = \frac{12 \text{ g}}{16 \text{ g}} = \frac{1}{1} \text{ o } 1:1$$

$$\text{para el } \text{CO}_2: \frac{1 \text{ mol de C}}{2 \text{ mol de O}} = \frac{12 \text{ g}}{32 \text{ g}} = \frac{1}{2} \text{ o } 1:2$$

Considerando que la masa fija es 12 g (1 mol de C) es posible establecer que la relación de masa entre los oxígenos es 1:2 (16:32), siendo 1 para el  $\text{CO}$  y 2 para el  $\text{CO}_2$ .

### Ejemplificar



¿Qué otro ejemplo podrías mencionar para cada una de estas leyes?

## Aplica

- Se realizaron dos experimentos: en el primero se hicieron reaccionar 5,67 g de Cl con 3,68 g de Na, originándose 9,35 g de NaCl. En el segundo, se hicieron reaccionar 2,97 g de NaCl, produciéndose 1,8 g de Cl y 1,17 g de Na. Con estos datos, fundamenta si queda demostrada la ley de Proust.
- En un experimento se comprobó que 4,4 g de Cr se combinan exactamente con 8,8 g de Cl para formar un cloruro de cromo ( $\text{CrCl}_x$ ). En un segundo ensayo, 7,6 g de Cr se combinaron con 10,4 g de Cl, obteniéndose un cloruro de cromo ( $\text{CrCl}_y$ ) distinto al del primer ensayo. Demuestra que se cumple la ley de las proporciones múltiples.

### ¿Cómo funcionan los *airbags*?



El *airbag* es un elemento de seguridad indispensable en los automóviles, puesto que se ha demostrado su eficiencia al disminuir la mortalidad en accidentes de tránsito.

El funcionamiento del *airbag* se basa en una reacción química con azida de sodio ( $\text{NaN}_3$ ), que se encuentra en el interior de la bolsa. Esta sustancia es un sólido blanco y es estable a temperatura ambiente, pero si esta se eleva por encima de los  $275\text{ }^\circ\text{C}$ , tiene lugar su descomposición térmica según la siguiente ecuación química:



La reacción es tan rápida que a partir de un mol de  $\text{NaN}_3$  (65 g), en menos de 40 milisegundos, se obtienen 1,5 moles de  $\text{N}_2$ , equivalentes a unos 35 L. El  $\text{N}_2$  gaseoso infla la bolsa que constituye el *airbag*, impidiendo que el conductor se golpee durante la colisión.

**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015, 18 de marzo). *Transportes presenta decreto que hace obligatorio que vehículos cuenten con airbags frontales*. <https://www.mtt.gob.cl/archivos/10169>

## ¡Reacciones químicas para la seguridad de las personas!

1. Investiga la reacción química entre el sodio y el agua, ¿podría ser esta reacción una alternativa para los *airbags*?
2. Fundamenta en qué otro tipo de industrias piensas que es fundamental el control de las cantidades de reactivos y productos involucrados en una reacción química.

## Actividad final

Se analizaron tres compuestos desconocidos, A, B y C, que contenían cobre (Cu) y cloro (Cl) en distintas cantidades. Los resultados se muestran en la tabla:

Tabla n° 1. Masas de cobre y cloro en los compuestos A, B y C		
Compuestos	Masa de cobre (Cu) (g)	Masa de cloro (Cl) (g)
A	6,30	3,50
B	1,30	0,72
C	3,30	1,83

- Analiza y demuestra que A, B y C son el mismo compuesto químico.
- Si la masa molar del Cu es 63,5 g/mol y la del Cl, 35,5 g/mol, determina la fórmula del compuesto químico.

## ¿Cómo voy?

Evaluación de proceso y progreso

- Para conocer la composición definida del MgO, se quemó 0,62 g de Mg, obteniéndose 1,02 g de producto. Analiza y luego realiza lo solicitado.
  - Representa con una ecuación química la reacción que se llevó a cabo.
  - Calcula la proporción de magnesio en el óxido.
  - Expresa usando porcentajes la composición definida del óxido.
- El hierro forma dos compuestos al combinarse con el azufre. En un ensayo reaccionaron exactamente 3,57 g de hierro con 2,05 g de azufre. En un segundo ensayo se combinaron 0,896 g de hierro con 0,772 g de azufre. Escribe la razón de números enteros en función de los moles de hierro en ambos compuestos.
- Responde nuevamente las preguntas de la **página 72**. ¿Cambiaron tus respuestas?, ¿a qué lo atribuyes?

## ¿Cómo aprendo?

- ¿Dedicaste la atención y concentración suficientes durante el estudio de esta lección? Piensa en los apuntes que tomaste y en tu comportamiento durante la clase, entre otros aspectos.
- ¿Qué información de la lección tuviste que consultar para hacer estas actividades?, ¿en qué fuentes investigaste?

# ¿Qué es la estequiometría?

## ¿Qué sé?

### Evaluación inicial

Entre los procesos metabólicos que realizan las plantas están: la **fotosíntesis** y la **respiración celular**. En ambos participan el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el oxígeno ( $\text{O}_2$ ).

En términos generales podemos decir que el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) se transforman en glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) y oxígeno ( $\text{O}_2$ ) por acción de la **energía lumínica**. En el caso de la respiración celular, la glucosa y el oxígeno se transforman en dióxido de carbono y agua.

1. Formula las ecuaciones balanceadas que representan los procesos de fotosíntesis y respiración celular.
2. Fundamenta lo que ocurriría si disminuye la cantidad de agua disponible para que una planta realice la fotosíntesis.



↗ Bosque de araucarias o pehuenes (*Araucaria araucana*). Región de La Araucanía.

# ¿Para qué se usan los cálculos estequiométricos?

## Focaliza

Un curso de 20 estudiantes organizó una colación compartida que consistió en un sándwich de jamón en pan de molde para cada uno, como el que se muestra en la imagen. Para ello, reunieron 37 rebanadas de pan de molde y 21 rodajas de jamón. Según esta información, responde:

1. Explica cuántos sándwiches pudieron preparar los estudiantes con las cantidades de ingredientes que llevaron.
2. Identifica qué ingrediente sobró a partir de la cantidad de sándwiches que prepararon.
3. Identifica qué ingrediente faltó para que alcanzaran los sándwiches para todos.



## Explora

Un estudiante sumergió una cinta y un alambre de Cu en una solución de  $\text{AgNO}_3$ , formándose Ag y  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . Los resultados obtenidos transcurridos 5 y 20 minutos se muestran a continuación:

5 minutos



20 minutos



1. Representa la ecuación química balanceada de esta reacción.
2. Establece todas las **relaciones molares** entre reactantes, entre productos y entre reactantes y productos.
3. Calcula la masa contenida en 1 mol de Cu y 2 mol de  $\text{AgNO}_3$ . Para ello, usa la información del **Ayuda** y considera que las masas molares del Cu y del  $\text{AgNO}_3$  son 63,5 g/mol y 169,9 g/mol, respectivamente.
4. Infiere lo que debe ocurrir para que esta reacción química se detenga.
5. ¿Cuántos mol de  $\text{AgNO}_3$  necesitarás para que reaccionen con 3 mol de Cu?, ¿en qué te basas para responder?
6. Infiere lo que sucederá si tienes 1 mol de cobre y 1 mol de nitrato de plata disponible para realizar esta reacción.

### Ayuda

Para la actividad 2, debes tener presente que una **relación molar** es una proporción entre los moles de reactantes, productos o entre ellos. Por ejemplo, para la ecuación química balanceada:



las relaciones molares entre reactantes y productos son:

$$\frac{2 \text{ mol de H}_2}{2 \text{ mol de H}_2\text{O}} \quad \frac{1 \text{ mol de O}_2}{2 \text{ mol de H}_2\text{O}}$$

y entre los reactantes es:  $\frac{1 \text{ mol de O}_2}{2 \text{ mol de H}_2}$

Para la actividad 3, considera que la cantidad de sustancia expresada en **mol** se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$n = \frac{m}{\text{M.M}}$$

Donde n = cantidad de sustancia (mol)

m = masa (g) y M.M = Masa molar de la sustancia (g/mol)

## Reflexiona

Los **cálculos estequiométricos** permiten conocer cuál es el **reactivo limitante**, que es aquel que se consume por completo en una reacción química y determina la cantidad exacta de producto que se formará, y cuál es el **reactivo en exceso**, que es el que se encuentra en mayor cantidad que lo necesario para reaccionar con la cantidad de reactivo limitante.

Lee y analiza el siguiente ejemplo:

Si se hacen reaccionar 55 g de  $H_2$  con 55 g de  $N_2$ , según su ecuación balanceada  $3 H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightarrow 2 NH_{3(g)}$ , ¿cuál es el reactivo limitante y cuál el en exceso?, ¿cuántos gramos de  $NH_3$  produce la reacción? Considera que la masa molar del H es 1g/mol y la del N, 14 g/mol.

Usando la ecuación balanceada, tenemos que:

	$3 H_{2(g)}$	+	$N_{2(g)}$	→	$2 NH_{3(g)}$
Cantidad de moles	3 mol		1 mol		2 mol
Masa	$3 \text{ mol} \cdot 2 \text{ g/mol} = 6 \text{ g}$		$1 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 28 \text{ g}$		$2 \text{ mol} \cdot 17 \text{ g/mol} = 34 \text{ g}$

Se calcula la cantidad de sustancia expresada en mol de cada reactante.

$$n \text{ de } H_2 = \frac{55 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 27,50 \text{ mol} \quad n \text{ de } N_2 = \frac{55 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = 1,96 \text{ mol}$$

Se sabe que 1 mol de  $N_2$  reacciona con 3 mol de  $H_2$ , entonces la cantidad de moles de  $H_2$  que reaccionan con 1,96 mol de  $N_2$  está dada por:

$$\frac{1 \text{ mol de } N_2}{3 \text{ mol de } H_2} = \frac{1,96 \text{ mol de } N_2}{X} \quad X = 5,88 \text{ mol de } H_2$$

Si al inicio se tenían 27,5 mol de  $H_2$  y solo se necesitan 5,88 mol de  $H_2$  para reaccionar con 1,96 mol de  $N_2$ , el reactivo limitante es  $N_2$  y el reactivo en exceso es  $H_2$ .

Para calcular la masa de  $NH_3$  se plantea la relación molar entre el reactivo limitante y el producto según:

$$\frac{1 \text{ mol de } N_2}{2 \text{ mol de } NH_3} = \frac{1,96 \text{ mol de } N_2}{X} \quad X = 3,92 \text{ mol de } NH_3$$

Finalmente, si se sabe que  $m = n \cdot M.M$ , entonces  $m = 3,92 \text{ mol} \cdot 17 \text{ g/mol} = 66,64 \text{ g}$  de  $NH_3$

## Aplica

Si 21,3 g de  $AgNO_3$  reaccionan con 33,5 g de  $AlCl_3$  formando  $AgCl$  y  $Al(NO_3)_3$  y la masa molar de Ag es 107,9 g/mol; de N, 14,0 g/mol; de O, 16,0 g/mol; de Al, 27,0 g/mol, y de Cl, 35,5 g/mol, realiza lo solicitado.

1. Formula la ecuación química balanceada.
2. Explica y determina cuál es el reactivo limitante.
3. ¿Cuál es el reactivo en exceso?, calcula la masa de este que queda sin reaccionar.
4. Calcula la masa de  $AgCl$ .

# Otros cálculos estequiométricos rendimiento y determinación de fórmulas

## Focaliza

- Se realizó una reacción química en la que se obtuvo una sustancia gaseosa. Sin embargo, durante el proceso, parte del gas obtenido escapó. A partir de la situación, responde:
  - ¿Qué consecuencias tiene en los resultados la situación planteada? Argumenta sobre la base de las leyes aprendidas.
  - Si ocurriera una fuga de gases en una industria química que realiza una reacción en que se obtienen gases como productos, fundamenta las consecuencias para la industria que tendría este hecho.
- Algunos cálculos estequiométricos se utilizan para determinar la **fórmula empírica**, que representa la proporción más simple en la que están presentes los átomos que forman un compuesto químico, y la **fórmula molecular**, que representa el número real de átomos que se combinan para obtener la molécula. A partir de lo detallado, responde:
  - Si la fórmula empírica de la glucosa se expresa como  $\text{CH}_2\text{O}$ , ¿por cuál número se tiene que amplificar la fórmula empírica para obtener la proporción real de los átomos en la molécula?

## Explora

- Se disponen de las cantidades necesarias para obtener Ag y  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  a partir de 1 mol de Cu y 2 mol de  $\text{AgNO}_3$ . Si se obtiene 1,9 mol de Ag, responde:
  - ¿Cuál es la cantidad de moles de Ag que deben obtenerse teóricamente?, ¿cómo podrías determinarlo según lo que has aprendido?
  - Explica a qué atribuyes el hecho de que no se obtuviera la cantidad de plata que debió formarse teóricamente.
- La composición porcentual de un compuesto es el porcentaje de masa de cada elemento presente en el compuesto, y está dada por la siguiente expresión:

$$\% \text{ elemento} = \frac{\text{masa del elemento}}{\text{masa del compuesto}} \cdot 100 \%$$

- Expresa la composición porcentual con dos decimales del  $\text{KMnO}_4$ , cuya masa molar es 158 g/mol. Considera que la masa molar del K es 39 g/mol; del Mn, 55 g/mol; y del O, 16 g/mol.
- Investiga cómo se usa la composición porcentual de un compuesto para determinar sus fórmulas químicas. Aplica lo investigado para conocer la fórmula empírica y la molecular de un compuesto, cuya masa molar es 76 g/mol y está formado por un 36,84 % de nitrógeno y un 63,16 % de oxígeno.

## Reflexiona

Los cálculos de **rendimiento** se realizan a partir de la ecuación química balanceada de la reacción en estudio. El rendimiento de una reacción química se expresa en porcentaje, según la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento teórico}} \cdot 100\%$$

El **rendimiento real** es la masa experimental real de producto que se obtiene en una reacción química una vez finalizado el proceso, y el **rendimiento teórico** es la masa máxima de producto que se puede formar cuando reacciona todo el reactivo limitante.

Lee y analiza el siguiente ejemplo:

La reacción de 6,8 g de  $\text{H}_2\text{S}$  con exceso de  $\text{SO}_2$ , según la reacción:  $2 \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$ , produce 8,2 g de S. ¿Cuál es el rendimiento de la reacción? Considera que la masa molar del H es 1 g/mol; del O, 14 g/mol; y del S, 32 g/mol.

Se debe conocer la cantidad de  $\text{H}_2\text{S}$  expresada en moles, según:

$$n \text{ de } \text{H}_2\text{S} = \frac{6,8 \text{ g}}{34 \text{ g/mol}} = 0,2 \text{ mol}$$

Se sabe que reaccionan 2 mol de  $\text{H}_2\text{S}$  para obtener 3 mol de S. Utilizando la relación estequiométrica:

$$\frac{3 \text{ mol de S}}{2 \text{ mol de } \text{H}_2\text{S}} = \frac{X}{0,2 \text{ mol de } \text{H}_2\text{S}} \quad X = 0,3 \text{ mol de S}$$

Para conocer el rendimiento teórico:

$$m = n \cdot \text{M.M.}, \text{ entonces:} \\ m = 0,3 \text{ mol} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 9,6 \text{ g de S}$$

Aplicando la expresión del rendimiento:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{8,2}{9,6} \cdot 100 = 85,4\%$$

## Aplica

1. El boro se puede obtener a partir de la reacción del  $\text{B}_2\text{O}_3$  con Mg según la ecuación:  
 $\text{B}_2\text{O}_3 + 3 \text{Mg} \rightarrow 2 \text{B} + 3 \text{MgO}$ . Si se hacen reaccionar 107 g de  $\text{B}_2\text{O}_3$  con un exceso de Mg, produciendo 175 g de MgO, calcula el rendimiento de la reacción.
2. Al analizar 0,26 g de un óxido de nitrógeno cuya fórmula es desconocida, se obtienen 0,079 g de nitrógeno y 0,181 g de oxígeno. Al respecto:
  - a. Calcula la composición porcentual del óxido.
  - b. Se sabe que la masa molar del compuesto es 92 g/mol. Entonces, ¿cuáles son sus fórmulas empírica y molecular?

## Protagonistas de la ciencia



### Mylthon Jiménez C.

El doctor Jiménez se desempeña como investigador del Instituto de Ciencias Evolutivas y Ambientales (CAEV) de la Universidad Austral de Chile (UACH). El equipo que lidera detectó que las araucarias que se encuentran en el Parque Nacional Conguillío presentan un fenómeno denominado *carbon starvation*. Dicho fenómeno es una consecuencia del efecto del cambio climático sobre las especies del bosque nativo del sur de Chile.

**Fuente:** Alarcón, A. (2017, 11 de enero). *Peligra existencia de araucarias en Chile: cambio climático dificulta su fotosíntesis*. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-los-rios/2017/01/11/peligra-existencia-de-araucarias-en-chile-cambio-climatico-dificulta-fotosintesis.shtml>

Ingresa al [link https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-los-rios/2017/01/11/peligra-existencia-de-araucarias-en-chile-cambio-climatico-dificulta-fotosintesis.shtml](https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-los-rios/2017/01/11/peligra-existencia-de-araucarias-en-chile-cambio-climatico-dificulta-fotosintesis.shtml) y escucha la explicación del doctor Jiménez. Luego, responde:

1. Explica qué es el *carbon starvation* y cómo se produce.
2. Fundamenta cómo podrías explicar el *carbon starvation* desde un punto de vista estequiométrico.

## Ciencia en Chile

### Instituto de Ciencias Evolutivas y Ambientales (CAEV)

El Instituto de Ciencias Evolutivas y Ambientales (CAEV) fue creado como parte de un plan de reestructuración de la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile (UACH). En él participan académicos de los institutos de Botánica, Ecología y Evolución y de Geociencias de esta misma casa de estudios.

Las líneas de investigación que se realizan en este instituto se relacionan con los procesos ecológicos, genéticos, evolutivos y geológicos que explican la biodiversidad, las funciones que cumplen los organismos en los ecosistemas en los que habitan y el impacto de las actividades humanas en el medioambiente.

**Fuente:** Facultad de Ciencias UACH. (s. f.). *Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas*. Consultado el 15 de abril de 2020. <https://sitiosciencias.uach.cl/instituto-de-ciencias-ambientales-evolutivas/>



El CAEV se encuentra en el edificio de la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral, el que se ubica en el campus Isla Teja, Valdivia.

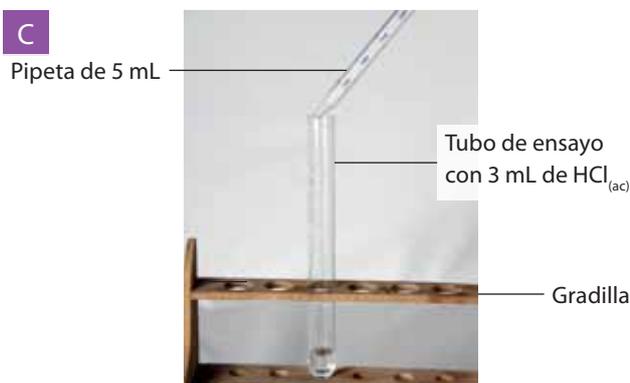
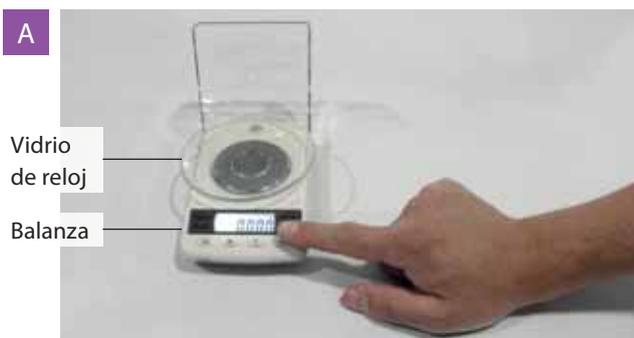
1. ¿Cómo piensas que el estudio de la biodiversidad en Chile, que realiza este centro, puede ayudar a la conservación de especies nativas?
2. ¿Piensas que la química juega un papel fundamental en las investigaciones que realiza este centro?, ¿por qué?

## Actividad final

Reúne los materiales (ver imágenes), una espátula, una varilla de agitación y papel pH. Luego, realiza el procedimiento para responder la pregunta de investigación: ¿cómo identificar un reactivo limitante?

### Precaución

Usa delantal abotonado, gafas de seguridad, guantes y el cabello amarrado para evitar accidentes. Sé cuidadoso al sacar el ácido, no te acerques a la boca del tubo de ensayo para no inhalar los vapores irritantes provenientes del ácido.



**D** Determina el pH de la solución formada.

### Análisis de resultados

- Plantea la ecuación química que representa esta reacción y baláncéala.
- ¿Qué sustancias se formaron?
- Investiga el pH del HCl<sub>(ac)</sub> y relaciónalo con el pH obtenido, ¿cuál es el reactivo limitante y el reactivo en exceso?
- Evalúa si el procedimiento realizado te permitió responder la pregunta de investigación propuesta.

## ¿Cómo voy?

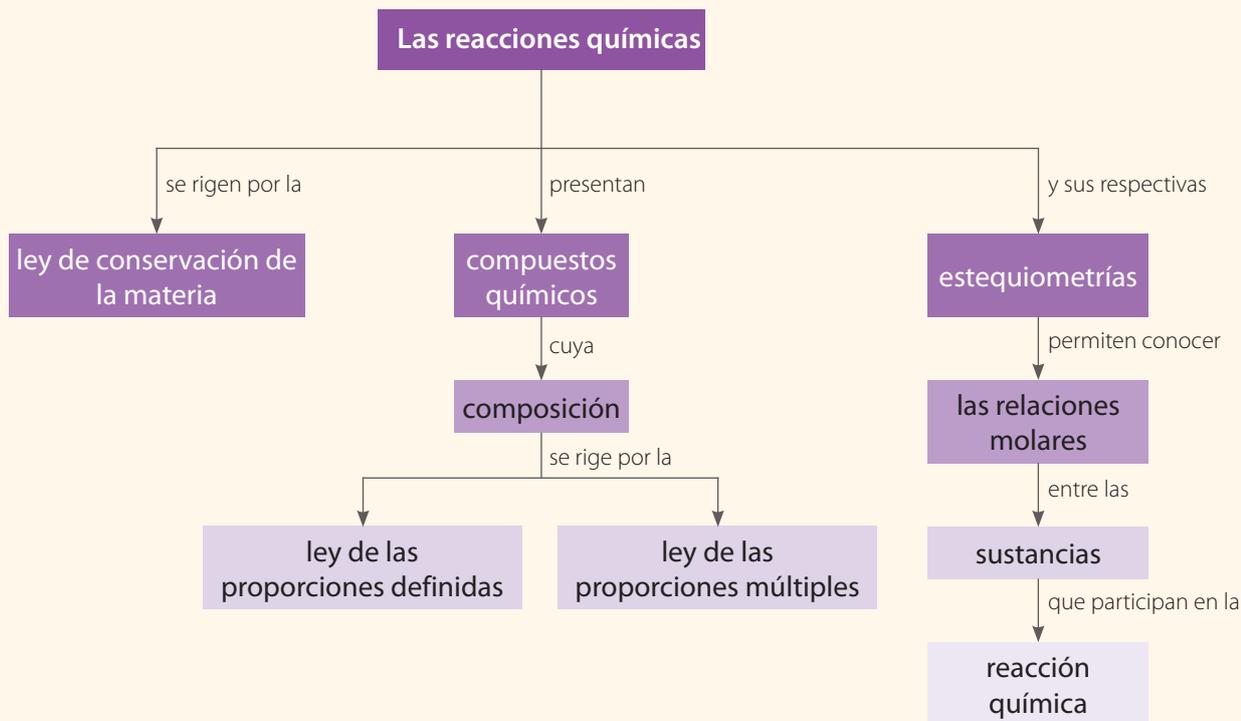
### Evaluación de proceso y progreso

- Considera la reacción:  $2 \text{Al}_{(s)} + 3 \text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{AlCl}_{3(s)}$ , en la que reacciona una mezcla de 1,5 mol de Al y 3 mol de Cl<sub>2</sub>.
  - ¿Cuál es el reactivo limitante?
  - Calcula la cantidad de producto formado a partir del reactivo limitante.
  - ¿Cuántos moles de reactivo en exceso permanecen al final de la reacción?
- Determina la fórmula empírica de un compuesto que tiene una composición porcentual de 40,0% de carbono, 6,7% de hidrógeno y 53,3% de oxígeno.

- Responde nuevamente la pregunta 2 de la **página 78**. Para ello, aplica los nuevos conceptos aprendidos.

### ¿Cómo aprendo?

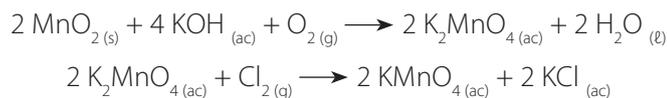
- ¿Qué dificultades tuviste para resolver los cálculos matemáticos en esta lección?, ¿qué estrategias empleaste para solucionarlos?
- Señala ejemplos que muestren la importancia que le atribuyes a lo aprendido para tu vida cotidiana.
- ¿Qué cambios de actitud deberías realizar para mejorar el logro de tus aprendizajes?



## Repaso mis aprendizajes

- En tu cuaderno, elabora un resumen que contenga entre 20 y 40 palabras relacionadas con la estequiometría de las reacciones químicas.
- Si prepararas galletas con *chips* de chocolate, estos debes agregarlos a la mezcla que contiene los demás ingredientes. Posteriormente, tienes que revolver para homogeneizar todos los componentes de la mezcla. A partir de lo descrito, responde:
  - Fundamenta si todas las galletas quedan con una cantidad proporcional de *chips* de chocolate.
  - Explica con qué ley puedes relacionar este ejemplo: con la de las proporciones definidas o con la de las proporciones múltiples.
- En un experimento reaccionaron 8,2 g de hidrógeno con 49,6 g de oxígeno. Cuál es la composición definida del agua si la masa de oxígeno reaccionó por completo y se formaron 55,8 g de agua.
- Investiga acerca de los óxidos de nitrógeno que existen. Luego, realiza lo solicitado:
  - Formula los óxidos de nitrógeno y determina la proporción en la que se encuentran los átomos que los componen.
  - Demuestra la ley de las proporciones múltiples a partir de los óxidos de nitrógeno.
- El hierro, al combinarse con el azufre, forma dos compuestos. En un primer experimento reaccionaron 3,570 g de hierro con 2,050 g de azufre. En un segundo experimento reaccionaron 0,896 g de hierro con 0,772 g de azufre. Calcula la razón de números enteros entre las masas de hierro en ambos compuestos, considerando 2,050 g como masa fija de azufre.

6. Para obtener  $\text{KMnO}_4$  se requieren dos reacciones químicas consecutivas, las que se muestran a continuación:



- ¿Qué tienes que hacer para poder sumar ambas ecuaciones químicas de tal manera que se obtenga solo una que resuma el proceso completo?
  - Calcula la masa de  $\text{KMnO}_4$  que se formará a partir de 200 g de  $\text{MnO}_2$ .
7. La reacción química entre  $\text{H}_2$  y  $\text{O}_2$  produce  $\text{H}_2\text{O}$ . A partir de la información:
- Formula la ecuación balanceada que representa esta reacción química.
  - Establece todas las relaciones molares entre las sustancias participantes en la reacción.
  - Calcula los moles de  $\text{H}_2\text{O}$  que se producen cuando se consumen 100 mol de  $\text{H}_2$  y 50 mol de  $\text{O}_2$ .
  - Calcula los gramos de  $\text{H}_2$  que se necesitan para que reaccionen con 20 g de  $\text{O}_2$ .
8. Se identificaron los elementos y el porcentaje en el que se encuentran en una muestra de un compuesto químico desconocido. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla n° 2. Porcentajes de los elementos N y O encontrados en una muestra	
Elemento	Porcentaje (%)
Nitrógeno	36,84
Oxígeno	63,16

- Explica cómo podrías determinar la fórmula empírica del compuesto de acuerdo con estos datos.
  - Explica si esta fórmula empírica podría corresponder a la de otro compuesto que contenga nitrógeno y oxígeno.
  - Identifica los datos que necesitas para determinar la fórmula molecular del compuesto desconocido.
9. La ecuación química que resume el proceso de la fotosíntesis es  $6 \text{CO}_{2(g)} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(s) + 6 \text{O}_{2(g)}$ .

Analízala y luego responde:

- Calcula la masa de  $\text{CO}_2$  y de  $\text{H}_2\text{O}$  que deben reaccionar para producir 1 kg de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .
- Explica qué sucede con el rendimiento de la reacción si la disponibilidad de agua en el suelo disminuye durante un período de sequía.

10. Junto con un compañero, reúnan los siguientes materiales: 1 matraz Erlenmeyer de 100 mL, 1 balanza, 1 pipeta, trozos de cinc (Zn) y solución de ácido clorhídrico ( $\text{HCl}_{(\text{ac})}$ ) concentrado.

- Usando los materiales, conduzcan una investigación experimental que les permita responder la pregunta: ¿cuál es el reactivo que limita el rendimiento de la reacción entre Zn y HCl para producir  $\text{ZnCl}_2$ ?
- Evalúen con su profesor la investigación propuesta y expliquen el propósito de cada parte de la secuencia de pasos.
- Ejecuten el procedimiento de su investigación experimental.
- Registren sus datos y observaciones.

**Precaución**

Usa delantal, antiparras de seguridad y guantes.

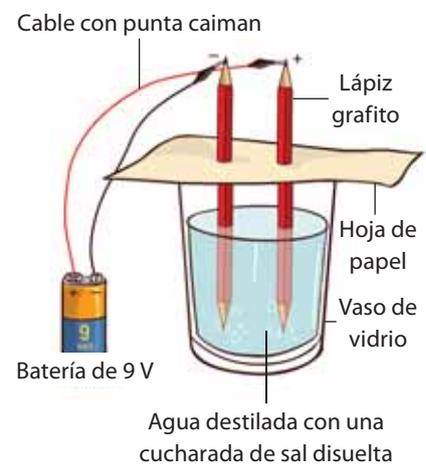
No aspire los vapores del ácido clorhídrico y no pipetees la solución.

**Análisis de resultados**

- Investiguen y escojan un formato para comunicar sus resultados.
- Evalúen si la investigación experimental les permitió responder la pregunta de investigación.

11. Reúne los materiales (ver imagen). Luego, realiza el procedimiento que sigue.

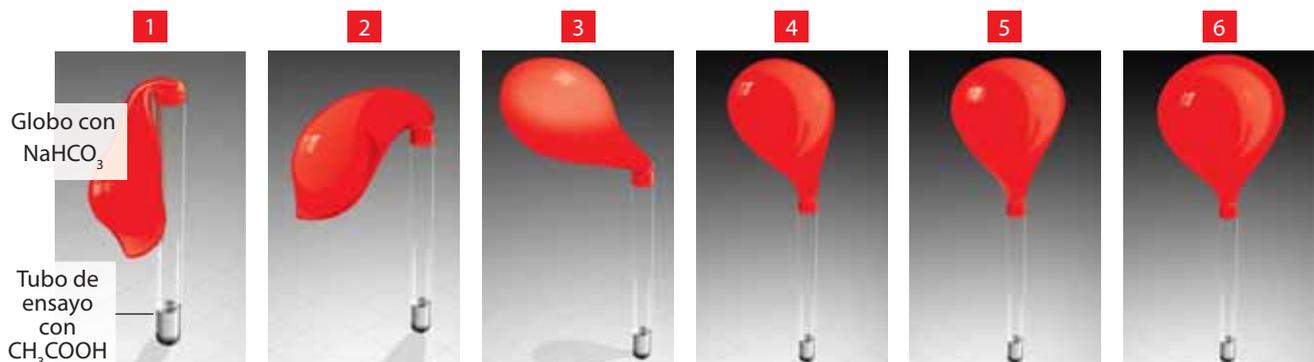
- Masa el vaso y tara la balanza. Luego, masa la mezcla de agua destilada con sal antes de comenzar el experimento y regístrala.
- Arma el montaje de la imagen y mantenlo así por 30 minutos. Transcurrido este tiempo, vuelve a masar el vaso. Registra su valor.



**Análisis de resultados**

- Formula la ecuación química que representa esta reacción.
- Infiere si los resultados mejorarían si se agregara más sal al agua.
- Si el rendimiento de esta reacción fuera un 40 %, calcula la cantidad de producto teórico formado.

12. Se agregó en seis tubos de ensayo la misma masa de  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , y en los globos se pusieron masas distintas de  $\text{NaHCO}_3$ , las que fueron aumentando del tubo 1 al 6. Observa los resultados al agregar el  $\text{NaHCO}_3$  en cada tubo. Luego, responde:



- Identifica las variables dependiente e independiente.
- ¿En cuál o cuáles de los ensayos el vinagre es el reactivo limitante?, ¿por qué?
- Si conocieras el volumen del  $\text{CO}_2$  producido en la reacción en cada tubo respecto de la masa de  $\text{NaHCO}_3$  agregado, ¿cómo comunicarías esta información en un gráfico? Señala cuál variable ubicarías en el eje x y cuál en el eje y.

Te invitamos a conocer el logro de tus aprendizajes

- Una muestra de 100 g de óxido de mercurio(II) contiene 92,6 g de Hg y 7,40 g de O. Calcula la cantidad de O que se encuentra en otra muestra del mismo compuesto que contiene 150 g de Hg.
- Se examinaron tres muestras que contienen Cu y Cl que responden a la fórmula general  $(\text{CuCl}_x)$ . Analiza la siguiente tabla. Luego, responde:

Tabla n° 3. Masas de cobre y cloro en una muestra		
Muestra	Masa de cobre (g)	Masa de cloro (g)
A	6,9	3,5
B	1,4	0,7
C	3,3	3,2

- Establece la relación entre las masas de cobre y cloro en todas las muestras.
  - Explica cuál de las muestras corresponden al mismo compuesto.
  - Si la masa molar de Cu es 63,5 g/mol y la del Cl es 35,5 g/mol, determina la fórmula química del o los compuestos químicos del experimento.
  - Plantea dos conclusiones a partir de lo realizado.
- La hidracina ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) se obtiene a partir de un proceso representado por la ecuación química:  

$$\text{NaOCl}_{(ac)} + 2 \text{NH}_3_{(ac)} \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4_{(ac)} + \text{NaCl}_{(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$$
 ¿Cuál es el rendimiento de la reacción si al usar 620,8 g de NaOCl y  $\text{NH}_3$  en exceso, se obtienen 216,2 g de  $\text{N}_2\text{H}_4$ ?
  - Se hicieron reaccionar completamente 100 g de  $\text{H}_2\text{O}$  con  $\text{NO}_2$ . Calcula el rendimiento de la reacción si la producción de  $\text{HNO}_3$  fue de 280 g. Considera que la ecuación química del proceso es:  

$$\text{NO}_{2(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow \text{HNO}_{3(ac)} + \text{NO}_{(g)}$$
  - Discute con tus compañeros y argumenten por qué es indispensable el uso de la estequiometría en la fabricación de medicamentos y productos químicos de uso cotidiano.

## Gran idea de la Ciencia

- Explica en qué situaciones cotidianas combinas cantidades exactas de sustancias químicas.
- Elige un tema de cada lección y explica cómo se relacionan con la Gran idea de la Ciencia señalada en la **página 71**.
- Señala un ejemplo que muestre cómo lo aprendido en la unidad se vincula con tu vida cotidiana.

# Las soluciones químicas

En la naturaleza es inusual encontrar **sustancias puras**. En general, lo que observamos en nuestro entorno está constituido por **mezclas** de diversas sustancias en los tres estados más conocidos de la materia. Por ejemplo, el agua de mar es una mezcla compleja de sólidos y gases disueltos en agua. Entre los sólidos está el cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), que se encuentra en mayor cantidad. Por otro lado, de los gases, el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) es el que permite el desarrollo de la vida.

¿Por qué las soluciones químicas son importantes para el medioambiente, la salud humana y el desarrollo industrial?

## Gran idea de la Ciencia

El movimiento de las partículas permite las condiciones necesarias para la vida.



Costa de Viña del Mar, Región de Valparaíso.

# ¿Qué son las soluciones químicas?



## ¿Qué sé?

El aire es la **mezcla** de gases que conforman la atmósfera terrestre y ejerce una fuerza sobre nosotros y todo lo que hay en la Tierra. Así, podemos definir la **presión atmosférica** como la fuerza que ejerce el aire atmosférico sobre la superficie terrestre. Se mide en atmósferas, milibares o mm de Hg (milímetros de mercurio).

A medida que se incrementa la altura, la cantidad de gases presentes en la atmósfera disminuye debido a que la presión atmosférica desciende.

El volcán Nevado Ojos del Salado tiene 6893 m de altura; es el más alto del mundo. La presión atmosférica en su cima es de 0,4 atm, aproximadamente, a diferencia de la que hay a nivel del mar (0 m), que corresponde a 1 atm de presión. En esas condiciones, las personas sufren el mal de altura o enfermedad aguda de montaña, lo que hace que se sientan muy cansadas, presenten dolor de cabeza, mareos, entre otros síntomas.

1. ¿Es el aire una solución química?, ¿en qué te basas para responder?
2. ¿Por qué piensas que se produce el mal de altura? Genera ideas y escríbelas en tu cuaderno.

# ¿Cuáles son los componentes y los estados físicos de una solución?

## Focaliza

Observa los siguientes vasos, que son el resultado de mezclar con una varilla de agitación las sustancias que se indican para cada uno de ellos.



### Ayuda

En las **mezclas homogéneas**, los componentes están distribuidos uniformemente y no se distinguen a simple vista, por lo que tienen la misma composición y las mismas propiedades. En cambio, en las **mezclas heterogéneas**, los componentes no se distribuyen uniformemente y se distinguen a simple vista, por lo que conservan sus propiedades individuales.

Responde en tu cuaderno:

1. Explica cuál de los vasos contiene una **mezcla homogénea** y cuál contiene una **mezcla heterogénea**.
2. Identifica el componente que se encuentra en mayor y en menor cantidad en aquellas que son soluciones químicas.

## Explora

Es frecuente asociar la palabra **solución** con la acción de disolver una sustancia en un líquido, por lo general agua. Sin embargo, existen muchas mezclas que son soluciones, aunque el solvente no sea un líquido.

1. Observa la siguiente tabla y luego, responde:

Tabla n° 1. Tipos de soluciones químicas			
Solución	Componente		Ejemplo
	Soluto	Solvente	
Gas	Gas	Gas	Aire
Líquido	Sólido	Líquido	Agua potable
Sólido	Líquido	Sólido	Amalgama

Fuente: Chang, R. y Goldsby, K. (2017). *Química*. McGraw-Hill Interamericana. (1992).

- a. Fíjate en los estados físicos de los solutos y solventes, ¿qué determina el estado físico de la solución?
  - b. Investiga cuáles son el o los solutos y el solvente en los ejemplos de la tabla.
  - c. ¿Por qué piensas que se agregan distintos solutos al agua potable para hacerla apta para el consumo?
2. Observa el interior de una tetera o un hervidor eléctrico usado y registra tus observaciones. ¿Cómo le explicarías a un compañero que el agua potable es una solución basándote en tus observaciones?

## Reflexiona

Las siguientes imágenes muestran distintas soluciones químicas:



Los perfumes contienen extractos vegetales disueltos en agua y alcohol.



El acero contiene carbono disuelto en hierro.



El suero fisiológico contiene cloruro de sodio (NaCl) disuelto en agua.

### Describe



¿Qué otras soluciones químicas hay en tu entorno?

Las **soluciones** son **mezclas homogéneas** y tienen una composición variable. Están formadas por uno o más **solutos**, que es la sustancia que se encuentra en menor cantidad o que se disuelve en otra, y por un **solvente**, que es aquella sustancia que está en mayor cantidad o disuelve a otra. Las soluciones se pueden encontrar en cualquiera de los tres **estados de la materia**, y este está determinado por el estado físico del solvente.

## Aplica

1. Elabora un modelo que te permita explicarle a un compañero los conceptos de solución, soluto y solvente.
2. Analiza la tabla y responde en tu cuaderno.

Tabla n° 2. Composición química de algunas aleaciones de oro

Aleación (kilates)	Composición química (%)			
	Oro	Plata	Cobre	Cinc
Oro amarillo de 14,00	58,00	24,00	17,00	1,00
Oro rojo de 18,00	75,00	7,55	17,50	0,00

Fuente: Chang, R. y Goldsby, K. (2017). *Química*. McGraw-Hill Interamericana. (1992).

- a. Fundamenta en qué estado físico se encuentran las aleaciones.
  - b. Explica por qué crees que se producen las diferencias de color en las joyas de oro.
3. Mientras se duchaba, Nicolás observó que salía poca agua. Al revisar los orificios de la ducha, se dio cuenta de la presencia de un residuo. Explica cómo se relaciona esto con que el agua potable sea una solución.

## Protagonistas de la ciencia

### Laura Gallardo K.



Directora del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)<sup>2</sup>. Dirige uno de los estudios más detallados sobre el cambio climático en Chile.

La Tierra es habitable por la presencia de los «gases de efecto invernadero», como el vapor de agua, el ozono y el CO<sub>2</sub>, los que al mezclarse con el N<sub>2</sub>, conforman una solución. Sin embargo, debido a la quema de combustibles fósiles, la composición de esta solución está cambiando, porque ha aumentado la concentración de CO<sub>2</sub>, metano, ozono, óxido nitroso, entre otros. Con ello, se ha alterado el equilibrio natural que permite que la Tierra sea habitable.

**Fuente:** Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. (s.f). *Conferencistas*. Consultado el 23 de marzo de 2020. <https://conicyt.cl/gendersummit12/personas/laura-gallardo/>

1. Explica a qué se debe la importancia de las soluciones en el equilibrio natural de nuestro planeta.
2. Menciona otras soluciones presentes en la naturaleza que sean fundamentales para permitir la vida en la Tierra.

## Ciencia en Chile

### Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)<sup>2</sup>

El Centro (CR)<sup>2</sup> reúne a investigadores de distintas disciplinas que estudian cómo el cambio climático impacta a los ecosistemas y a la sociedad chilena.

Este centro tiene como objetivo que en Chile disminuyan las emisiones de carbono y que sea un país resiliente al cambio climático. Dentro de los trabajos más recientes, destacan los relacionados con las emisiones que contaminan la atmósfera, estudios de suelos y el impulso de una ley de cambio climático en Chile, entre otros.

**Fuente:** Center for Climate and Resilience Research. (s.f). *Acerca del (CR)<sup>2</sup>*. Consultado el 23 de marzo de 2020. <http://www.cr2.cl/acerca-del-cr2/>

1. Explica qué quiere decir que una sociedad debe ser resiliente frente al cambio climático.
2. Argumenta por qué es importante que el cambio climático sea estudiado por distintas disciplinas.



^ Sede del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)<sup>2</sup> en la ciudad de Santiago.

## Actividad final

Junto con un compañero, reúnan los materiales que se muestran y luego realicen el procedimiento.



D Repitan los pasos A al C usando un lápiz grafito.

### Análisis de resultados

- Comparen y mencionen las diferencias que observan entre los papeles filtro.
- La tinta y el grafito, ¿son soluciones?, ¿por qué?
- Expliquen cómo se relaciona la descomposición de la tinta en colores con el hecho de que esta es una solución, ¿se vincula con el procedimiento realizado?

## ¿Cómo voy?

Evaluación de proceso y progreso

- La composición del aire no varía con la altura, al menos hasta la estratósfera. Entonces, si a nivel del mar el porcentaje de oxígeno presente en el aire es de un 20,9% y no cambia a más de 6000 m de altura, ¿cómo explicarías el mal de altura?
- Responde nuevamente las preguntas de la **página 93**. Para ello, aplica los nuevos conceptos que aprendiste.
- Investiga la composición química del residuo del agua potable que se deposita al interior de las teteras o hervidores eléctricos e indica a qué componente de la solución corresponde.

## ¿Cómo aprendo?

- En esta lección desarrollaste actividades de investigación y experimentales. ¿Con cuál de ellas comprendes más fácilmente?, ¿por qué?
- ¿Cómo podrías mejorar la manera en que aprendes según tu elección anterior?

Lección  
**2**

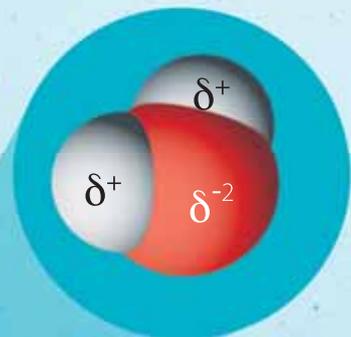
# ¿Cuáles son las propiedades de las soluciones?

El cloruro de sodio (NaCl) es un sólido que está formado por iones de carga opuesta.



El NaCl tiene iones positivos ( $\text{Na}^+$ ) y negativos ( $\text{Cl}^-$ ).

La molécula de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) tiene una parte positiva y otra negativa, por eso se dice que es polar.



## ¿Qué sé?

Cuando se forma una **solución** de cloruro de sodio en agua se rompen los enlaces que mantienen unidos a los iones del soluto y se forman otras interacciones entre dichos iones y las moléculas del solvente.

Un soluto es **soluble** cuando es posible disolver una cantidad de él en un solvente. Si no se disuelve, se dice que es **insoluble**, y si se disuelve una cantidad pequeña, que es **poco soluble**. Esta terminología no es muy precisa, por lo que se hace necesario cuantificarla. Para ello se emplea la **solubilidad**.

1. Interpreta qué significa que la solubilidad del NaCl a 25 °C sea de 35,8 g/100 g de agua.
2. ¿Todos los solutos tendrán la misma solubilidad?, ¿en qué te basas para responder?



La solvatación es la acción del solvente sobre el soluto. Los iones son rodeados por moléculas de agua.

# ¿Qué es la

# solubilidad?

## Focaliza

Los vasos de precipitado de la imagen contienen agua y sulfato de cobre(II) ( $\text{CuSO}_4$ ) en las cantidades que se indican a 25 °C. Considera que la solubilidad del  $\text{CuSO}_4$  es 22 g/100 g de  $\text{H}_2\text{O}$  a 25 °C. Analiza la información y responde.

Vaso 1

Si se agregan 2 g de  $\text{CuSO}_4$  al vaso 1 no se disolverán.



23 g de  $\text{CuSO}_4$  en 100 mL de agua.

Vaso 2



22 g de  $\text{CuSO}_4$  en 100 mL de agua.

Vaso 3



11,5 g de  $\text{CuSO}_4$  en 100 mL de agua.

1. Identifica el soluto y el solvente en cada caso.
2. Explica si el contenido del vaso 1 antes de agregar los 2 g de sal, del vaso 2 y del 3 son una solución.
3. Explica por qué si agregaras más  $\text{CuSO}_4$  al vaso 1, este no se podrá disolver completamente.

## Explora

Reúne los siguientes materiales: 5 tubos de ensayo, balanza, azúcar,  $\text{NaCl}$ , agua, etanol y glicerina. Luego, realiza los procedimientos:

**Procedimiento 1:** vierte agua en dos tubos de ensayo hasta la mitad de su capacidad. En el primero, añade 1 g de azúcar, y en el segundo, 1 g de  $\text{NaCl}$ . Agita ambos tubos. Registra tus observaciones en una tabla.

**Procedimiento 2:** vierte por separado, agua, etanol y glicerina en tres tubos de ensayo hasta la mitad de su capacidad. A cada tubo adiciona 1 g de  $\text{NaCl}$  y agítalos simultáneamente. Registra tus observaciones en la tabla.

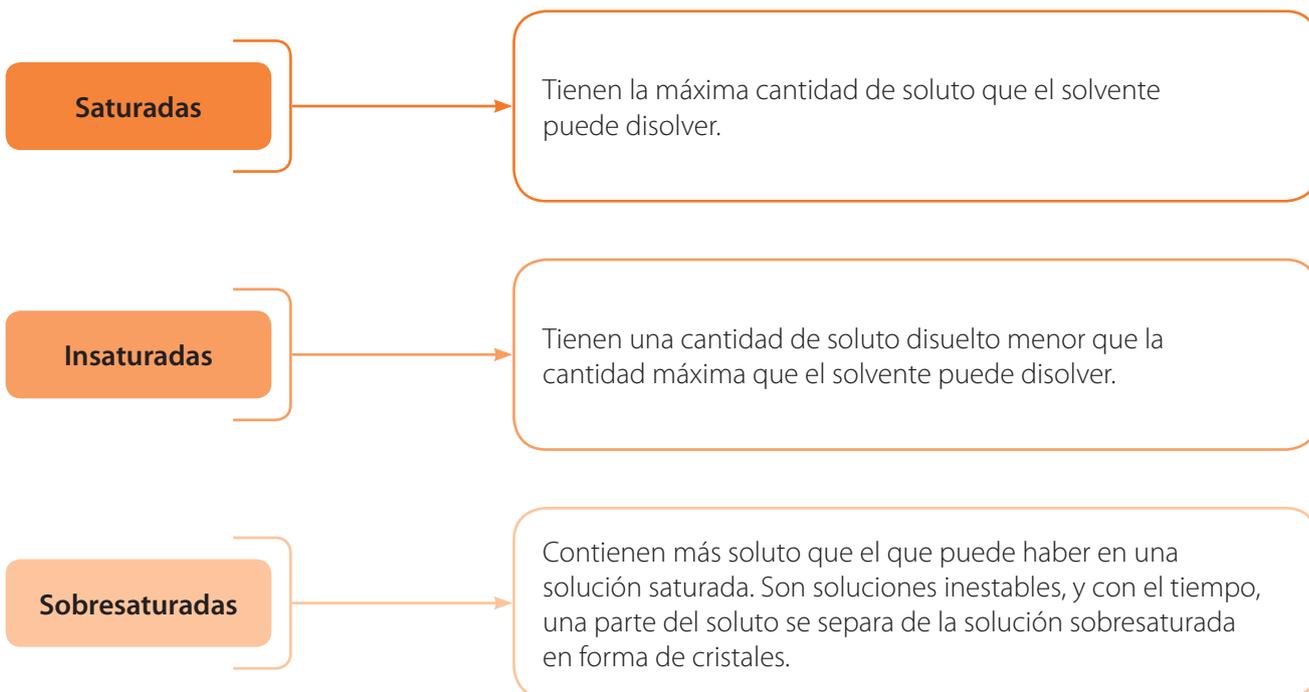
## Análisis de resultados

- a. ¿En cuál de los tubos del **procedimiento 1** el soluto se disolvió primero?, ¿a qué lo atribuyes?
- b. ¿Qué harías para que el soluto que tardó más en disolverse en el **procedimiento 1** se vuelva más soluble en el mismo solvente?
- c. ¿En cuál de los tubos del **procedimiento 2** el soluto se disolvió primero?, ¿a qué piensas que se debe?
- d. Plantea una conclusión a partir de los resultados obtenidos.

## Reflexiona

La **solubilidad** es la cantidad máxima de soluto que puede disolverse en una cantidad dada de solvente a una temperatura determinada y depende de diversos factores, como la naturaleza del soluto y del solvente, la temperatura, entre otros.

De acuerdo con la cantidad de soluto disuelto en cierta cantidad de solvente a una temperatura dada, las soluciones pueden ser:



## Aplica

1. Karen investigó la solubilidad del  $K_2Cr_2O_7$  y encontró lo siguiente:

Solubilidad  $K_2Cr_2O_7 = 15,1 \text{ g}/100 \text{ g de H}_2\text{O a } 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Fuente: Lide, D. R. (Ed.). (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

- Interpreta esta información.
  - Si Karen investigara la solubilidad de otro soluto, ¿encontraría el mismo dato?, ¿por qué?
- Se agregan 50 g de un soluto en 100 mL de agua a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , formándose un precipitado. La solución se calienta a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  y se agita hasta que el soluto se disuelve completamente. Cuando la solución se enfría a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , el precipitado se forma de nuevo. ¿Cómo explicarías esto?
  - Los peces, al aumentar su metabolismo con el incremento de la temperatura, necesitan una mayor cantidad de oxígeno, explica por qué piensas que los peces descienden a mayores profundidades.
  - Si la solubilidad del NaCl es de  $36 \text{ g}/100 \text{ g de H}_2\text{O a } 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , describe cómo prepararías una solución insaturada, una saturada y una sobresaturada.

# ¿Para qué se usa la concentración de las soluciones químicas?

## Focaliza

Observa la imagen y luego, responde en tu cuaderno.

1. Explica qué información puedes obtener a partir de la etiqueta del medicamento.
2. Si un médico le recetó 150 mg de paracetamol a una persona, ¿cuántas gotas de esta solución debería tomar?. Considera que 24 gotas equivalen a 1 mL.
3. El paracetamol de la imagen es prescrito por médicos para niños de hasta 8 años. Sin embargo, para mayores de esa edad se usa uno con una concentración de 160 mg/mL. ¿A qué piensas que se debe esto?



## Explora

Rodrigo preparó cuatro soluciones de jugo en polvo a temperatura ambiente. Para cada una empleó medio litro de agua y distintas cantidades de jugo según se indica.

Solución 1



5 g de jugo en polvo

Solución 2



50 g de jugo en polvo

Solución 3



100 g de jugo en polvo

Solución 4



150 g de jugo en polvo

Analiza y responde en tu cuaderno las siguientes preguntas:

1. Explica de qué depende el dulzor que tiene cada solución de jugo.
2. Explica qué **evidencia** entrega este experimento en relación con el hecho de que las soluciones tienen una composición variable.
3. ¿Cómo expresarías la cantidad de jugo disuelto en las soluciones? Recuerda que en cada jarro hay medio litro de agua (500 mL).
4. Elabora un modelo que represente la cantidad de soluto y de solvente en cada jarro.

## Reflexiona

Para expresar la cantidad de soluto presente en una determinada cantidad de solvente o solución se emplea la **concentración**, que puede ser física o química. Estas se pueden expresar de diversas formas.

### Unidades físicas de concentración

Porcentaje en masa:

$$\% m/m = \frac{\text{masa (g) de soluto}}{100 \text{ g de solución}} \cdot 100$$

Porcentaje masa en volumen:

$$\% m/V = \frac{\text{masa (g) de soluto}}{100 \text{ mL de solución}} \cdot 100$$

Porcentaje en volumen:

$$\% V/V = \frac{\text{volumen (mL) de soluto}}{100 \text{ mL de solución}} \cdot 100$$

### Unidades químicas de concentración

Concentración molar o molaridad:

$$M = \frac{\text{moles de soluto}}{1 \text{ L de solución}} \cdot 100$$

Concentración molal o molalidad:

$$m = \frac{\text{moles de soluto}}{1 \text{ kg de solvente}} \cdot 100$$

La **dilución** es un procedimiento que consiste en preparar una solución usando otra, de concentración conocida, llamada **solución estándar**. Esto se consigue agregando solvente a la solución estándar. La solución resultante tendrá una concentración menor. Para preparar una dilución se debe considerar la siguiente expresión:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$C_1$ : Concentración inicial

$V_1$ : Volumen inicial

$C_2$ : Concentración final

$V_2$ : Volumen final

## Aplica

- Calcula en tu cuaderno las concentraciones en % m/m de:
  - una solución formada por 20 g de soluto en 100 g de solución.
  - una solución formada por 80 g de soluto en 400 g de solución.
  - Compara ambas soluciones. ¿Cómo explicarías los resultados?
  - Menciona otra combinación de cantidades de soluto y solución que presenten la misma concentración obtenida en **a**.
- Calcula la concentración en % m/m para las cuatro soluciones de jugo en polvo de la página anterior. Considera que 1 mL de agua equivale a 1g de agua.
- El suero fisiológico es una solución de cloruro de sodio (NaCl) al 0,9% m/V. Si la masa molar de NaCl es 58,5 g/mol, calcula la concentración del suero fisiológico expresado en molaridad.
- Si a un niño se le receta una dosis de 75 mg de la solución de paracetamol de la página anterior, explica cuántas gotas de dicha solución deberá consumir.

### Nuestro gran problema, la contaminación del aire



La contaminación del aire no solo afecta la salud de las personas y de los animales, sino que también daña la vegetación y el suelo, y contribuye significativamente al cambio climático. Las principales fuentes de contaminación del aire en Chile son los medios de transporte, las actividades industriales y la calefacción de las viviendas.

En varias ciudades de Chile existen estaciones de monitoreo que miden la concentración diaria

de distintos contaminantes, la que se contrasta con las normas establecidas. A partir de ello, se determinan distintas medidas para mejorar la calidad del aire.

Pese a los esfuerzos, aún existen zonas en Chile que no cumplen con los estándares establecidos en las normas de calidad del aire vigentes.

**Fuente:** Sistema Nacional de Información Ambiental. (s.f.). *Calidad del aire*. Consultado el 23 de marzo de 2020. <https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/calidad-del-aire/>

## ¿Cómo podemos ayudar?

1. Ingresa al *link*: <https://ppda.mma.gob.cl/conceptos-de-calidad-del-aire/> e investiga acerca del PM 2,5 y PM 10. Según lo que investigues, fundamenta si podrías afirmar que todos los contaminantes forman una solución con el aire.
2. Ingresa al *link*: <https://sinca.mma.gob.cl/mapainteractivo/index.html?z=7> e investiga acerca de las mediciones de la calidad del aire de tu ciudad o de otra cercana. Luego, responde:
  - a. ¿Qué contaminantes son monitoreados e informados?
  - b. ¿En qué unidades de concentración se informan los contaminantes?
3. Ingresa al *link*: <https://ppda.mma.gob.cl/> y elabora un tríptico informativo para comunicar los planes de prevención y descontaminación atmosférica para tu región. Compártelo con tu familia.

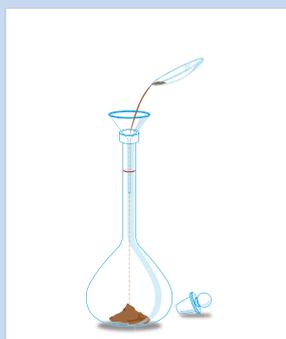
## Actividad final

Observa los siguientes pasos que te permitirán preparar una solución a una concentración determinada.

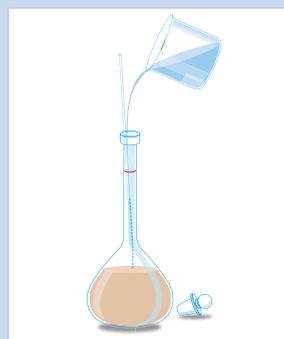
**Paso 1** Coloca el vidrio de reloj en la balanza y tara. Luego, mide la masa de sólido que se requiere.



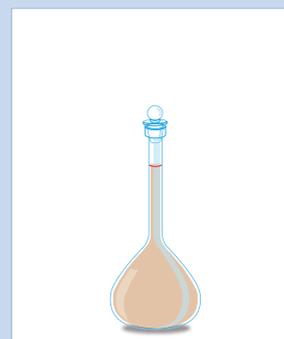
**Paso 2** En un matraz de aforo, añade el soluto cuidando de no desperdiciarlo. Luego, lava el vidrio de reloj y el embudo con pequeñas cantidades de agua dentro del mismo matraz. Tapa y agita para homogeneizar.



**Paso 3** Agrega agua destilada al matraz con apoyo de la varilla de agitación hasta aproximadamente 1 cm antes de la marca del aforo. Luego, completa el volumen con un gotero o pipeta Pasteur.



**Paso 4** Tapa y agita suavemente el matraz de aforo para homogeneizar nuevamente.



En parejas, realicen el siguiente procedimiento:

- Reúnan los materiales para preparar 250 mL de una solución acuosa  $\text{CuSO}_4$  al 5% m/V y otra a 0,25 M.
- Conserven las soluciones preparadas en dos botellas previamente lavadas y rotuladas.

## ¿Cómo voy?

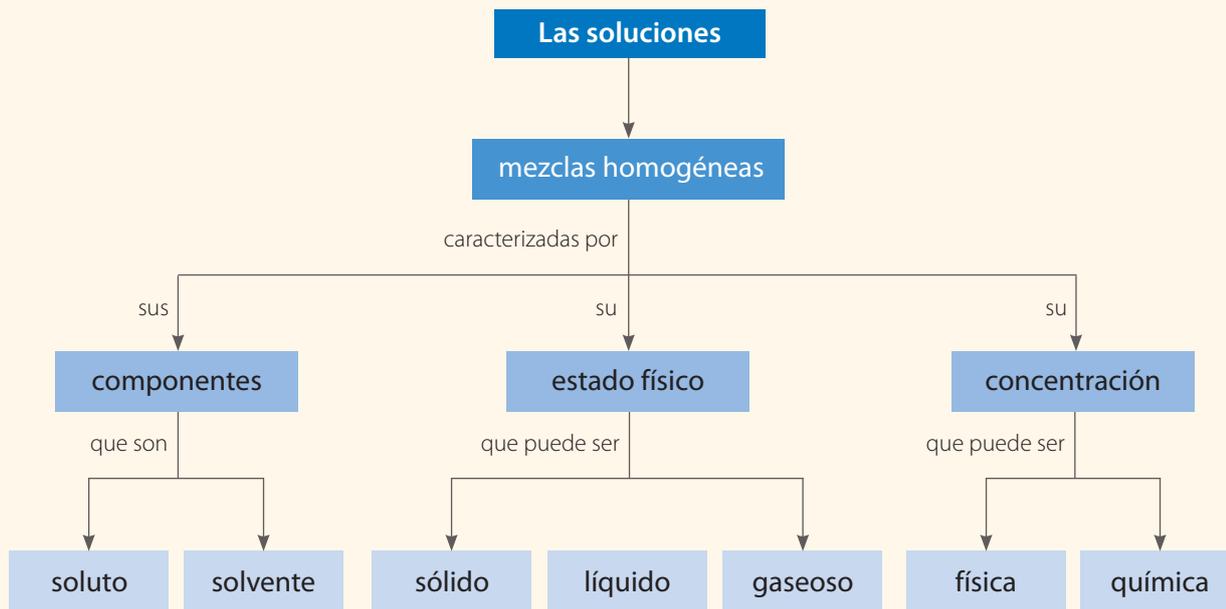
### Evaluación de proceso y progreso

- Las tabletas de 500 mg de ácido acetilsalicílico contienen 0,5 g del principio activo (ácido acetilsalicílico), mezclado con otras sustancias, como excipientes que masan 0,1 g. Si la masa molar del ácido acetilsalicílico es 180,1 g/mol, responde.
  - Explica en qué estado físico se encuentra esta solución.
  - ¿El ácido acetilsalicílico corresponde al soluto o al solvente? Explica considerando las cantidades de cada componente en las tabletas.
  - Si una tableta de ácido acetilsalicílico tiene una masa de 0,6 g, calcula su concentración en % m/m y en molalidad.

- Si disuelves una tableta en un vaso hasta completar 100 mL de solución, calcula su concentración molar.

## ¿Cómo aprendo?

- Explica si los ejemplos cotidianos te permitieron comprender de mejor manera la concentración.
- Menciona ejemplos que muestren la importancia de lo que has aprendido en esta lección para tu vida cotidiana.



## Repaso mis aprendizajes

- Elabora un cuadro resumen que contenga las ideas principales de la unidad. Para ello, usa los conceptos del mapa conceptual e incluye otros.
- Identifica el soluto y el solvente en cada una de las siguientes soluciones:
  - 10 g de cloruro de sodio (NaCl) en 100 mL de agua.
  - 40 mL de etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) en 60 mL de agua.
  - 500 mL de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en 2 L de agua.
- Explica por qué cuando se adiciona demasiado café a una taza con agua caliente, parte de este se deposita en el fondo de la taza.
- Menciona dos ejemplos de soluciones en estados sólido y gaseoso que estén presentes en tu entorno y que sean distintos a los presentados en la unidad.
- Explica por qué resulta más fácil disolver el azúcar cuando la temperatura del agua del té es más elevada.
- Usa los datos de solubilidad del NaCl de la **página 101** y determina la máxima cantidad de sal que puede disolverse en un vaso que contiene 200 mL de agua.
- La etiqueta de un jugo en polvo en sobre recomienda que este se disuelva en 1 L de agua. Si la cantidad de jugo que contiene el sobre es de 7 g, explica qué tipo de solución se obtendría: saturada, insaturada o sobresaturada en los siguientes casos:
  - se disuelven 3 sobres de jugo en 1 L de agua.
  - se disuelve 1 g de jugo en 1 L de agua.
- Verifica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifica las falsas.
  - Si se prepara una solución a una concentración conocida, y luego el contenido se vacía en dos recipientes distintos, cada uno de ellos tendrá una concentración diferente.
  - Si se tiene una solución saturada y se le agrega más soluto, y luego se agita, se tendrá una solución insaturada.

9. Si un vino presenta una concentración de alcohol etílico del 13,5 % V/V, responde en tu cuaderno:
- ¿Qué volumen de alcohol etílico consume una persona que bebe una copa de vino de 200 mL?
  - ¿Con cuántas copas de vino una persona ingiere 40,5 mL de alcohol etílico?
10. A partir de los siguientes materiales: balanza, matraz de aforo de 250 mL, vaso de precipitado de 250 mL, varilla de vidrio, probeta de 250 mL, vidrio de reloj, embudo analítico y pinza de madera, realiza lo solicitado.
- Escoge los materiales necesarios para preparar 250 mL de una solución acuosa de alcohol etílico al 15 % V/V.
  - Describe paso a paso el procedimiento que realizarías para obtener la solución solicitada.
  - Compara tu procedimiento con el de un compañero. Evalúa qué mejoras incorporarías.
  - Aplica el procedimiento mejorado para preparar la solución solicitada en a.
11. Reúne los materiales (ver imágenes). Luego, realiza el procedimiento que sigue.



- Masa el vaso de precipitado que contiene la solución preparada y registra este dato.
- Continúa agregando pequeñas cantidades de sal al vaso de precipitado, agitando constantemente con la cuchara.
- Cuando notes que ya no se puede disolver más sal, vuelve a masar el vaso de precipitado que contiene la solución y registra este dato.

### Análisis de resultados

- Determina la cantidad total de sal añadida en el vaso de precipitado.
- Explica por qué no pudiste disolver más sal en el agua.
- Infiere la cantidad de sal que podrías disolver completamente en 100 mL de agua.

12. Junto con un compañero, reúnan los siguientes materiales: solución de  $\text{CuSO}_4$  0,25 M preparada en la página 105, un matraz de aforo de 250 mL, una varilla de agitación, un vaso de precipitado de 250 mL, una probeta de 100 mL y agua destilada. Luego, lleven a cabo el procedimiento.

A. Calculen el volumen de solución de  $\text{CuSO}_4$  0,25 M que necesitan para preparar 250 mL de una solución de  $\text{CuSO}_4$  0,1 M.

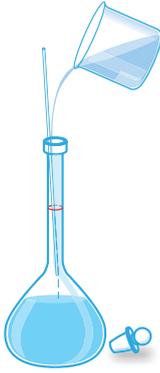
B. A continuación, consideren los siguientes pasos y preparen la dilución solicitada:

1



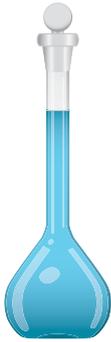
Con una probeta, midan el volumen de solución estándar calculado en A y vacíenlo en el matraz de aforo.

2



Agreguen lentamente el agua destilada para diluir la solución.

3



Adicionen agua destilada hasta alcanzar la línea del aforo del matraz.

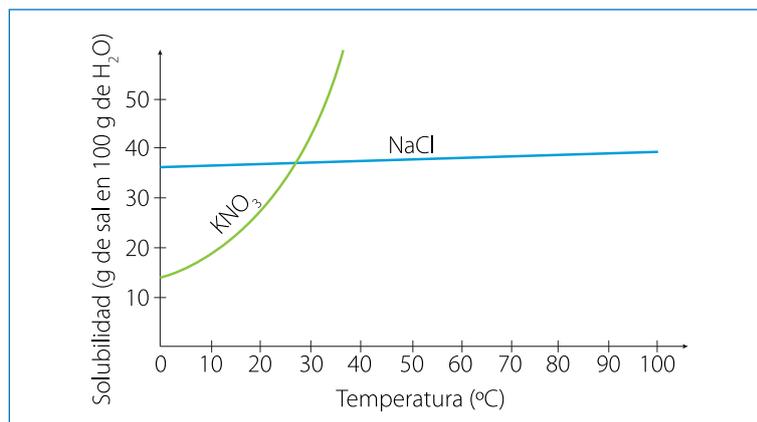
### Análisis de resultados

a. Comparen y mencionen las diferencias que observan entre la solución estándar y la dilución obtenida.

b. Mencionen situaciones cotidianas en donde podrían aplicar lo aprendido sobre diluciones.

13. Analiza el gráfico y luego, responde en tu cuaderno.

Gráfico n° 1. Solubilidad de  $\text{NaCl}$  y  $\text{KNO}_3$  versus temperatura



Fuente: Chang, R. y Goldsby, K. (2017). *Química*. McGraw-Hill Interamericana. (1992).

a. Explica cómo varía la solubilidad de las sales por efecto de la temperatura.

b. Explica qué sal es más soluble en agua a medida que se incrementa la temperatura.

c. Establece dos conclusiones a partir de los datos del gráfico.

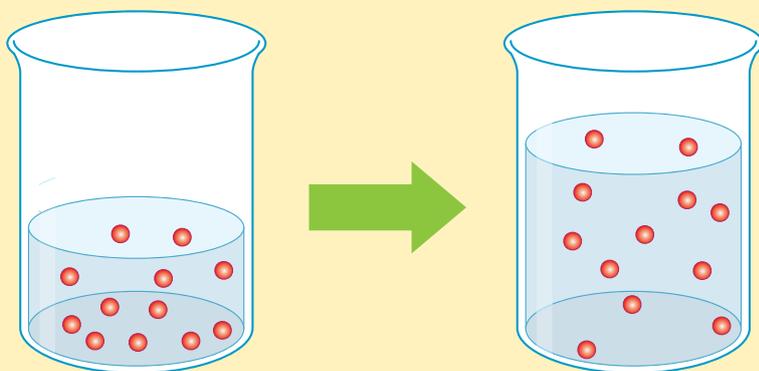
Te invitamos a conocer el logro de tus aprendizajes.

1. Observa los datos de la siguiente tabla y luego, responde lo que se solicita:

Tabla n° 3. Datos de dos soluciones: X e Y				
Solución	Volumen de solución (mL)	Soluto	Volumen de solvente (mL)	Concentración de la solución
X	260,00	20,00 g	250,00	1,15 M
Y	1 030,00	30,00 mL	1 000,00	2,30 % m/V

Fuente: Chang, R. y Goldsby, K. (2017). *Química*. McGraw-Hill Interamericana. (1992).

- a. Explica qué tipo de soluciones son X e Y, ¿sólida, líquida o gaseosa?
  - b. Explica en qué estado se encuentran los solutos antes de mezclarse con el solvente.
  - c. Explica qué significa que la solución X es 1,15 M y que la Y es 2,3 % m/V.
2. Explica por qué es importante conocer los componentes y la concentración de una solución química.
  3. Transforma la concentración de las siguientes soluciones como se indica en cada caso. Comparte con un compañero el método que usaste.
    - a. Ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) en agua al 5 % m/V transformar a molaridad. La masa molar del  $\text{CH}_3\text{COOH}$  es 60 g/mol.
    - b. Hidróxido de sodio (NaOH) en agua al 12 % m/m transformar a molalidad. La masa molar del NaOH es 40 g/mol.
  4. Observa el siguiente modelo del proceso de dilución. Luego, responde.



- a. Identifica qué representan las esferas rojas.
- b. Usa el modelo y explica por qué representa el proceso de dilución.

## Gran idea de la Ciencia

1. Responde nuevamente: ¿por qué las soluciones químicas son importantes para el medioambiente, la salud humana y el desarrollo industrial?
2. Elige un tema de cada lección y explica cómo se relaciona con la Gran idea de la Ciencia señalada en la página 91.
3. ¿De qué manera lo que has aprendido te permite tomar conciencia acerca de la importancia de disminuir la contaminación de las fuentes hídricas?

# Las propiedades coligativas



Cuando se adiciona sal a una olla con agua caliente, esta hierve de manera vigorosa durante uno o dos segundos luego de ser añadida, es por ello que debes tener cuidado de las salpicaduras de agua caliente para evitar quemaduras.

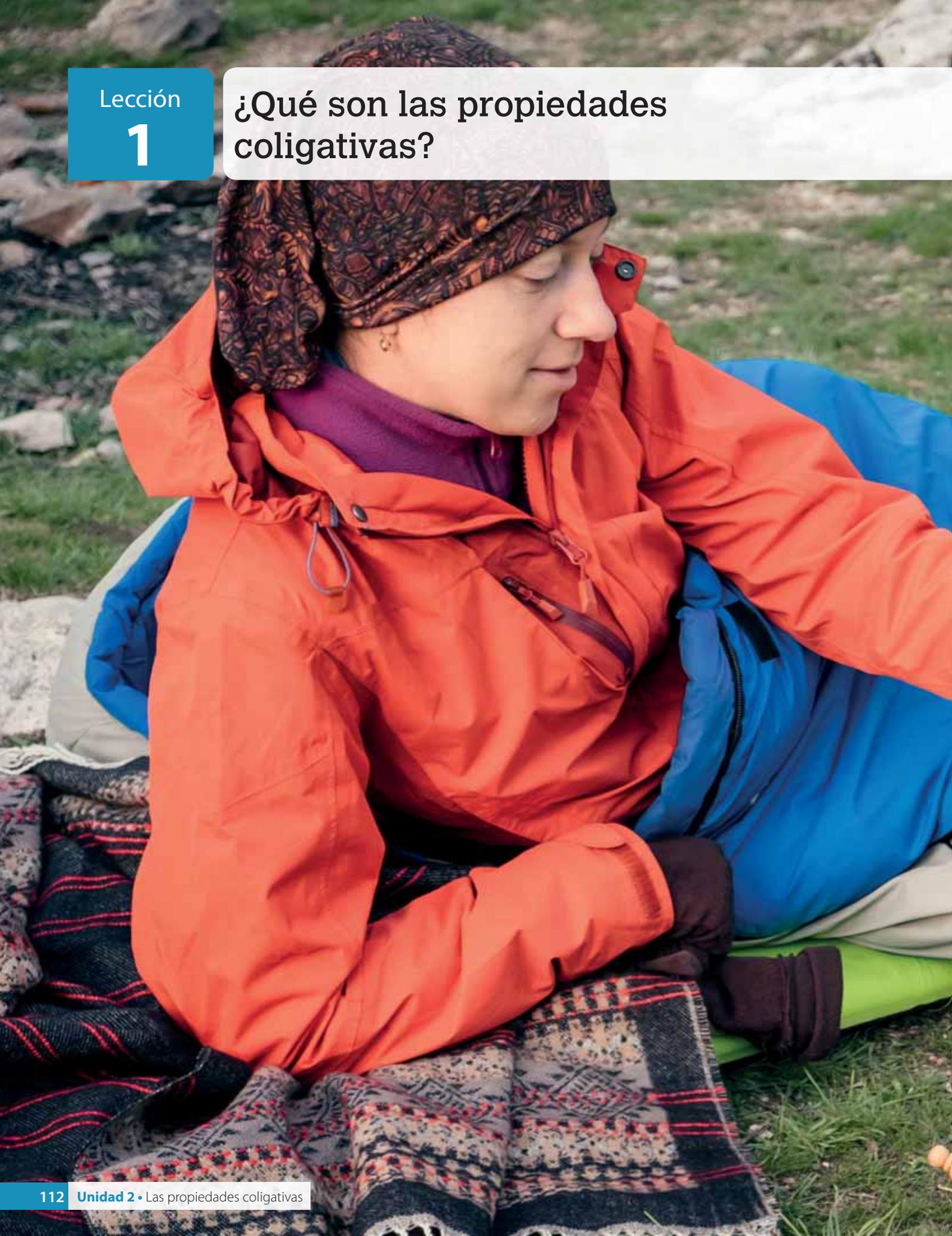
**¿Por qué deja de hervir el agua unos segundos después de agregar la sal?**

## Gran idea de la Ciencia

Todo material del universo está compuesto por partículas muy pequeñas.



# ¿Qué son las propiedades coligativas?



## ¿Qué sé?

Cuando un soluto y un solvente forman una solución química, esta posee propiedades físicas propias, diferentes a aquellas que tenían el soluto y solvente originalmente, y se denominan **propiedades coligativas**.

Al salir de campamento, es primordial cuidar el combustible para cocinar. Por ello, es recomendable no agregar sal al agua en la que se cocina, hasta que alcanza el punto de ebullición, pues así, el agua tarda menos tiempo en alcanzarlo.

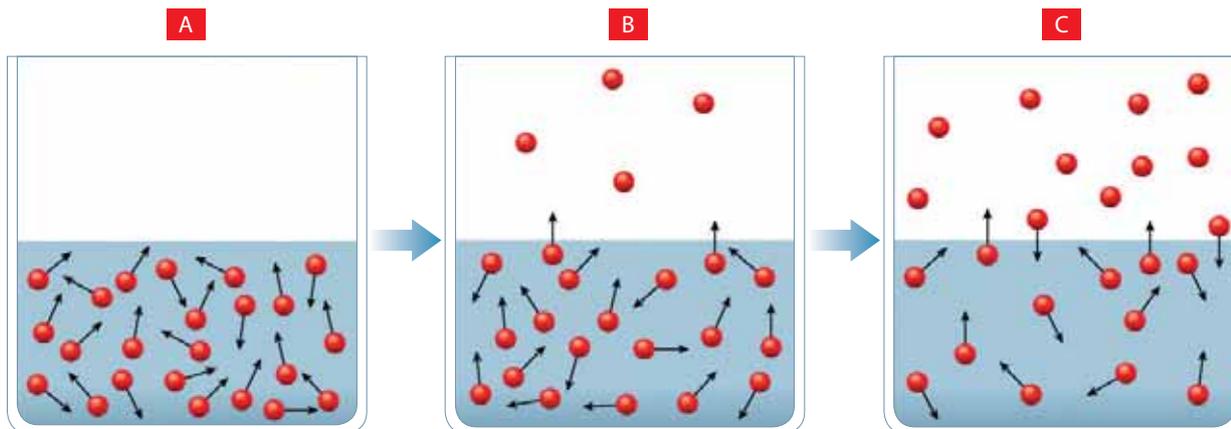
1. Explica por qué piensas que el agua tarda menos tiempo en alcanzar la temperatura de ebullición al no agregarle sal, ¿cómo se relaciona esto con el ahorro de combustible?
2. Explica si se producirá el mismo efecto si se cambia el soluto incorporado.



# ¿Cuáles son las propiedades coligativas?

## Focaliza

Las imágenes A, B y C representan las etapas al calentar agua en un recipiente hermético. Obsérvalas y realiza las actividades:



1. Identifica en cuál de las etapas se comienza a evaporar el agua.
2. Describe lo que ocurre en la etapa C.
3. Reúne los siguientes materiales: una olla pequeña, un cronómetro, una cuchara grande, agua y sal. Luego, realiza el procedimiento en tu casa.
  - A. Agrega a la olla dos tazas de agua (400 mL), colócala en el fuego de la cocina y mide el tiempo que demora en que comience a evaporarse el agua.
  - B. Repite el procedimiento, pero agrega cuatro cucharadas de sal y agita la solución.
  - C. Registra los datos en una tabla.

## Análisis de resultados

- a. Explica en cuál de los dos casos se evapora más rápido el agua.
- b. Infiere si se obtendrán los mismos resultados si se agrega azúcar en vez de sal.

## Explora

Reúne los siguientes materiales: un jarro, una cuchara, dos cubeteras, un reloj, sal de mesa y agua. Luego, realiza el procedimiento:

- A. Coloca agua en el jarro, adiciona seis cucharadas de sal y agita la solución.
- B. Agrega esta solución a una cubetera y llena la otra solo con agua. Coloca las cubeteras al mismo tiempo en el congelador y mide el tiempo que demoran en congelarse. Registra los datos en una tabla.

## Análisis de resultados

- a. Describe el efecto que produce la adición de sal al agua en relación con la congelación.
- b. Explica por qué piensas que son diferentes los tiempos de congelación de la solución y del agua.

## Reflexiona

La **presión de vapor** es la presión que ejerce la fase gaseosa o vapor sobre la fase líquida en un sistema cerrado a una temperatura determinada, en la que la fase líquida y la gaseosa se encuentran en equilibrio. Se ha observado que el agua se evapora a una temperatura menor que una solución formada por agua y un soluto. Esto se debe a que el agua tiene una **presión de vapor** mayor que la solución. Por otro lado, el agua se congela a una temperatura mayor en comparación con una solución formada por agua y un soluto, porque el punto de congelación disminuye al agregar un soluto a un solvente.

Las propiedades de una solución que dependen de la concentración del soluto pero no de su naturaleza química se conocen como **propiedades coligativas**. Entre ellas están la **disminución de la presión de vapor** y del **punto de congelación**, y el **aumento del punto de ebullición**.

## Aplica

Junto con un compañero, reúnan los materiales (ver imágenes). Luego, realicen el procedimiento que sigue.

A



B



C



D Registren sus observaciones.

### Análisis de resultados

- ¿Qué piensan que ocurre con la temperatura del hielo al agregar sal sobre él?
- Expliquen por qué se puede levantar el hielo con la pitilla.
- Expliquen a qué propiedad coligativa se debe este fenómeno.



### Predice

¿Cómo será el punto de ebullición de una solución de agua con azúcar si se compara con el punto de ebullición del agua pura?

# Presión osmótica:

## otra propiedad coligativa

### Focaliza

Las siguientes imágenes muestran el procedimiento realizado por un estudiante y los resultados que obtuvo transcurridas 24 horas.

#### Experimento 1



#### Experimento 2



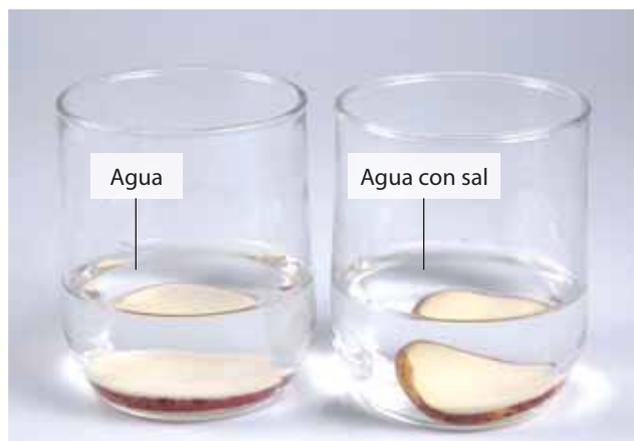
1. Si dentro del tallo hay agua, ¿hacia dónde fluye esta en el experimento 1?, ¿en qué te basas para responder?
2. ¿Habrá movimiento de agua desde el exterior hacia el tallo o viceversa en el experimento 2?, ¿por qué?
3. Representa con un esquema lo que ocurre en los experimentos 1 y 2.
4. Predice lo que ocurriría si midieras el volumen de agua al inicio y al final de los experimentos, ¿cuáles serían los resultados?
5. Investiga el proceso que está involucrado en este fenómeno y explícalo.

### Explora

Reúne los siguientes materiales: dos vasos de vidrio, una cuchara, dos rebanadas de papa cruda, sal y agua. Luego, realiza el procedimiento y observa las papas después de 24 horas.

#### Análisis de resultados

- a. Explica a qué se deben las diferencias en las rebanadas de papa.
- b. Predice lo que ocurriría si se intercambiaran de recipiente las rebanadas de papa.
- c. Investiga qué es una solución hipotónica, una hipertónica y una isotónica, ¿cuál es la relación entre estas soluciones y este experimento?

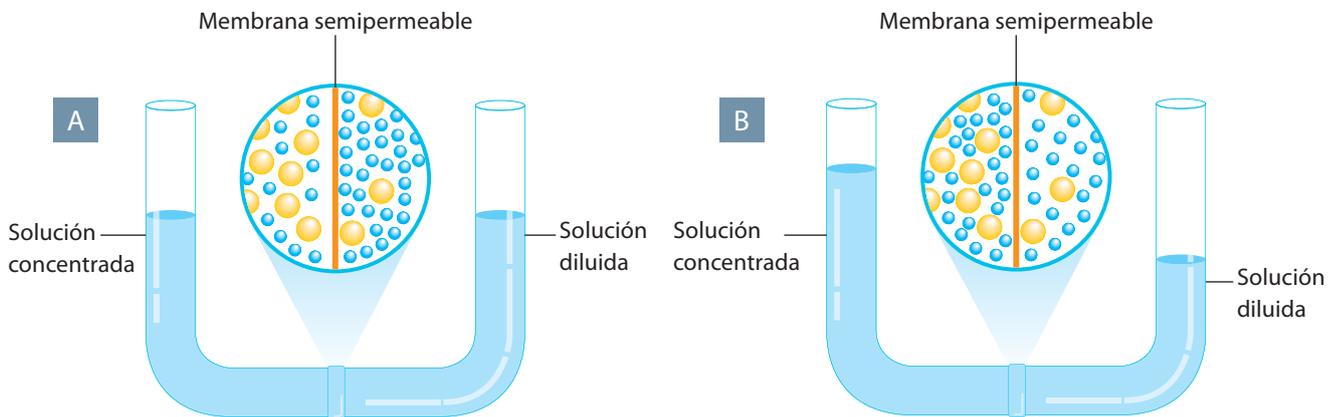


#### Precaución

Ten cuidado al cortar las rebanadas de papa.

## Reflexiona

La imagen A representa un tubo de vidrio en forma de U que en su interior contiene dos soluciones a diferentes concentraciones, separadas por una **membrana semipermeable**, que es una estructura que separa dos fases líquidas o gaseosas y solo deja pasar a través de ella alguno de sus componentes. La imagen B representa lo que ocurre en el tubo en U después de algunos minutos.

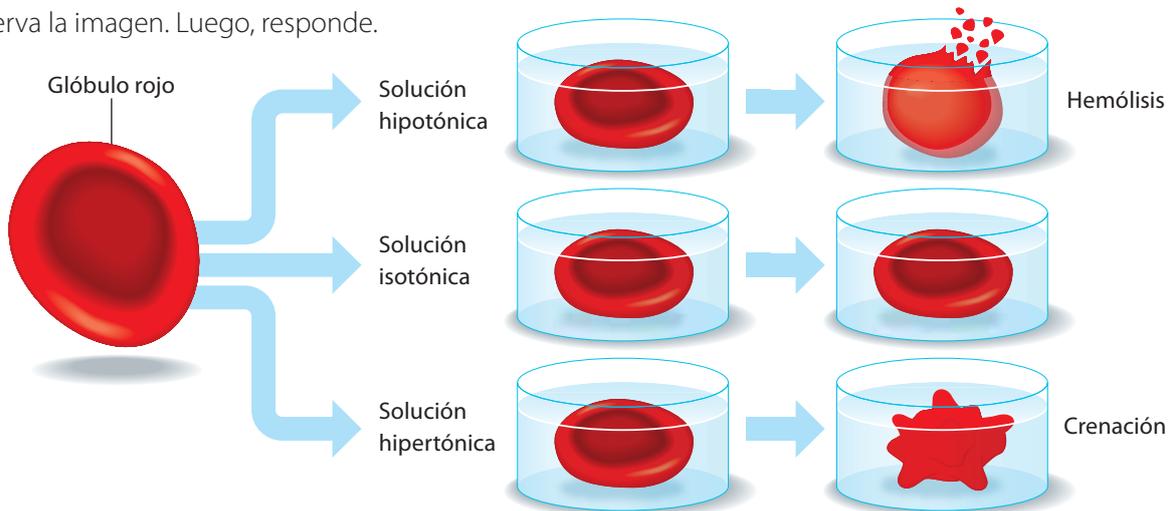


1. Identifica qué representan las esferas amarillas y azules.
2. Explica hacia dónde se mueven las moléculas de soluto y de solvente.

La **osmosis** es el movimiento de un solvente (agua) a través de una membrana semipermeable. En este proceso, las moléculas de solvente pasan desde la solución diluida hacia la solución más concentrada. La **presión osmótica** de una solución es la presión que se requiere para detener la osmosis y se genera por el movimiento del agua a través de la membrana semipermeable.

## Aplica

Observa la imagen. Luego, responde.



1. Describe lo que ocurre con los glóbulos rojos si estos se sumergen en una solución hipotónica e hipertónica.
2. Explica cómo debe ser la sangre para que los glóbulos rojos mantengan su estructura.
3. ¿Qué importancia tiene la homeostasis en esto? Recuerda lo aprendido en **Biología**.

### Glosario

**Homeostasis:** conjunto de mecanismos de autorregulación que permiten mantener relativamente constantes la composición y las propiedades del medio interno de un organismo.

## Protagonistas de la ciencia



### Milko Jorquera T.

El doctor Jorquera es el investigador encargado del Laboratorio de Ecología Microbiana Aplicada de la Universidad de La Frontera (UFRO) y junto con su equipo realizan una investigación que consiste en aislar bacterias de plantas vasculares nativas antárticas, con el propósito de estudiar cómo dichas bacterias podrían actuar en los paltos para evitar que se dañen durante las heladas.

Fuente: Espinoza, L. (2016). *UFRO gana proyecto Inach*. <http://vrip.ufro.cl/index.php/investigacion/477-ufro-gana-proyectos-inach>

A continuación, responde:

1. ¿Qué propiedades piensas que tienen las bacterias que se aíslan de las plantas antárticas que son beneficiosas para los paltos?
2. Fundamenta la importancia que tiene este estudio para la agronomía nacional.
3. Explica la relevancia que tiene el trabajo en equipo en la realización de investigaciones como la que lidera el doctor Jorquera.
4. ¿Cómo se manifiesta la creatividad en el trabajo del doctor Jorquera?

## Ciencia en Chile

### Instituto Antártico Chileno Inach

El Instituto Antártico Chileno Inach desarrolla investigación científica, tecnológica y de innovación en la Antártica. Dicho organismo, coordina, planifica y ejecuta las actividades científicas y tecnológicas en la Antártica y apoya la labor del Comité Nacional de Investigaciones Científicas Antárticas (CNIA).

Chile, en su calidad de país antártico, con derechos soberanos sobre un sector de ese continente, ha desarrollado un activo y constante quehacer científico.

Fuente: Instituto Antártico Chileno. (2019, 26 de julio). *Sobre Inach*. [http://www.inach.cl/inach/?page\\_id=2](http://www.inach.cl/inach/?page_id=2)

1. ¿Por qué piensas que es importante que el Inach financie estudios como el del doctor Jorquera?
2. ¿Cuáles son los efectos que produce el derretimiento de los glaciares en los océanos?



La sede nacional del Inach está ubicada en la ciudad de Punta Arenas.

## Actividad final

Junto con un compañero, realicen lo que sigue.

- A.** Reúnan los materiales (ver imagen) y realicen el procedimiento. Luego, marquen el nivel del líquido en cada vaso y déjenlos en reposo durante una semana. Registren sus observaciones.



- B.** Recolecten los materiales necesarios para conducir una investigación experimental que les permita responder la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo varía la textura de una hoja de lechuga cuando se encuentra en un medio hipotónico y en otro hipertónico?

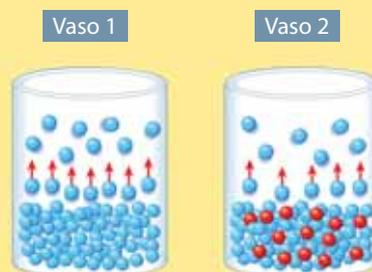
### Análisis de resultados

- Expliquen cuál de los solventes de la actividad A tiene mayor presión de vapor.
- Fundamenten por qué la investigación experimental que plantearon en la actividad B permite responder la pregunta de investigación.
- Evalúen las acciones ejecutadas en su investigación experimental y propongan mejoras.

## ¿Cómo voy?

### Evaluación de proceso y progreso

- La imagen representa el comportamiento del agua sin soluto (vaso 1) y con soluto (vaso 2), al calentarla.
  - Identifica qué representan las esferas celestes y rojas.
  - ¿En cuál de los vasos, el agua tiene mayor presión de vapor, mayor punto de ebullición y mayor punto de congelación?, ¿por qué?
- Observa la imagen de las manos y luego, responde:
  - Ejemplifica cuándo te ha sucedido este fenómeno.
  - Explica por qué ocurre este fenómeno.
  - Desarrolla un modelo que te permita explicar la presión osmótica.



## ¿Cómo aprendo?

- ¿Qué conoces acerca de las propiedades coligativas?
- ¿Cómo se relaciona lo que has aprendido acerca de las propiedades coligativas con tu vida cotidiana?

## ¿En qué procesos están presentes las propiedades coligativas?

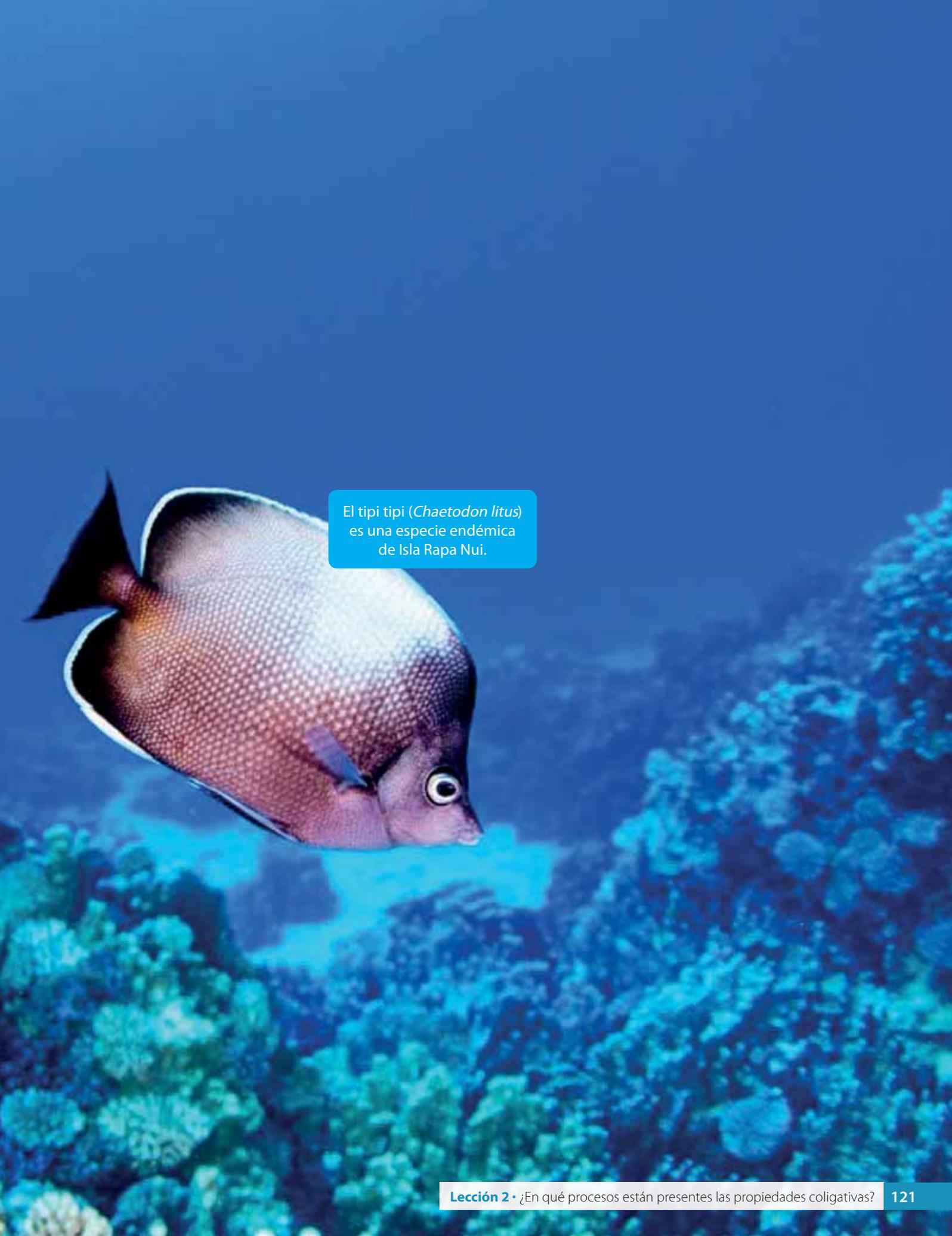
### ¿Qué sé?

#### Evaluación inicial

En el agua de mar, hay disueltos iones como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , entre otros, siendo los más abundantes los que provienen del cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ). Los seres vivos que habitan en el océano tienen **mecanismos autorreguladores** que les permiten mantener en rangos normales la cantidad de agua dentro de sus células, por medio del equilibrio de la **presión osmótica**.

Las células que forman los tejidos de los peces que viven en el mar, como el tipi tipi, presentan mecanismos de transporte activo de iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  que les permiten equilibrar la concentración de sales con su medioambiente, debido a que están constantemente sometidos a un **medio hipertónico**.

1. Explica qué propiedad coligativa está involucrada en los mecanismos de autorregulación de los peces.
2. Argumenta lo que ocurriría si los peces no tuvieran este mecanismo de autorregulación.

A photograph of a Chaetodon litus fish, also known as a tipitipi, swimming in clear blue water above a vibrant coral reef. The fish has a distinctive shape with a large, rounded body and a prominent eye. The background is filled with various types of coral, creating a rich, textured environment.

El tipitipi (*Chaetodon litus*)  
es una especie endémica  
de Isla Rapa Nui.

# Preparación y conservación de alimentos

## Focaliza

Un estudiante puso uvas en un frasco con sal y observó los cambios que experimentaron durante 10 días. Observa las fotos que el estudiante tomó durante su experimento y luego, responde lo que se solicita.

Día 1



Día 5



Día 10



1. Describe lo que les ocurrió a las uvas.
2. ¿Cómo se llama el proceso que experimentaron las uvas y en qué consiste?
3. Explica qué propiedad coligativa está involucrada en este proceso.
4. Menciona dos alimentos que pueden experimentar este fenómeno.

## Explora

Las mermeladas son productos que se elaboran a partir de frutas y azúcar. Las hay de variados frutos, incluso de naranja y tomate. En su preparación, están involucradas las propiedades coligativas, como verás en la siguiente actividad:

1. Investiga acerca de la preparación de mermeladas en sitios web o consulta con algún familiar. Luego, escoge una fruta de estación y prepara tu propia mermelada. Finalmente, comparte tu mermelada y su receta con tus compañeros, y prueba las demás preparaciones.
2. Responde:
  - a. Explica qué tipo de solución química es la mermelada, ¿híper, hipo o isotónica?
  - b. Argumenta la propiedad coligativa que está involucrada en el proceso de preparación de la mermelada.
  - c. Explica por qué las mermeladas se conservan por largos períodos de tiempo.



### Precaución

Ten cuidado al calentar. Pide ayuda a un adulto para desarrollar esta tarea.

## Reflexiona

La **presión osmótica** está involucrada en la conservación de alimentos, por ejemplo: en la deshidratación de frutos y en las mermeladas.

### Explica



¿En qué otras preparaciones de alimentos está involucrada la presión osmótica?

El secado o deshidratación de las frutas como los duraznos, para preparar huesillos, es un proceso en el cual las células vegetales pierden agua. Así, la fruta se puede conservar sin descomponerse.



↗ Duraznos deshidratados.



↗ Mermelada de frutilla.

## Aplica

1. El mote con huesillos es una bebida típica chilena muy refrescante y sabrosa. A partir de lo que sabes sobre las propiedades coligativas, explica por qué los huesillos aumentan su volumen cuando están inmersos en el jugo.
2. Antiguamente, para mantener los alimentos y que duraran más tiempo sin descomponerse, se usaban diversos métodos, por ejemplo: salar la carne. Investiga acerca de la elaboración del charqui y explica su relación con las propiedades coligativas.



↗ Mote con huesillos.



↗ Charqui.

# Aditivos en radiadores y

# otras aplicaciones

## Focaliza

La Antártica es el continente más frío del mundo. La temperatura más baja registrada hasta ahora fue el 5 de julio de 2018, alcanzando los  $-98,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En estas condiciones, los motores de los vehículos se congelan, por lo que deben utilizarse anticongelantes en el radiador, el cual consiste en un sistema de tubos por donde circula el agua que enfría el motor.

Fuente: Instituto Antártico Chileno. (2010, 31 de mayo). *Clima*.  
<http://www.inach.cl/inach/?p=1772>

1. Explica por qué se agregan anticongelantes al agua de los radiadores de los vehículos en la Antártica.
2. Describe lo que ocurriría si el agua del radiador de una motonieve o de un barco se congelara.
3. Predice cómo piensas que será el punto de congelación de una solución de agua destilada con anticongelante, en comparación con el del agua destilada pura, ¿mayor o menor?



## Explora

Según lo estudiado en la *Lección 1*, responde:

1. Identifica la propiedad coligativa que se evidencia en el uso de anticongelantes en los radiadores.
2. Una solución que contiene agua destilada y un anticongelante llamado etilenglicol al 25% V/V puede alcanzar un punto de congelación de  $-12,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Analiza si se podría usar esta solución en una motonieve para recorrer el territorio antártico.
3. ¿Qué procedimiento realizarías para disminuir el punto de congelación de la solución de etilenglicol en agua?
4. Investiga por qué no se agrega sal común al agua del radiador de un vehículo.
5. Investiga cuál es el anticongelante más usado en los vehículos de la Antártica.



## Reflexiona

La adición de un **anticongelante** como el etilenglicol al agua del radiador permite que los vehículos puedan funcionar en condiciones de temperatura muy bajas, como ocurre en la Antártica.

## Explica



¿Qué efecto produce agregar un anticongelante al agua de los radiadores de los vehículos?

Se añade una cantidad de anticongelante al agua del radiador de los vehículos, para que el punto de congelación de la solución sea inferior a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . De esta manera, la solución agua-anticongelante se mantendrá líquida, aunque la temperatura ambiental sea bajo cero.

El descenso del punto de congelación del agua por adición de un soluto tiene múltiples aplicaciones, especialmente en aquellas donde se requiere que el agua se congele a temperaturas inferiores a los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Aplica

Cuando las carreteras se cubren de nieve durante el invierno en las zonas frías, estas se espolvorean con sal común, de modo que, al mezclarse con la nieve, esta se derrita paulatinamente.

1. Identifica la propiedad coligativa que se evidencia en este proceso.
2. Describe el efecto que tiene la adición de sal común a la nieve.
3. ¿Cómo explicas este fenómeno?
4. Investiga cuáles son las ventajas de usar sal común para derretir la nieve.
5. Investiga qué otras sales se pueden usar con este mismo propósito.
6. Investiga otra aplicación de esta propiedad coligativa y descríbela en tu cuaderno.



Paolo Bona

 Camión que vierte sal en un camino cubierto de nieve.

### Bacterias antárticas

Chile es uno de los principales productores y exportadores de palta (*Persea americana*) en el mundo. Sin embargo, en los últimos años, su producción ha disminuido por las heladas y sequías.

En la investigación del doctor Milko Jorquera y su equipo, «Bacterias antárticas asociadas a plantas y su contribución para mitigar los daños por heladas en plántulas de paltos», se han aislado bacterias desde la raíz, del interior de la planta y del exterior de las hojas de las plantas *Colobanthus quitensis* y *Deschampsia antarctica*.

Actualmente, se sabe que hay bacterias que les permiten a las plantas tolerar bajas temperaturas y sobrevivir con escasez de agua. También se han descubierto proteínas anticongelantes y otras que se unen al hielo, gracias a las cuales las plantas sobreviven y proliferan a muy bajas temperaturas. Los investigadores estudian el uso de estas proteínas para disminuir el daño por formación de cristales de hielo en paltos y así promover su crecimiento bajo situaciones estacionales de heladas, mejorando su producción.

**Fuente:** Instituto Antártico Chileno. (2017, 26 de enero).

*A través de bacterias antárticas, buscarán reducir consecuencias por heladas en paltos.*

<http://www.inach.cl/inach/?p=20925>



## La ciencia al servicio de la agricultura

1. Explica el impacto que tendría en la agronomía nacional si se comprobara la efectividad de las bacterias antárticas en las plantaciones de paltos, ¿qué ventajas tendría para la sociedad?
2. ¿Qué otras aplicaciones podría tener el trabajo del doctor Jorquera y su equipo? Piensa en tu localidad.

## Actividad final

Junto con un compañero, reúnan los materiales de la imagen.



- Usando los materiales solicitados, conduzcan una investigación experimental que les permita responder la siguiente pregunta: ¿por qué el metanol puede considerarse un anticongelante?
- Discutan con su profesor la investigación propuesta y expliquen el propósito y el procedimiento de cada parte de la secuencia de pasos planteados.
- Ejecuten el procedimiento de su investigación experimental.
- Registren sus datos y observaciones en sus cuadernos.

### Análisis de resultados

- Planteen tres conclusiones.
- Investiguen y escojan un formato para comunicar sus resultados.
- Fundamenten si la investigación experimental que llevaron a cabo, les permitió responder la pregunta de investigación.
- Evalúen cada acción ejecutada en el procedimiento de su investigación experimental y propongan mejoras.

## ¿Cómo voy?

### Evaluación de proceso y progreso

- El suero fisiológico es un producto muy utilizado en medicina. Por ejemplo, en pediatría, se usa como descongestionante nasal. Su composición es similar a la de los líquidos que se encuentran en las células de nuestro organismo.
  - Investiga acerca de la concentración y los usos que se le da al suero fisiológico.
  - Explica qué tipo de solución es el suero fisiológico en relación con nuestro organismo, ¿híper, hipo o isotónica?
  - Explica por qué la composición del suero debe ser similar a la de los líquidos de las células de nuestro organismo.
- Evalúa la importancia de las propiedades coligativas.

## ¿Cómo aprendo?

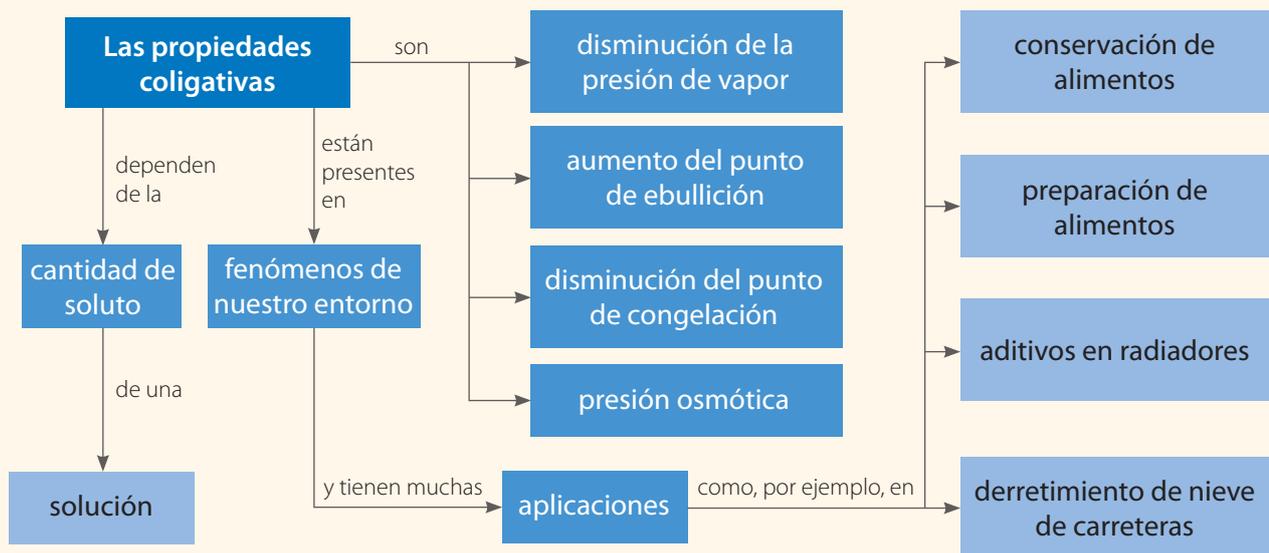
- ¿Qué habilidades desarrollaste en esta actividad?
- ¿En qué aspectos piensas que puedes mejorar?



▲ Aseo nasal de un bebé con suero fisiológico en spray.

## Síntesis

El siguiente mapa conceptual relaciona los principales conceptos de la unidad:



## Repaso mis aprendizajes

1. Elabora un esquema que te permita explicar las propiedades coligativas y sus aplicaciones.
2. Explica qué ocurre cuando las moléculas de agua pasan al estado gaseoso al ebullicir.
3. Explica por qué la adición de un soluto a un solvente disminuye su presión de vapor y aumenta su punto de ebullición.
4. Justifica de qué depende el incremento del punto de ebullición de un líquido al agregarle un soluto ¿del tipo de soluto?, ¿de la cantidad de soluto utilizada?, ¿o ambas?
5. Analiza la experiencia de un grupo de amigos. Luego, responde.



- a. Explica si estás de acuerdo con agregarle sal al agua después de que hierva.
  - b. Describe el efecto que produce la adición de sal al agua. ¿Qué diferencias hay entre adicionarla antes y después de que hierva?
6. Argumenta para qué se agrega sal al agua en las fábricas de helados.

7. Observa la imagen y explica el fenómeno que representa.



8. Elabora un modelo que represente el aumento del punto de ebullición de una solución en relación con el solvente puro. Explica tu modelo a un compañero, escucha sus críticas y mejóralo.
9. Un estudiante agregó la misma cantidad de agua a tres vasos de precipitado. Luego, añadió sal a dos de ellos en las cantidades que indican las imágenes.



- a. Explica cuál de los contenidos de los vasos tiene la presión de vapor más alta, el mayor punto de ebullición y el mayor punto de congelación.
- b. Planifica y lleva a cabo una investigación experimental, utilizando los mismos materiales, que te permita comprobar una de las afirmaciones realizadas en la pregunta a.
10. Analiza la siguiente tabla. Luego, responde.

Tabla n° 1. Puntos de ebullición y de congelación de distintas soluciones				
Solución (250 mL)	Punto de ebullición solvente (°C)	Punto de congelación solvente (°C)	Punto de ebullición solución (°C)	Punto de congelación solución (°C)
Soluto X en etanol	78,40	-117,30	79,01	-118,30
Soluto X en ácido acético	117,90	16,60	119,40	14,70

Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

- a. Compara los puntos de ebullición y de congelación de ambas soluciones respecto del solvente puro. ¿Qué concluyes?
- b. Predice cómo cambiarían los puntos de ebullición y de congelación de ambas soluciones si aumentarás su concentración utilizando el mismo soluto X.
- c. Predice cómo cambiarían los puntos de ebullición y de congelación de ambas soluciones si emplearas un soluto distinto de X.

11. Junto con un compañero, reúnan los materiales (ver imágenes) y un cronómetro. Luego, realicen el procedimiento.



**D** Calienten y midan el tiempo que tarda la solución B en alcanzar la ebullición.

### Análisis de resultados

- Relacionen el tiempo que tarda en hervir el agua con el punto de ebullición en cada caso.
- Expliquen qué propiedad coligativa se evidencia en este experimento.
- Repitan el experimento usando una cucharada de etilenglicol ¿hay alguna diferencia?, ¿a qué se debe?
- Formulen dos conclusiones a partir de sus observaciones y resultados.

12. Reúne los materiales (ver imágenes) y un cronómetro. Luego, realiza el procedimiento.



**C** Espera dos horas y marca nuevamente la posición de la salmuera en el vástago. Mide con ayuda de una regla la altura que alcanzó la salmuera.

### Análisis de resultados

- ¿Qué propiedad coligativa se evidencia en esta experiencia?
- Infiere cómo cambiarían los resultados si utilizaras una salmuera 4M y una solución de agua con azúcar 2M.
- Plantea dos conclusiones a partir de esta la experiencia.

Te invitamos a conocer el logro de tus aprendizajes.

- Explica de qué manera las propiedades coligativas están presentes en las siguientes situaciones.
  - Para conservar alimentos como carne, tomates y algunas algas, estos se salan.
  - El metanol se puede utilizar como anticongelante en los radiadores de los autos, pero no es recomendable usarlo en verano. (Dato:  $T_{eb}$  metanol:  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
  - Para cocinar los alimentos más rápido y ahorrar gas, se puede usar una olla a presión.
- Los pegamentos de contacto contienen solventes que evitan que se sequen en el interior del recipiente, pero cuando el pegamento se extiende sobre una superficie, el solvente se evapora rápidamente.
  - Explica la relación entre la presión de vapor de un solvente y la rapidez que tiene para evaporarse.
  - Analiza cómo es la presión de vapor de los solventes que se usan en los pegamentos de contacto.
- Las bebidas isotónicas contienen una concentración de iones similar a la que tienen nuestras células y mayor que la que tiene el agua potable. En base a esta información, responde:
  - ¿Por qué piensas que estas bebidas las usan los deportistas?
  - Explica por qué es necesario mantener los componentes de este tipo de bebidas en proporciones adecuadas en nuestro organismo.
  - Explica si es recomendable el consumo de estas bebidas diariamente.
  - Explica qué propiedad coligativa está presente al consumir estas bebidas.
- Ignacia se encuentra decaída y con picazón en la garganta. Su abuela le comentó que pueden ser bacterias y le aconsejó hacer gárgaras con salmuera para aliviarse.
  - ¿Qué es la salmuera?
  - Explica el fundamento científico que avala lo recomendado por la abuela de Ignacia.



## Gran idea de la Ciencia

- Responde nuevamente: ¿por qué deja de hervir el agua unos segundos después de agregar la sal?
- ¿Qué temas de las lecciones 1 y 2 se relacionan con la Gran idea de la Ciencia señalada en la página 111? Explica.
- ¿Cómo le explicarías a un familiar acerca de la importancia de las propiedades coligativas para la vida cotidiana?

# Química orgánica

La imagen muestra distintos productos en un local del mercado de Castro en Chiloé. Todos ellos contienen **compuestos químicos** con distintas propiedades, que en su conjunto le otorgan a cada producto características particulares.

La **química orgánica** estudia las estructuras, propiedades y reacciones de los **compuestos químicos** que contienen al **carbono** como átomo principal, denominados **compuestos orgánicos**.

¿Qué sustancias químicas de tu entorno piensas que son compuestos orgánicos?

El **licopeno** es un compuesto orgánico que les otorga el color rojo característico a los tomates.

El **limoneno** es un compuesto orgánico que está presente en los limones y en las naranjas.

## Gran idea de la Ciencia

Los organismos requieren de energía y de materiales.



Las uvas contienen ácido **málico** y **tartárico**, entre otros compuestos orgánicos.

La **pectina** es una fibra que está presente en la cáscara de las manzanas y otras frutas.

# ¿Qué son los compuestos orgánicos?

## ¿Qué sé?

### Evaluación inicial

El **petróleo** es la fuente energética más utilizada por el ser humano. El uso de los combustibles derivados del petróleo es en parte una de las causantes del incremento del efecto invernadero y de sus consecuencias catastróficas en la Tierra.

El **petróleo crudo** es una mezcla que contiene principalmente **compuestos orgánicos** formados por átomos de carbono e hidrógeno, llamados **hidrocarburos**. También contiene pequeñas cantidades de nitrógeno, oxígeno y azufre.

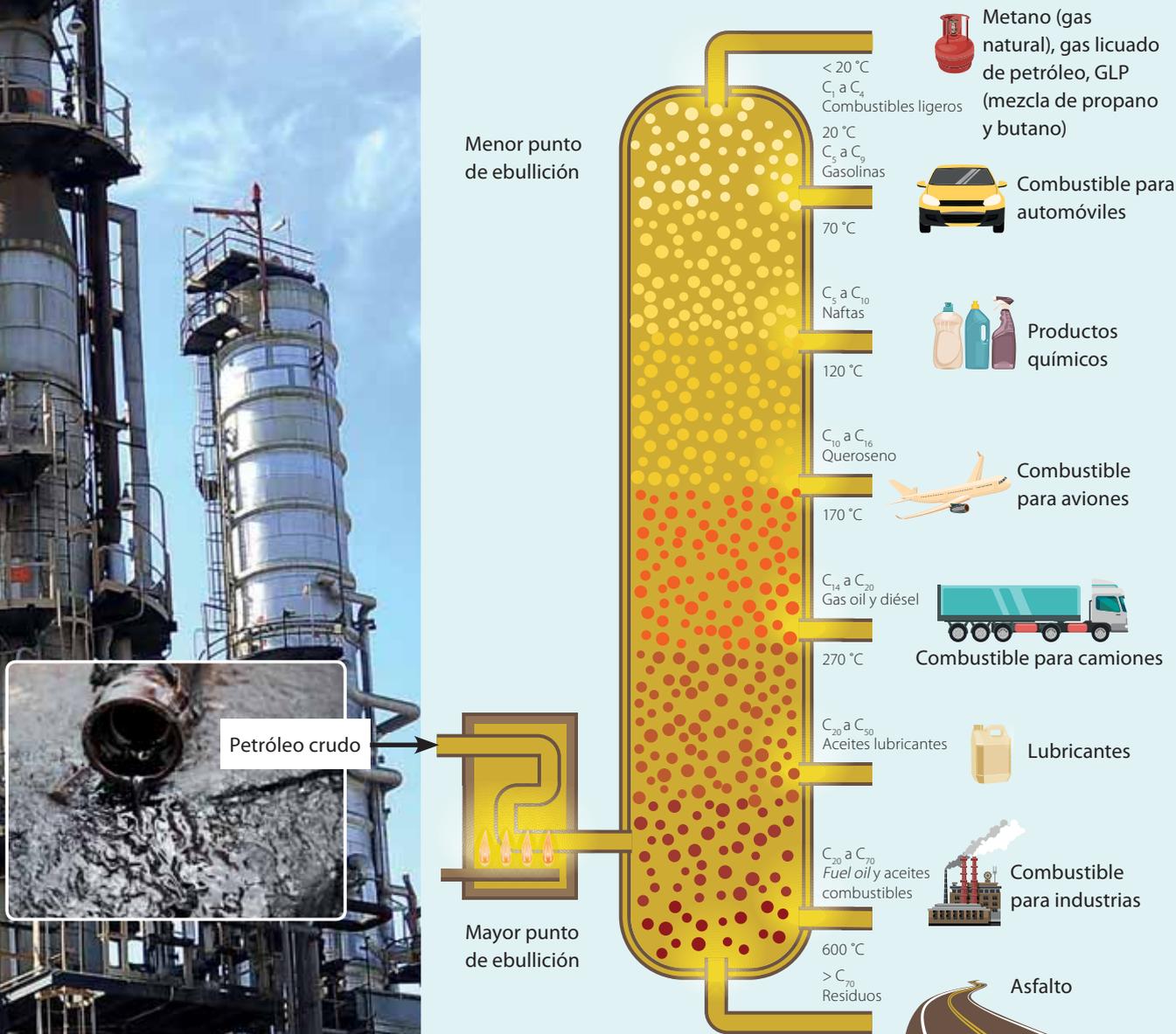
Una vez extraído de su fuente natural, el petróleo crudo se somete a un proceso llamado **destilación fraccionada** en las torres de fraccionamiento. El proceso consiste en separar sus componentes por las diferencias en sus puntos de ebullición. De esta manera se obtienen distintas fracciones de destilación, las que luego se utilizan como combustible o materia prima para diversos productos.

Investiga y luego, responde lo solicitado.

1. ¿Qué tipos de hidrocarburos tiene el petróleo?
2. Explica por qué los componentes del petróleo crudo tienen diferentes puntos de ebullición.



## Productos obtenidos en la destilación fraccionada del petróleo



Refinería Aconcagua de la Enap, Concón, Región de Valparaíso.

# El átomo de carbono en los compuestos orgánicos

## Focaliza

Observa las siguientes imágenes y modelos. Luego, responde.

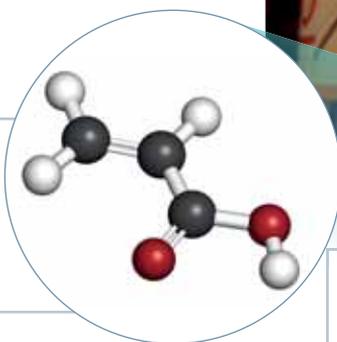
1. Identifica lo que representan las esferas y las varillas en los modelos.
2. ¿Cuántos enlaces tiene el carbono en total?
3. Cuenta la cantidad total de átomos de cada elemento. Luego, desarrolla las fórmulas moleculares de ambos compuestos usando el siguiente orden:  $C_xH_yO_z$  (x, y, z son las cantidades de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, respectivamente).
4. Investiga si el carbono, el hidrógeno y el oxígeno pueden formar enlaces múltiples.

Sistema internacional de colores CPK para algunos elementos

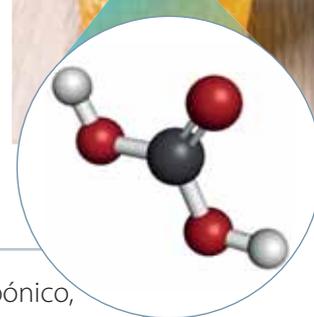
-  Carbono
-  Hidrógeno
-  Oxígeno



Modelo del ácido acrílico, molécula orgánica que se usa para elaborar algunas fibras sintéticas.



Modelo del ácido carbónico, molécula inorgánica que contienen las bebidas gaseosas.



## Explora

Observa lo que ocurre al calentar durante un minuto dos compuestos químicos diferentes. Luego, responde.

1. Describe lo que ocurre con los compuestos al calentarlos.
2. ¿Qué tipo de compuestos son la sal y el azúcar?, ¿orgánicos o inorgánicos?, ¿en qué te basas para responder?
3. Investiga y elabora un cuadro comparativo entre los compuestos orgánicos e inorgánicos, considerando su composición química, resistencia al calor, puntos de fusión y ebullición.
4. Responde nuevamente la pregunta 2. ¿Cambió tu respuesta?, ¿por qué?

Sal común (NaCl)



Azúcar o sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )



## Reflexiona

Los **compuestos orgánicos** tienen **carbono** como **átomo principal**. Este elemento es **tetravalente**, lo que significa que puede formar cuatro enlaces, ya sea, con otros átomos de carbono, lo que da origen a **cadenas carbonadas**, o con átomos distintos, formando enlaces covalentes con ellos, debido a su electronegatividad intermedia.

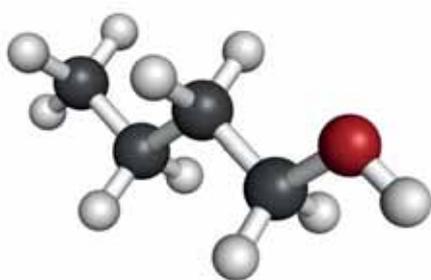
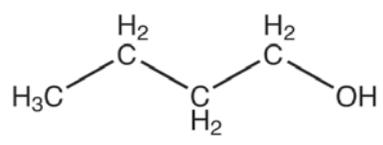
### Investiga



¿Qué compuestos que tienen carbono son considerados inorgánicos?

## Aplica

1. Observa los siguientes modelos. Luego, realiza lo solicitado.

Modelo de esferas y varillas	Fórmula estructural condensada	Fórmula molecular
		$C_4H_{10}O$

- a. Identifica cuántos átomos tienen las cadenas carbonadas de estos modelos.
  - b. Compara los modelos y menciona sus semejanzas y diferencias.
  - c. Explica si estos modelos representan al mismo compuesto.
4. Reúne los siguientes materiales: fósforos o mondadientes, plastilina negra y blanca. Luego, elabora los modelos que respondan a las siguientes fórmulas moleculares:  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$  y  $C_2H_2$ . Para ello, sigue los pasos a continuación:

**Paso 1** Obtén información de aquello que se modelará. Para ello, desarrolla las fórmulas estructurales condensadas de los tres compuestos, ¿qué tipos de enlaces tienen?, ¿simples, dobles o triples?

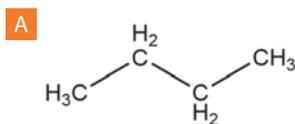
**Paso 2** Define una analogía para fundamentar el modelo. Por ejemplo, los fósforos pueden representar los enlaces y las esferas de plastilina de distintos colores pueden simbolizar a los átomos de diferentes elementos.

**Paso 3** Integra toda la información para desarrollar el modelo, construyendo los modelos de acuerdo a la información recopilada en el [paso 1](#) y las analogías que determinaste en el [paso 2](#).

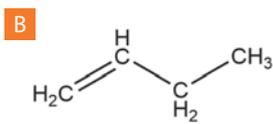
# ¿Cómo son los hidrocarburos?

## Focaliza

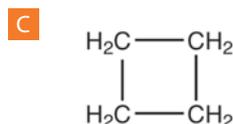
Los compuestos orgánicos como los alcanos, alquenos y alquinos se clasifican como **hidrocarburos**. Los **alcanos** tienen en sus cadenas carbonadas solo enlaces simples; los **alquenos**, al menos un enlace doble, y los **alquinos**, un enlace triple como mínimo. Observa los hidrocarburos y sus nombres. Luego, responde.



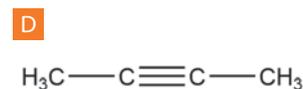
Butano



But-1-eno



Ciclobutano



But-2-ino

1. Identifica los elementos que tienen en común estos compuestos.
2. Identifica qué tipo de cadena carbonada presentan, ¿abierta o cerrada?
3. ¿Qué tienen en común los compuestos A y C?, ¿en qué se diferencian?
4. ¿Qué relación hay entre los nombres y el tipo de hidrocarburo?
5. ¿Qué criterio usarías para clasificarlos?
6. Investiga acerca de los hidrocarburos alifáticos, alicíclicos y aromáticos; escribe en tu cuaderno las características que presentan en sus estructuras, sus propiedades físicas, y representa un ejemplo de cada uno.

## Explora

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) es la autoridad mundial en la **nomenclatura** y terminología química. La forma de nombrar a los hidrocarburos depende de su tipo y de la cantidad de carbonos en la cadena carbonada principal.

Usando los datos de la tabla n° 1, desarrolla las fórmulas estructurales condensadas y moleculares, y escribe los nombres de los siguientes compuestos:

1. Cadena carbonada abierta con 4 átomos de carbono, que presenta solo enlaces simples.
2. Cadena carbonada abierta con 6 átomos de carbono, que presenta un enlace doble.
3. Cadena carbonada abierta con 5 átomos de carbono, que presenta un enlace triple.
4. Cadena carbonada cerrada con 4 átomos de carbono, que presenta solo enlaces simples.

Tabla n° 1. Algunos prefijos para nombrar compuestos orgánicos

Cantidad de átomos de carbono de la cadena carbonada	Prefijo
1	Met
2	Et
3	Prop
4	But
5	Pent
6	Hex

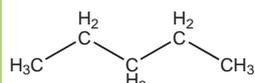
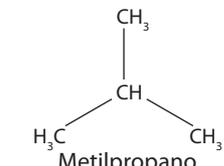
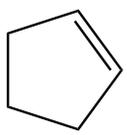
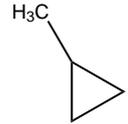
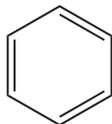
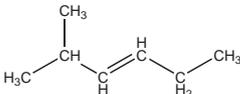
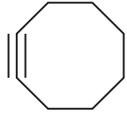
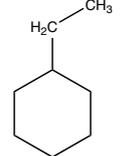
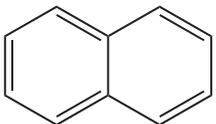
### Ayuda

La **nomenclatura** es la aplicación de un conjunto de reglas, aceptadas por convención en todo el mundo, para nombrar los compuestos químicos.

## Reflexiona

Los **hidrocarburos** presentan **solo átomos de carbono e hidrógeno** en sus estructuras químicas. Se clasifican en tres grandes grupos: los **alifáticos**, **alíclicos** y **aromáticos**.

Observa y analiza el siguiente cuadro:

Hidrocarburos alifáticos		Hidrocarburos alíclicos		Hidrocarburos aromáticos
Tienen cadenas carbonadas abiertas y pueden ser lineales o ramificados.		Presentan cadenas carbonadas cerradas y pueden ser normales o ramificados.		Tienen cadenas carbonadas cerradas con enlaces dobles alternados.
Lineales	Ramificados	Normales	Ramificados	
 Pentano	 Metilpropano	 Ciclopenteno	 Metilciclopropano	 Benceno
 Etino	 2-metil-hex-3-eno	 Ciclooctino	 Etilciclohexano	 Naftaleno

## Aplica

Observa y analiza la tabla. Luego, responde.

Hidrocarburo	Punto de ebullición (°C)	Punto de fusión (°C)
Etano	-89,0	-183,0
Propano	-42,0	-188,0
Butano	-0,5	-138,0
Eteno	-104,0	-169,0
Propeno	-48,0	-185,0
But-1-eno	-6,0	-185,0
Etino	-85,0	-81,0
Propino	-23,0	-103,0
But-1-ino	8,0	-126,0

Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

- ¿Cómo varían las propiedades descritas dentro de cada serie de alcanos, alquenos y alquinos? Explica en función del número de átomos de carbono y de la estructura.
- En un papel milimetrado, y usando los datos de la tabla, construye tres gráficos de temperatura de ebullición (eje Y) versus número de átomos de carbono (eje X) para cada tipo de hidrocarburos (alcanos, alquenos y alquinos).
- Compara los puntos de fusión y de ebullición del propano, propeno y propino. Luego, explica a qué se deben sus diferencias.

### Megaincendios en Australia

Los megaincendios que se produjeron en Australia desde septiembre de 2019, y que se extendieron por varios meses, fueron una de las mayores catástrofes medioambientales del país.

La imagen satelital A, muestra los incendios cerca de la costa. La imagen B, muestra el Sydney Opera House durante los megaincendios.

Pero ¿qué causó estos incendios incontrolables? La respuesta es el cambio climático, que propició las altas temperaturas récord que superaron los 40 °C, sumado a la sequía en este período.

Tal como se vió al comienzo de la *lección 1*, la principal fuente de energía utilizada por el ser humano en la actualidad son los combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón. La quema de estos combustibles genera gases de efecto invernadero (GEI), siendo los principales,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{O}_3$ , los que también son causantes del calentamiento global.

**Fuente:** Peinado, M. (2020, 8 de enero). *Australia arde mientras sus dirigentes se aferran al carbón*. <https://theconversation.com/australia-arde-mientras-sus-dirigentes-se-aferran-al-carbon-129601>



## ¿Qué podemos hacer?

1. Investiga tres compuestos derivados del petróleo que sean ampliamente utilizados por el ser humano y que sus combustiones generen altas concentraciones GEI.
2. Investiga los daños ecológicos que se produjeron en Australia debido a los megaincendios del 2020.
3. Investiga acerca de las políticas públicas medioambientales asociadas a las emisiones GEI, como el tratado de Kioto, y averigua si Australia y Chile están adscritos a ellas.
4. Ingresa al *link* <https://www.sostenibilidad.com/vida-sostenible/calcula-huella-carbono> y calcula tu huella de carbono. Luego, menciona las medidas que puedes adoptar para ayudar a mitigar el calentamiento global.

## Actividad final

Junto con un compañero, lean los antecedentes y reúnan los materiales (ver imágenes) y fósforos. Luego, realicen el procedimiento.

### Antecedentes

Los compuestos que contienen carbono pueden reaccionar de diversas formas por acción de una llama. La reacción de combustión completa de compuestos orgánicos produce principalmente  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .



### Precaución

Sean cuidadosos al utilizar los fósforos.



D Dejen que las muestras se consuman completamente. Luego, registren sus observaciones en una tabla.

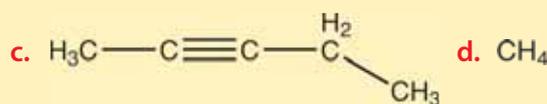
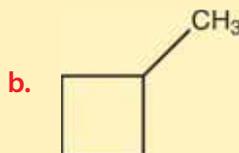
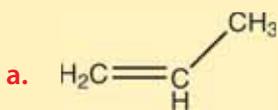
### Análisis de resultados

- Argumenten qué tipo de compuestos son las muestras utilizadas, ¿orgánicas o inorgánicas?
- ¿Qué puedes afirmar a partir del aspecto que tienen los residuos de las combustiones?

## ¿Cómo voy?

### Evaluación de proceso y progreso

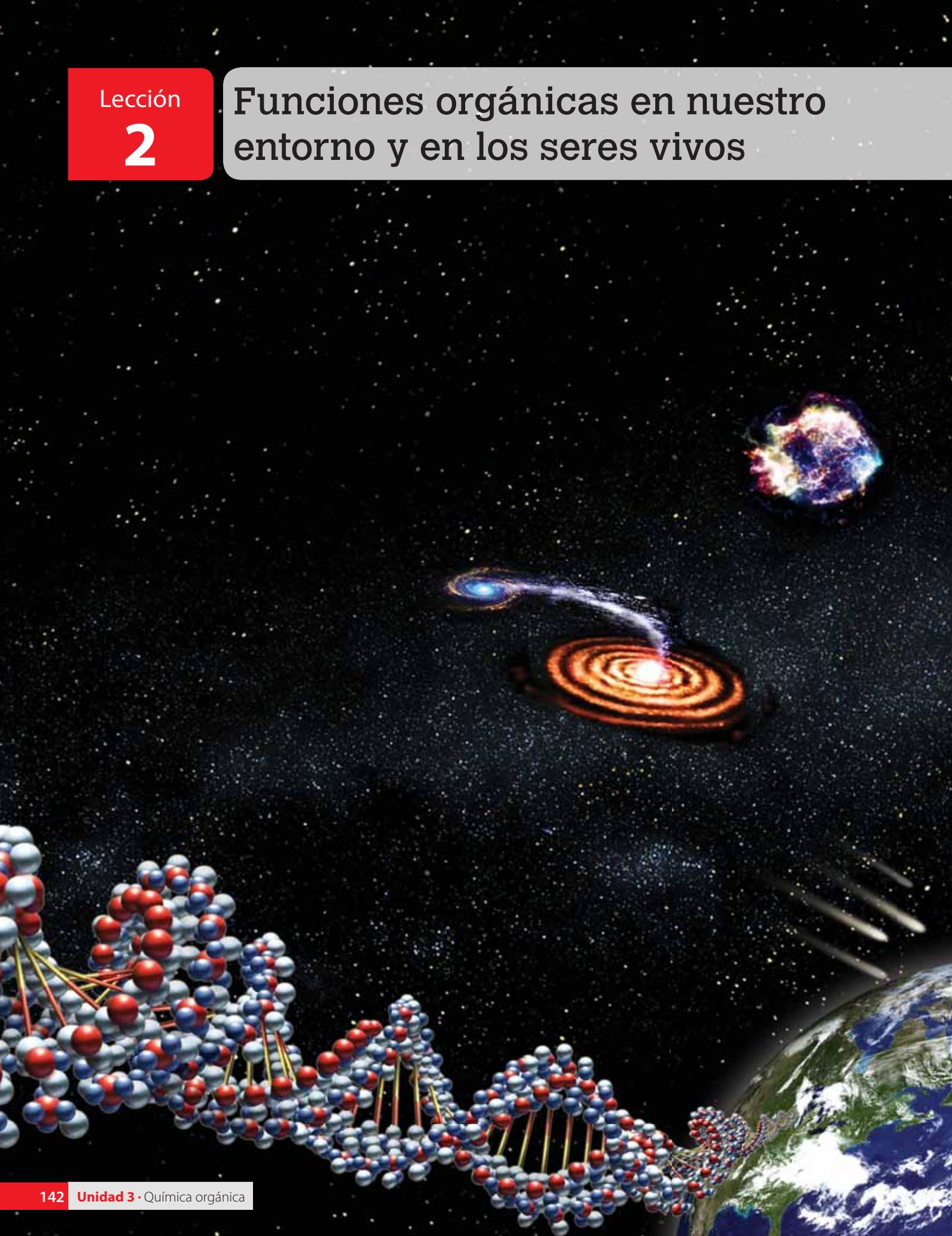
- Reúne los siguientes materiales: fósforos o mondadientes, plasticina negra y blanca. Luego, forma esferas de plasticina negra y esferas blancas.
  - Elabora los modelos de esferas y varillas del hexano, del hex-2-eno y del hex-1-ino.
  - Desarrolla las fórmulas estructurales condensadas y moleculares de estos compuestos.
  - Compara y comparte tus resultados con un compañero.
- Observa las siguientes fórmulas estructurales condensadas y nómbralas en tu cuaderno.



### ¿Cómo aprendo?

- ¿Colaboras con tus compañeros en las tareas y trabajos asignados?, ¿en qué te basas para responder?

# Funciones orgánicas en nuestro entorno y en los seres vivos





## ¿Qué sé?

### Evaluación inicial

Se ha encontrado suficiente evidencia que respalda la existencia de moléculas orgánicas fuera de nuestro planeta. Por ejemplo, la sonda de la NASA Stardust analizó polvo recolectado del cometa Wild 2 y encontró moléculas grandes ricas en carbono. Por otro lado, el telescopio Hubble detectó moléculas de agua y compuestos que contienen carbono en el espacio. Otros estudios demuestran que los cuerpos estelares contienen elementos que están en la Tierra, como **carbono**.

Estos hallazgos suponen que es posible que la vida en la Tierra tuviera un origen «extraterrestre» y que es probable que exista vida, como la que conocemos, en otros rincones del universo.

Por otro lado, se sabe que los primeros microorganismos que vivieron en la Tierra obtenían energía a partir de compuestos orgánicos sencillos o directamente de la luz solar. Dicha energía la empleaban para elaborar moléculas más complejas, denominadas **biomoléculas**.

1. Menciona dos biomoléculas que están presentes en los seres vivos.
2. ¿Qué elementos son los más abundantes en estas biomoléculas?

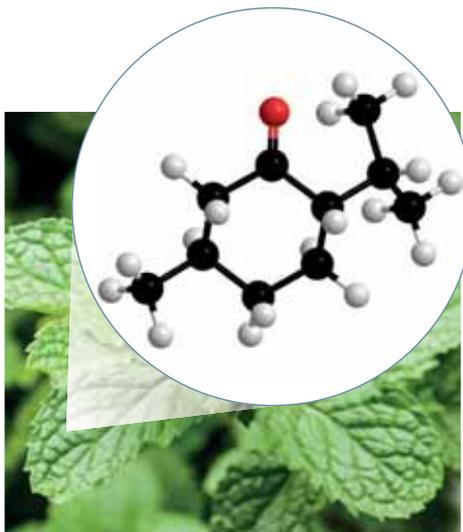
# ¿Cómo se clasifican las funciones orgánicas?

## Focaliza

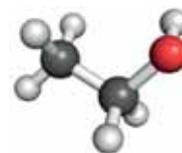
Observa los modelos que representan distintos compuestos orgánicos. Algunos de ellos tienen en común una o más **funciones orgánicas**. Por ejemplo, la acetona, nombre común de la propan-2-ona, pertenece a un grupo de sustancias denominadas **cetonas**, entre las que hay muchas otras, como la mentona.



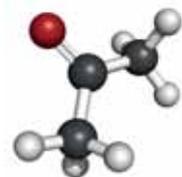
Jabones de glicerina o glicerol. Estos son nombres comunes del propan-1,2,3-triol, un tipo de alcohol.



La mentona está presente en la menta y determina su aroma característico.



Modelo de esferas y varillas del etanol.



Modelo de esferas y varillas de la propan-2-ona presente en algunos quitaesmalte de uñas.

1. ¿Los alcoholes y las cetonas son hidrocarburos?, ¿por qué?
2. Compara las estructuras del propan-1,2,3-triol y del etanol. ¿Cuáles son sus semejanzas y diferencias?
3. Investiga las características químicas de un alcohol y de una cetona. Luego, escríbelas en tu cuaderno.

## Explora

Se conocen más de 19 millones de compuestos orgánicos, los que han sido agrupados y nombrados de acuerdo con su estructura. Los compuestos orgánicos que tienen otro elemento distinto al carbono e hidrógeno se consideran **derivados de hidrocarburos**, los que presentan **funciones orgánicas** con un **grupo funcional** característico.

1. Explica cómo piensas que se puede identificar una función orgánica.
2. Si las funciones orgánicas se clasifican en tres grupos, las oxigenadas, las nitrogenadas y las halogenadas, infiere y menciona los átomos que están presentes en cada grupo.

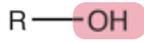
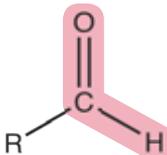
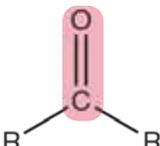
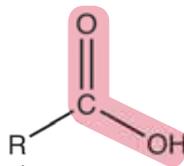
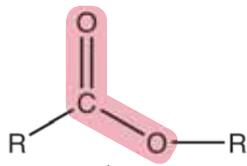
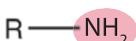
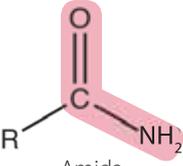
### Ayuda

Un **grupo funcional** es un átomo o un conjunto de átomos que forman parte de un compuesto orgánico y otorga las características propias a dicho compuesto.

## Reflexiona

Los compuestos orgánicos pueden tener **funciones orgánicas**, las que se caracterizan por tener además de carbono e hidrógeno, elementos como O, N, F y Cl, entre otros.

Observa las fórmulas generales de algunas funciones orgánicas. En ellas, **R** representa una cadena carbonada y se denomina, resto alquílico.

 Alcohol	 Éter	 Aldehído	Las <b>funciones orgánicas oxigenadas</b> contienen oxígeno. Algunas de estas funciones son <b>carbonílicas</b> , porque presentan al grupo carbonilo:
 Cetona	 Ácido carboxílico	 Éster	
Las <b>funciones orgánicas nitrogenadas</b> contienen nitrógeno.	 Amina	 Amida	Las <b>funciones orgánicas halogenadas</b> contienen algún halógeno (X), como F, Cl, Br o I.
			 Halogenuros de alquilo

### Identifica



¿Qué funciones orgánicas tienen como parte de su estructura un grupo carbonilo?

## Aplica

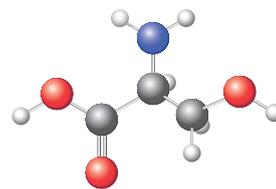
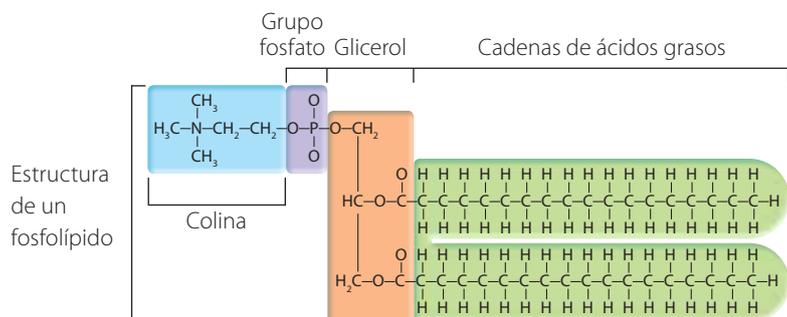
- Muchos compuestos orgánicos, que tienen funciones orgánicas, se encuentran en nuestro entorno cotidiano. Los alcoholes, por ejemplo, se usan como disolventes en productos como el enjuague bucal o el alcohol para heridas. Investiga las aplicaciones más comunes de los aldehídos, los ésteres y las aminas.
- Desarrolla las fórmulas estructurales condensadas e investiga los nombres de los siguientes compuestos:
  - Un alcohol y un éter que tengan la fórmula molecular  $C_4H_{10}O$ .
  - Un aldehído y una cetona que tengan la fórmula molecular  $C_4H_8O$ .
  - Un ácido carboxílico y un éster que tengan la fórmula molecular  $C_4H_8O_2$ .
- Investiga la nomenclatura IUPAC de las funciones orgánicas:
  - oxigenadas.
  - nitrogenadas.
  - halogenadas.
  - Luego elabora un resumen de tres columnas, que contenga la información solicitada e incluye un ejemplo de un compuesto que tenga la función orgánica investigada y su respectiva fórmula estructural condensada.
- Desarrolla las fórmulas estructurales condensadas de los siguientes compuestos:
  - Etilamina
  - Butanamida
  - Cloroetano
  - Dimetilamina

# ¿Qué funciones orgánicas

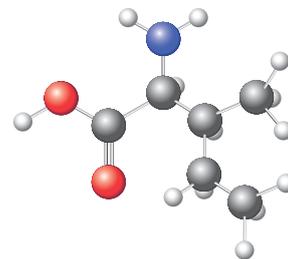
# hay en las biomoléculas?

## Focaliza

Las **biomoléculas**, como las **proteínas**, son largas cadenas de **aminoácidos** unidos entre sí. Entre los **lípidos** más comunes están las grasas y aceites (triglicéridos), los esteroides y los fosfolípidos. Observa las imágenes y luego, responde.



Modelo de esferas y varillas del aminoácido serina.



Modelo de esferas y varillas del aminoácido isoleucina.

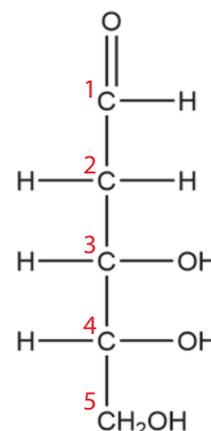
1. Identifica los componentes de un fosfolípido, ¿cuáles son sus grupos funcionales.
2. A partir de los modelos moleculares, desarrolla las fórmulas estructurales condensadas de la serina y la isoleucina e identifica sus funciones orgánicas.
3. Compara las fórmulas estructurales condensadas de los aminoácidos serina e isoleucina y responde:
  - a. ¿Qué funciones orgánicas tienen en común?
  - b. ¿Qué parte de sus estructuras los diferencian entre sí?

## Explora

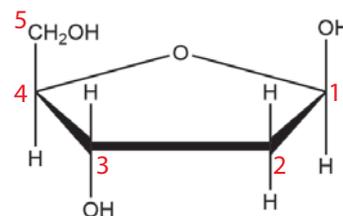
1. La desoxirribosa ( $C_5H_{10}O_4$ ) es un monosacárido que está presente en el ADN (biomolécula que contiene la información genética al interior del núcleo celular). Observa las estructuras lineal y cíclica de la desoxirribosa y luego, realiza lo que se solicita.
  - A. Reúne los siguientes materiales: fósforos o mondadientes, plastilina negra, blanca y roja. Luego, forma 10 esferas de plastilina negra, 20 esferas blancas y 8 rojas.
  - B. Elabora los modelos de esferas y varillas de la estructura lineal y cíclica de la desoxirribosa.

### Análisis de resultados

- a. Menciona las diferencias que hay entre la estructura lineal y cíclica de la desoxirribosa, en relación con los grupos funcionales presentes.
  - b. Investiga cuál de las estructuras de la desoxirribosa está presente en el ADN, ¿la lineal o la cíclica?
2. Existen dos tipos de ácidos nucleicos, el ADN y el ARN. Investiga y menciona tres funciones que cumplen en los seres vivos.



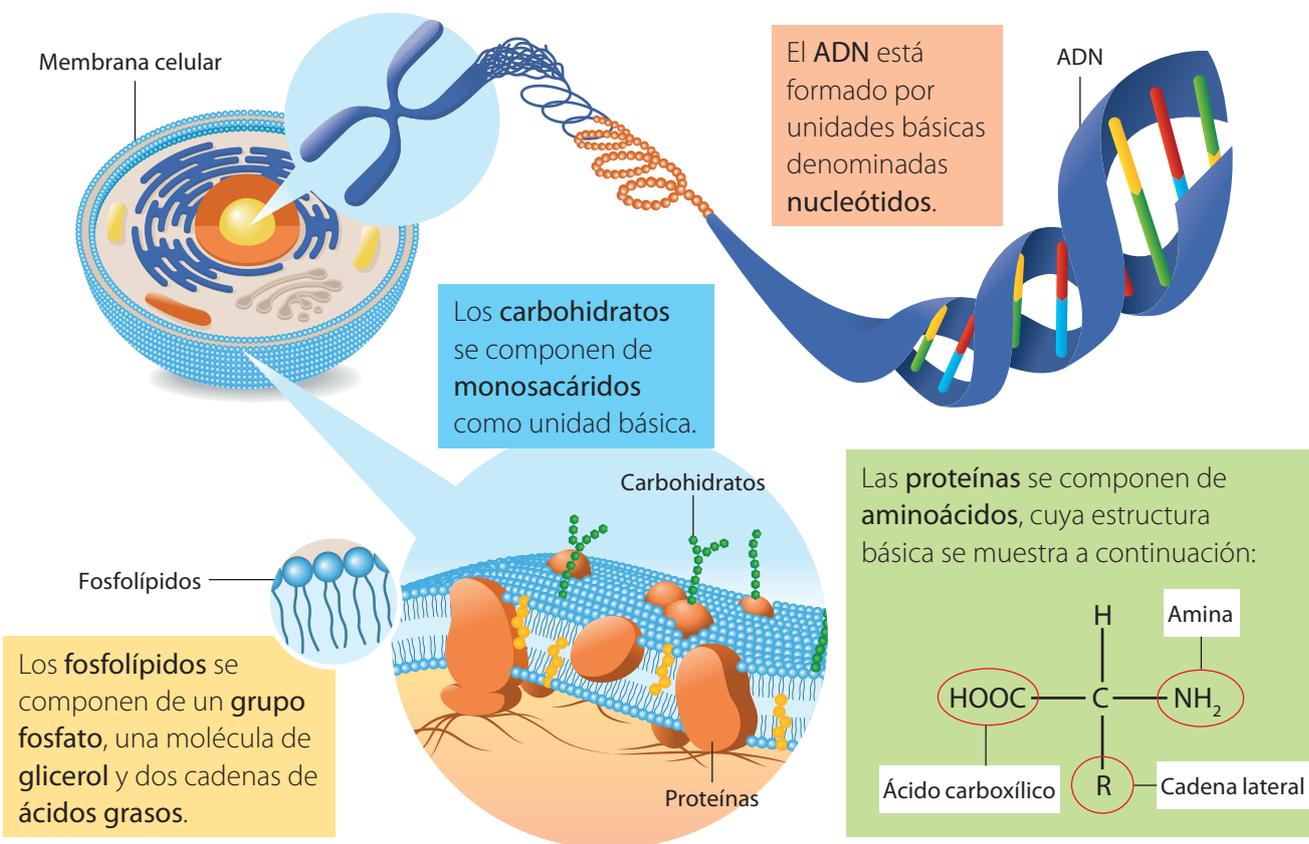
Estructura lineal.



Estructura cíclica.

## Reflexiona

Las **biomoléculas** forman parte de todos los seres vivos, son fundamentales en los procesos biológicos y químicos que sustentan la vida y están constituidas por bioelementos como el C, H, O, N, P y S.



**Membrana celular**

El ADN está formado por unidades básicas denominadas **nucleótidos**.

ADN

Los **carbohidratos** se componen de **monosacáridos** como unidad básica.

**Carbohidratos**

**Fosfolípidos**

Los **fosfolípidos** se componen de un **grupo fosfato**, una molécula de **glicerol** y dos cadenas de **ácidos grasos**.

**Proteínas**

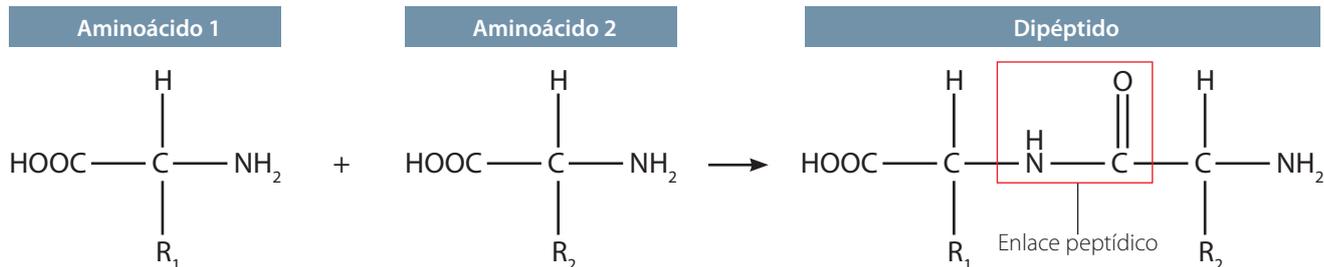
Las **proteínas** se componen de **aminoácidos**, cuya estructura básica se muestra a continuación:

$$\begin{array}{c}
 \text{H} \\
 | \\
 \text{HOOC} - \text{C} - \text{NH}_2 \\
 | \\
 \text{R}
 \end{array}$$

Amina  
Ácido carboxílico Cadena lateral

## Aplica

La unión de aminoácidos forma estructuras superiores denominadas **péptidos**. Esta unión se produce entre el grupo ácido carboxílico de un aminoácido con el grupo amina de otro, formándose entre ellos el **enlace peptídico** (-CONH-) que es un **grupo amida**. Observa el siguiente esquema que representa la formación de un dipéptido:



1. Investiga la fórmula estructural condensada de los aminoácidos valina (Val), alanina (Ala) y glicina (Gli), escríbelas en tu cuaderno e identifica sus grupos funcionales.
2. A partir del tripéptido Val-Ala-Gli, escribe otras combinaciones en la secuencia de estos aminoácidos.
3. Si en una proteína se invirtiera el orden de una sección de la cadena de aminoácidos, ¿qué ocurriría con su función? Recuerda lo aprendido en **Biología**.

## Protagonistas de la ciencia



### Natalia Inostroza P.

La doctora Inostroza actualmente se desempeña como docente y lidera el Grupo de Investigación Núcleo de Astroquímica y Astrofísica (NAQAF) de la Universidad Autónoma de Chile.

La investigadora explica que «durante los últimos 20 años se han detectado en el espacio alrededor de 170 especies químicas, desde  $H_2$  hasta moléculas complejas de 13 átomos. También se han encontrado moléculas orgánicas, como el glicolaldehído, urea y diferentes alcoholes y éteres. Además, se ha detectado la presencia de glicina ( $H_2NCH_2COOH$ ), molécula que se relaciona con el origen de la vida», añadió.

**Fuente:** Universidad autónoma de Chile. (s. f.). *Investigadora UA estudia el origen de las moléculas presentes en el Universo*. Consultado el 24 de marzo de 2020. <https://www.uaautonoma.cl/news/investigadora-estudia-el-origen-de-las-moleculas-presentes-en-el-universo/>

Ingresa al *link* <https://www.cientificaschilenas.cl/retribucion-y-desarrollo/retribucion-y-desarrollo-2/>. Luego, responde:

1. Relaciona los grupos funcionales que tiene el aminoácido glicina con su nombre.
2. Investiga por qué la glicina está relacionada con el origen de la vida.
3. Investiga la estructura de la urea y del glicolaldehído y señala los grupos funcionales que presentan.

## Ciencia en Chile

### Grupo de Investigación Núcleo de Astroquímica y Astrofísica (NAQAF)

La astronomía ha tenido importantes avances científicos y tecnológicos en los últimos años, especialmente en Chile.

El Grupo de Investigación Núcleo de Astrofísica y Astroquímica fue creado por la Universidad Autónoma de Chile para investigar acerca de la química en distintos entornos astrofísicos. Para ello, los investigadores utilizan poderosos computadores en los que pueden ejecutar distintos cálculos usando datos proporcionados por ALMA o por el Observatorio Nacional de cerro Calán, así como también algunos de ellos trabajan en conjunto con otros investigadores del NASA, Ames Research Center, California.

**Fuente:** NAQAF. (s. f.). *Núcleo de astroquímica y astrofísica*. Consultado el 24 de marzo de 2020.

<https://www.uaautonoma.cl/investigacion/grupos-de-investigacion/naqaf/>



Edificio de la Universidad Autónoma de Chile, ubicado en Providencia, Santiago.

1. Explica cómo se relaciona el desarrollo científico y tecnológico con la información presentada.
2. Fundamenta si piensas que es importante el trabajo en equipo en materias tan complejas como la astroquímica y la astrofísica.

## Actividad final

Junto con un compañero, reúnan los materiales (ver imágenes). Luego, realicen el procedimiento.



**A** Preparen 40 mL de una solución acuosa de etanol al 50% V/V en un vaso de precipitado de 100 mL y 100 mL de una solución acuosa de NaCl al 30 %m/V en un vaso de precipitado de 250 mL.

**B** Disuelvan 10 g de NaOH en 20 mL de solución de etanol obtenida en A en un vaso de precipitado de 100 mL.

**C** Mezclen con la varilla hasta formar una pasta semi sólida.

Probeta de 50 mL con 10 mL de aceite vegetal



**D** Calienten suavemente por 10 minutos y agreguen la solución. Continúen calentando hasta formar una mezcla líquida.

20 mL de solución de etanol obtenida en A



**E** Agiten y dejen reposar hasta que se forme el jabón.

Mezcla líquida obtenida en D



### Análisis de resultados

- Investiguen la composición principal del aceite de oliva, ¿qué grupos funcionales posee?
- Investiguen la reacción de saponificación y relaciónenla con esta actividad.

## ¿Cómo voy?

### Evaluación de proceso y progreso

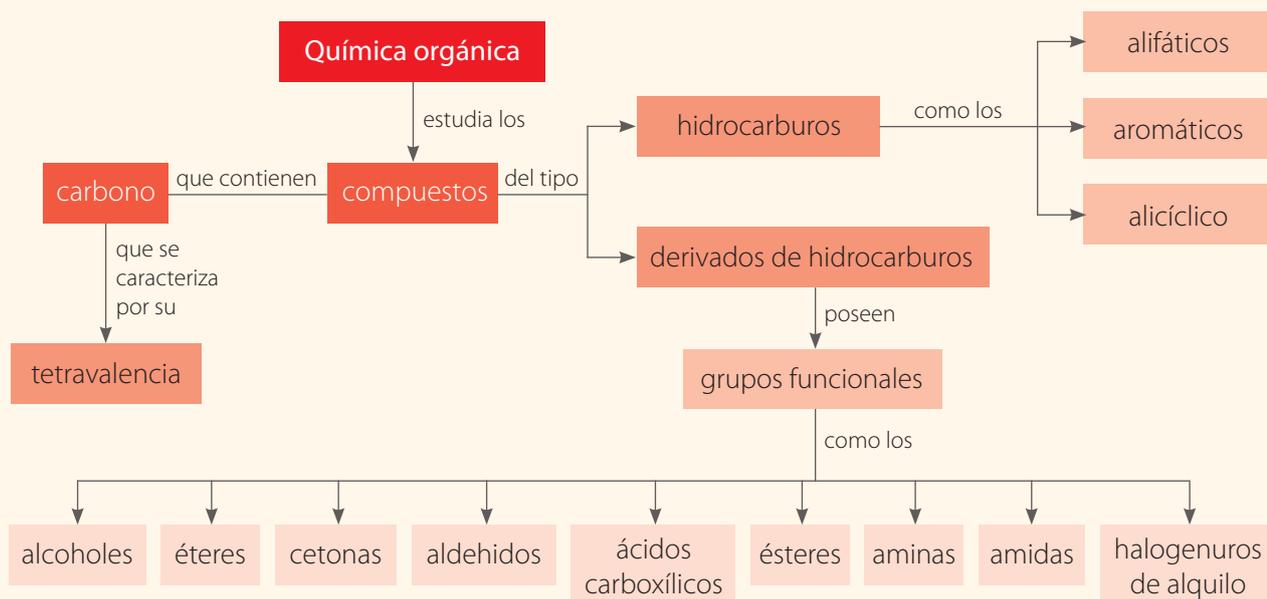
- Responde nuevamente las preguntas de la **página 143**. ¿Cambiaron tus respuestas?, ¿a qué lo atribuyes?
- Reúne los siguientes materiales: mondadientes, plasticina negra, blanca, azul y roja. Luego, desarrolla el modelo del butano y explica cómo modificarías el modelo para que represente un alcohol, un éter, un aldehído, un ácido carboxílico y una amina con la misma cantidad de carbonos.

## ¿Cómo aprendo?

- ¿Qué conclusiones puedes sacar a partir de lo que has aprendido sobre funciones orgánicas?, ¿en qué te basas para responder?

## Síntesis

El siguiente mapa conceptual relaciona los principales conceptos de la unidad:



## Repaso mis aprendizajes

1. Elabora un resumen en tu cuaderno que contenga a lo menos 40 palabras relacionadas con los hidrocarburos y los grupos funcionales.
2. Desarrolla la fórmula estructural condensada de la molécula que tiene la fórmula global  $C_3H_4$ .
3. El *cracking* es un proceso que se realiza durante la destilación del petróleo para obtener hidrocarburos de cadena corta. Observa la reacción de *cracking* y luego, responde:



- a. Investiga y nombra según las reglas IUPAC los productos obtenidos. Para ello, considera que tienen cadena lineal.
  - b. Desarrolla las fórmulas estructurales condensadas de los productos obtenidos en la reacción.
4. En Chile, no se produce petróleo, por lo que toda la demanda es cubierta por otros países. Explica las alternativas de combustible que piensas que se deben implementar para regular la importación y asegurar el autoabastecimiento.

5. Observa los productos de uso cotidiano de las imágenes. Luego, responde:



Perfume



Aceite



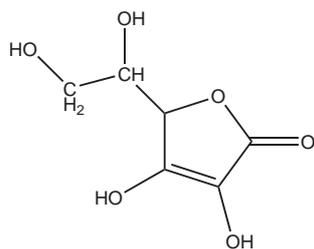
Carne



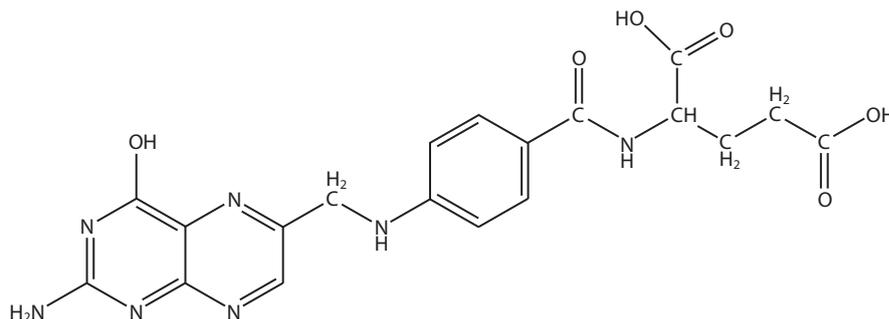
Mermelada

- a. Identifica las funciones orgánicas o biomoléculas que se encuentran principalmente en estos productos.

6. Observa las siguientes fórmulas estructurales condensadas. Luego, responde:

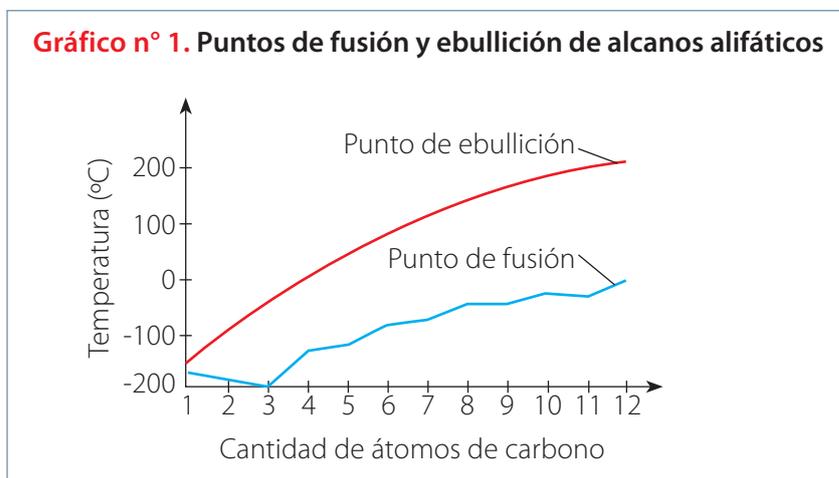


▲ Ácido ascórbico (vitamina C)



▲ Ácido fólico (vitamina B9)

- a. Escribe la fórmula molecular de estas sustancias e identifica qué grupos funcionales presentan.
  - b. ¿Piensas que estas estructuras son biomoléculas?, ¿por qué?
7. Investiga las fórmulas estructurales condensadas del ácido esteárico y del linolénico, dibújalas en tu cuaderno e identifica los grupos funcionales presentes. Luego, compara sus estructuras.
  8. Investiga las estructuras del estradiol y de la testosterona, y dibújalas en tu cuaderno. Luego, identifica los grupos funcionales que presentan.
  9. Analiza la información del gráfico y justifica si las afirmaciones son verdaderas o falsas.



Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

- a. El octano (cadena de 8 carbonos) y nonano (cadena de 9 carbonos) son sólidos a  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- b. El pentano y el hexano son líquidos a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- c. Los hidrocarburos saturados que poseen desde 9 hasta 12 átomos de carbono se encuentran en estado gaseoso a  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- d. Según aumenta la masa molar de los alcanos, disminuye el punto de fusión.

10. Consigue fósforos o mondadientes, plasticina negra, blanca y roja. Luego, realiza el procedimiento:
- Forma esferas de plasticina negra, blanca y roja.
  - Utilizando las esferas y los fósforos o mondadientes, crea modelos de etanol, ácido etanoico, etanal y etanoato de metilo.

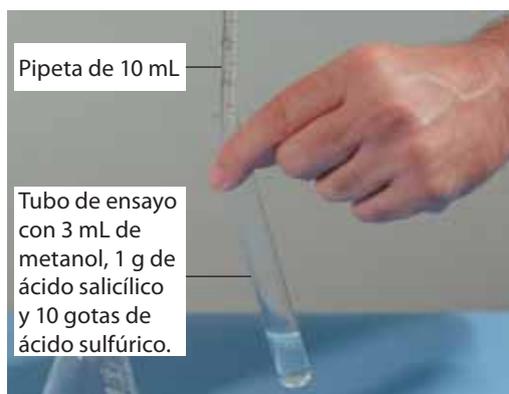
### Análisis de resultados

- Compara los modelos obtenidos en B y elabora un cuadro comparativo.
  - Analiza lo que deberías modificar en un modelo de la molécula de etano para transformarla en cada una de las sustancias solicitadas.
11. Reúne los materiales (ver imágenes). Luego, realiza el procedimiento que sigue.

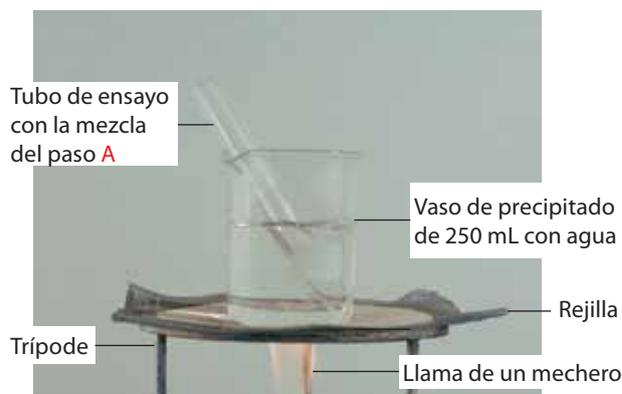
#### Precaución

Usa delantal abotonado, gafas de seguridad, guantes y el cabello amarrado para evitar accidentes. Manipula con cuidado el mechero. Sé cuidadoso al sacar ácido de su envase y no te acerques demasiado a la boca del tubo de ensayo para no inhalar vapores irritantes provenientes del ácido sulfúrico.

A



B Calienta la mezcla por 5 minutos y retira el tubo.



- Vierte la mezcla del tubo de ensayo en un vaso de precipitado de 50 mL que contenga 40 mL de agua destilada. Tápalo con un vidrio de reloj y déjalo reposar por 10 minutos.
- Retira el vidrio de reloj y percibe el aroma del salicilato de metilo que se formó. Registra tus observaciones.

### Análisis de resultados

- Escribe la ecuación química considerando que el ácido sulfúrico actúa como catalizador.
  - ¿Qué reactivos necesitarías para formar butirato de etilo?
12. Visita el siguiente *link* <https://www.youtube.com/watch?v=-O5UDxFV05w> y realiza el procedimiento para obtener biodiésel.

### Análisis de resultados

- Investiga los principales grupos funcionales que tiene el aceite de maravilla.
- Ilustra, mediante el modelo de esferas y varillas, los grupos funcionales presentes en el aceite.
- De los reactivos utilizados, ¿cuáles son compuestos orgánicos y cuáles son inorgánicos?

Te invitamos a conocer el logro de tus aprendizajes.

1. Explica qué tiene de particular el átomo de carbono que le permite formar una gran diversidad de compuestos.
2. Desarrolla la fórmula estructural condensada de los compuestos que responden a la fórmula molecular  $C_5H_{12}$  y nómbralos.
3. Desarrolla la fórmula estructural condensada de los compuestos que responden a la fórmula molecular  $C_3H_6O$  y nómbralos.
4. Un compuesto orgánico que contiene un grupo funcional carbonilo, tres átomos de carbono y ocho átomos de hidrogeno, ¿a qué tipo de compuesto oxigenado corresponde?
5. Los compuestos A y B pueden ser nombrados como but-2-eno. Analiza la siguiente tabla. Luego, responde.

Tabla n° 3. Puntos de fusión y ebullición de los compuestos A y B		
Compuesto	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)
A	-138,89	3,72
B	-105,52	0,88

Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

- a. Escribe la fórmula estructural condensada del but-2-eno.
  - b. Con base en tu respuesta anterior, ¿a qué piensas que se deben las diferencias en las propiedades físicas de los compuestos A y B? Investiga y verifica tu respuesta.
6. Un alcohol se puede transformar en un ácido carboxílico, mezclando 100 mL de jugo de manzana natural con una cucharada de azúcar y una cucharadita de levadura, tras lo cual se observa un burbujeo en la mezcla. Luego, se deja reposar la mezcla por dos días. Transcurrido ese tiempo se puede percibir un fuerte olor a vinagre.
    - a. Si la levadura transforma el azúcar en alcohol, ¿a qué piensas que se debe el burbujeo de la mezcla?
    - b. ¿Qué producto se obtuvo en la reacción?, ¿en qué te basas para responder? Investiga y verifica tu respuesta.

## Gran idea de la Ciencia

1. Responde nuevamente: ¿qué sustancias químicas de tu entorno piensas que son compuestos orgánicos?
2. Elige un tema de cada lección y explica cómo se relaciona con la Gran idea de la Ciencia señalada en la **página 133**.
3. Explica de qué manera los compuestos orgánicos se relacionan con tu vida cotidiana.

# Isomería estructural y estereoisomería

Uno de los juegos lingüísticos más antiguos son los anagramas, que consisten en reordenar las letras de una palabra o frase para formar otra diferente.

Las cuatro letras en la polera de la joven permiten formar 24 combinaciones; por ejemplo, ROMA, AMOR, RAMO, OMAR y MORA.

¿Existen los anagramas químicos? ¿Por qué?

## Gran idea de la Ciencia

Todo material del universo está compuesto por partículas muy pequeñas.



# ¿Qué es la isomería estructural?

Abeja reina



Abeja obrera

**¿Qué sé?** Evaluación inicial

En una colmena existe una **abeja reina**, que es la única hembra desarrollada sexualmente, cuya principal función es la reproducción. También están los **zánganos**, que son machos y pueden fecundar a la reina. Además, existen las **obreras**, que son hembras sin desarrollo sexual, que alimentan a las larvas y defienden la colmena, entre otras funciones.

¿Sabías que las abejas se reconocen y comunican dentro de la colmena? Ellas lo hacen por medio de la liberación de ciertas sustancias llamadas **feromonas**. Por ejemplo, la abeja reina secreta feromonas que atraen a los zánganos e inhiben el sistema reproductor de las obreras.

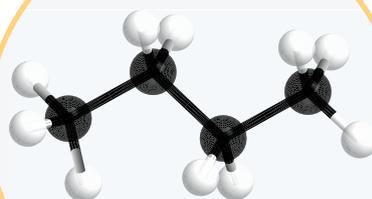
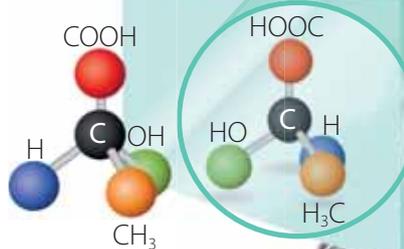
Uno de los principales compuestos químicos presentes en las feromonas producidas por las glándulas mandibulares de la **abeja reina** tiene la fórmula molecular  $C_{10}H_{18}O_3$ . Curiosamente, las **obreras** también secretan una feromona mandibular que tiene otro compuesto químico, con la misma fórmula molecular anterior.

1. Escribe en tu cuaderno las fórmulas estructurales condensadas de dos compuestos que respondan a la fórmula molecular  $C_{10}H_{18}O_3$ .
2. A partir de tu respuesta anterior, ¿cuál piensas que es la diferencia entre ambos compuestos químicos presentes en las feromonas de las abejas?

# ¿Qué son los isómeros?

## Focaliza

En las imágenes se presenta un modelo del ácido láctico y su respectiva imagen reflejada en un espejo. Además, los modelos de las moléculas del butano y del 2-metilpropano.



Butano



2-metilpropano

Uno de los compuestos representados es el que se forma en los músculos y que causa dolor luego de realizar ejercicio físico intenso.

Estos alcanos son los principales componentes del gas licuado de petróleo (GLP), que se usa como combustible en las cocinas y estufas de muchos hogares.

- De acuerdo con la información anterior, compara los modelos del:
  - butano y del 2-metilpropano
  - ácido láctico y su imagen reflejada en el espejo.
- Escribe sus fórmulas moleculares.

## Explora

Junto con un compañero, realicen lo siguiente:

- Reúnan los siguientes materiales: un espejo, fósforos o mondadientes, plastilina negra, blanca, roja, azul y amarilla. Elaboren los modelos del ácido láctico y del 2-metilpropano.
- Coloquen el modelo del ácido láctico frente al espejo y elaboren el modelo de la molécula reflejada. Intenten hacer coincidir las esferas de colores entre ambos modelos, ¿se pueden superponer los modelos entre sí?, ¿tendrán las mismas propiedades físicas estos compuestos?, ¿por qué?
- Usen el mismo modelo del modelo del 2-metilpropano para crear un modelo con una disposición espacial diferente, ¿pudieron crear el modelo solicitado? Concluyan con base en los resultados obtenidos.

## Reflexiona

El 2-metilpropano y el butano tienen la misma fórmula molecular entre sí, como también el ácido láctico y su imagen reflejada en el espejo. Por lo tanto, se dice que son **isómeros**.

El butano y el 2-metilpropano son **isómeros estructurales** o **constitucionales** porque son compuestos distintos que tienen la misma fórmula molecular y las uniones entre los diferentes átomos cambian, por lo que son compuestos diferentes.

El ácido láctico y su respectiva imagen especular son **isómeros espaciales**, también denominados **estereoisómeros**, porque son compuestos distintos que tienen la misma fórmula molecular y las uniones entre los diferentes átomos es la misma, pero con disposición espacial diferente, lo que los hace diferentes. Esto pudiste visualizarlo al no poder superponer sus modelos.

### Explicar

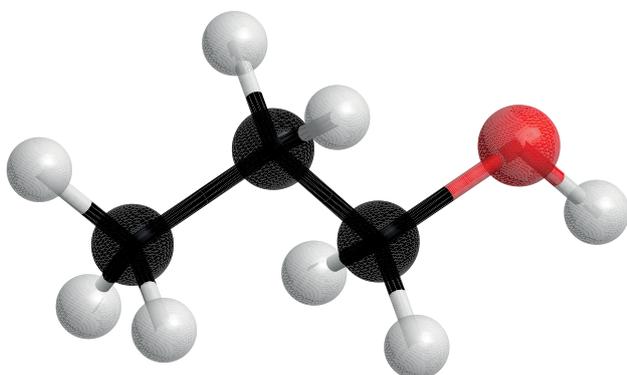


Al comparar la distribución de los átomos entre ambos pares de isómeros, ¿puedes afirmar que son del mismo tipo?, ¿por qué?

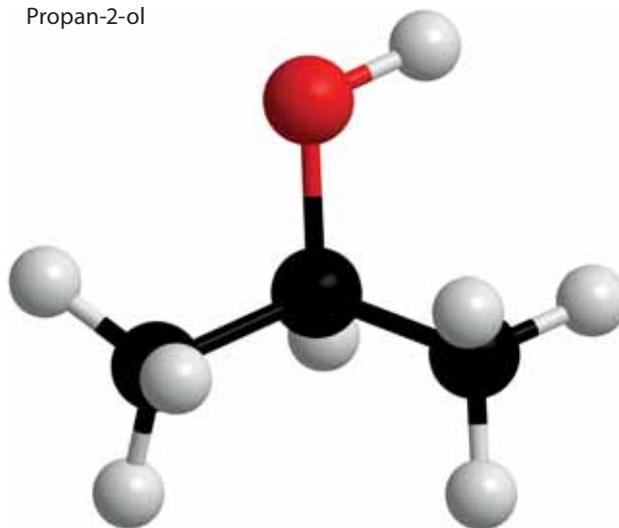
## Aplica

A continuación, se muestran los modelos de esferas y varillas para dos alcoholes. Obsévalos y luego, responde.

Propan-1-ol

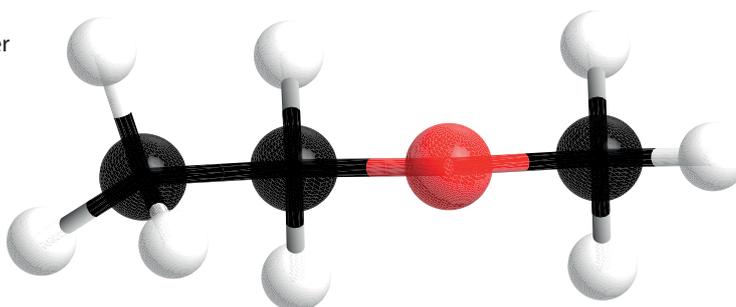


Propan-2-ol



1. Fundamenta si estos alcoholes son isómeros estructurales entre sí.
2. El siguiente modelo representa un éter. Argumenta con dos ideas si este compuesto es un isómero de los alcoholes de la pregunta anterior.

Etilmetiléter



# ¿Cómo se reconoce la

# isomería estructural?

## Focaliza

La tabla a continuación presenta algunas propiedades de dos compuestos químicos, X e Y, que tienen la misma fórmula molecular,  $C_2H_6O$ . A partir de sus datos, realiza lo que se solicita.

Tabla n° 1. Propiedades de dos compuestos químicos

Propiedad	Compuesto X	Compuesto Y
Punto de ebullición (°C)	-24,8	78,2
Inflamable	Sí	Sí
Reacciona con la luz	Sí	No

Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

1. Elabora las fórmulas estructurales condensadas de dos compuestos diferentes que respondan a la fórmula molecular  $C_2H_6O$ .
2. A partir de lo realizado en la pregunta 1, explica por qué estos compuestos tienen propiedades físicas diferentes aún cuando presentan la misma fórmula molecular.
3. Una investigadora tiene que rotular el frasco que contiene el **compuesto Y** de tal manera que cualquier persona los pueda manipular sin riesgos de accidentes. ¿Cuál de los siguientes rótulos consideras adecuado?, ¿cuál contiene la información que impide confundirlo con el compuesto X?

### Rótulo A



### Rótulo B

Punto de ebullición:  
78,2 °C

### Rótulo C

Etanol  
Punto de ebullición:  
78,2 °C  
Inflamable

## Explora

Cuando se guarda una sustancia química en un recipiente, este debe ser cuidadosamente rotulado, especificando su contenido sin dejar dudas al respecto. Esto se hace para evitar accidentes, como intoxicaciones y explosiones, que pueden ocurrir si se confunde una sustancia con otra. A continuación, se muestran dos rótulos que una investigadora dejó en el mesón del laboratorio. Obsérvalos y luego, responde.

### Rótulo 1

Fórmula molecular:  $C_4H_{10}O$   
Masa molar: 74 g/mol  
Punto de fusión:  $-116,2$  °C  
Punto de ebullición:  $34,4$  °C

### Rótulo 2

Fórmula molecular:  $C_4H_{10}O$   
Masa molar: 74 g/mol  
Punto de fusión:  $-88,6$  °C  
Punto de ebullición:  $117,6$  °C

1. Explica qué datos proporcionados por los rótulos te permiten afirmar que estos compuestos son isómeros.

## Reflexiona

Los rótulos 1 y 2 de la página anterior *Explora* pertenecen a los frascos de la imagen. A partir de esto, realiza lo solicitado.

1. Desarrolla las fórmulas estructurales condensadas del dietiléter y del butan-1-ol.
2. Compara los isómeros que formulaste. ¿Qué semejanzas y diferencias observas?
3. ¿Puedes afirmar que estos isómeros son estructurales?, ¿por qué?
4. Si el dietiléter es un líquido altamente volátil, fundamenta qué rótulo le colocarías al frasco que lo contiene, ¿el 1 o el 2?



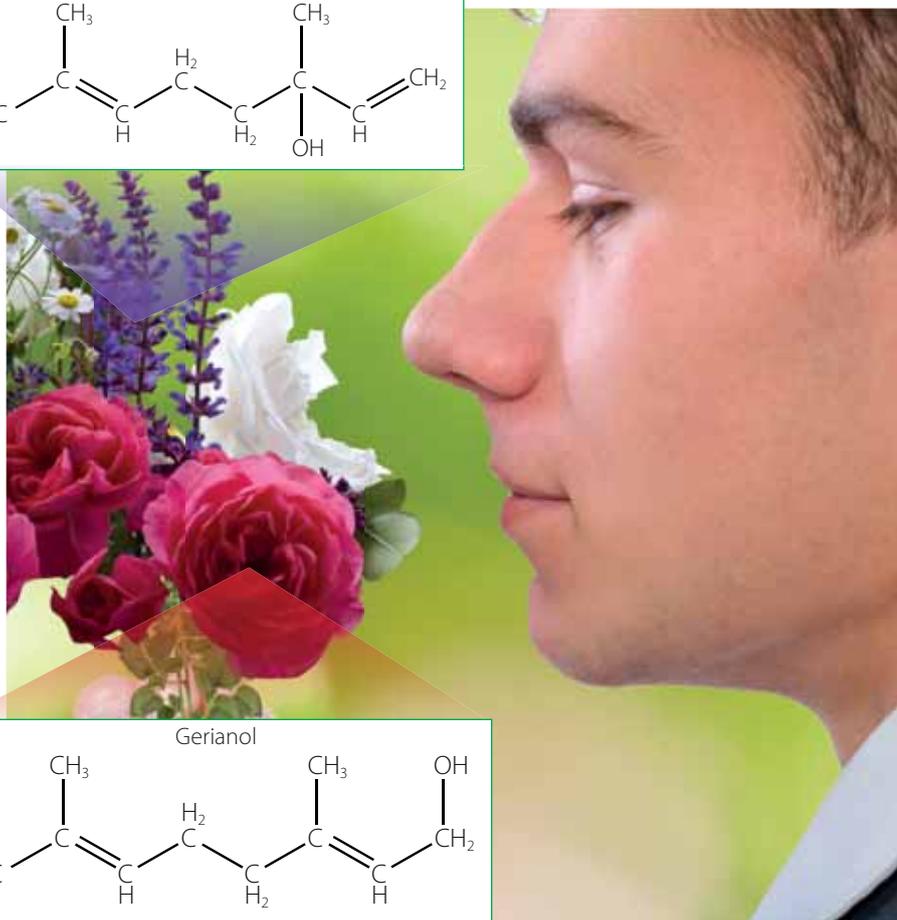
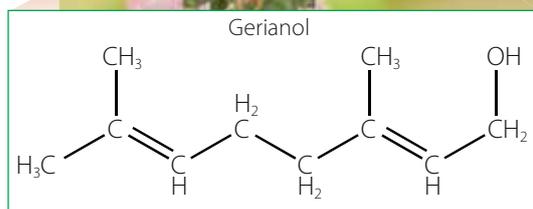
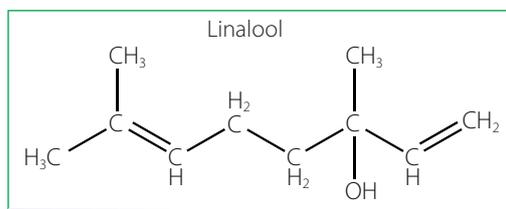
Si podemos reconocer que dos compuestos son diferentes, observando sus **fórmulas estructurales condensadas**, diremos que son compuestos que presentan **isomería estructural** o **constitucional**. En otras palabras, los **isómeros estructurales** o **constitucionales** tienen diferentes propiedades, y la secuencia en que los átomos están unidos unos a otros en la molécula es distinta.

## Aplica

El linalool es una sustancia química de fórmula molecular  $C_{10}H_{18}O$ , tiene un aroma floral mentolado y se encuentra en la flor de la lavanda. Por otro lado, el gerianol tiene la misma fórmula molecular, presenta un agradable aroma floral y es el componente principal del aceite de rosas.

Observa las fórmulas estructurales condensadas de la imagen y responde.

1. Compara las fórmulas estructurales condensadas del linalool y el gerianol, ¿cuáles son sus semejanzas y diferencias?
2. Explica si estos compuestos son isómeros estructurales entre sí.



# ¿Qué son los isómeros estructurales?

## Focaliza

Supón que un técnico de laboratorio que trabaja en una industria de alimentos necesita una muestra de ácido butanoico ( $C_4H_8O_2$ ), cuyo nombre común es ácido butírico. En el laboratorio, él encuentra un frasco con una sustancia en su interior, rotulado como se observa en la imagen.

1. Con **solo analizar su etiqueta**, fundamenta si el técnico puede afirmar que la sustancia que contiene el frasco es ácido butanoico.
2. En tu cuaderno, desarrolla la fórmula estructural condensada de un isómero del ácido butanoico que tenga la misma función orgánica.



## Analizar



Formula otros isómeros del ácido butanoico.

## Explora

A continuación, se presenta una tabla con algunas características de dos compuestos químicos cuya fórmula molecular es  $C_4H_8O_2$ . Analízala y luego, responde.

Tabla n° 2. Características de dos compuestos químicos

Nombre	Fórmula estructural	Masa molar (g/mol)	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)	Aplicaciones
Ácido butanoico		88,0	-5,1	163,7	Aditivo alimentario, saborizante artificial con aroma a mantequilla.
Etanoato de etilo		88,0	-83,8	77,1	Saborizante artificial con aroma a frutas.

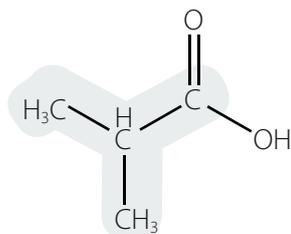
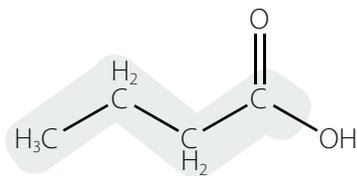
Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

1. ¿En qué se diferencian los grupos funcionales de estos compuestos?
2. ¿Qué características físicas distinguen a estos compuestos según su grupo funcional?

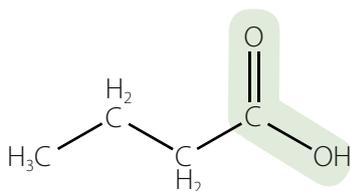
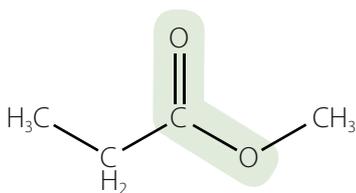
## Reflexiona

Los **isómeros estructurales** se clasifican en isómeros de función, de cadena y de posición.

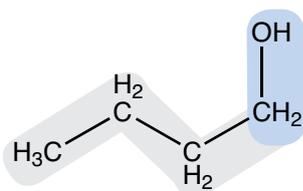
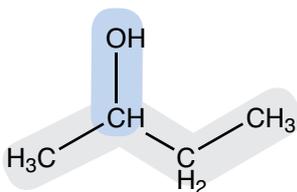
Observa las fórmulas estructurales condensadas de los siguientes compuestos.



Estos compuestos son **isómeros de cadena** porque la cadena de carbonos es distinta.



Estos compuestos son **isómeros de función** porque tienen grupos funcionales diferentes.

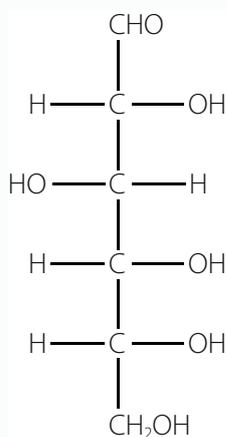


Estos compuestos son **isómeros de posición** porque el grupo funcional está en una posición distinta.

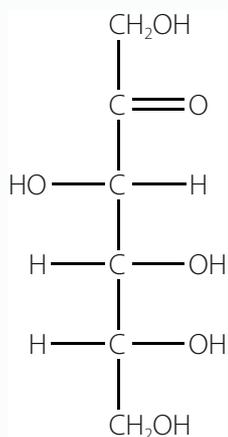
## Aplica

1. Observa las proyecciones de Fisher de la glucosa y la fructosa. Luego, realiza lo solicitado.

Glucosa



Fructosa



- Explica qué tipo de isomería estructural presentan estos compuestos.
  - Investiga la importancia que tienen la glucosa y la fructosa para los seres vivos.
2. Muchos compuestos son utilizados en la industria del plástico, entre ellos, el but-1-eno y el but-2-eno. Cuando estos hidrocarburos se someten a ciertas reacciones químicas, se transforman en polímeros, los que, posteriormente, se usan para fabricar bolsas plásticas.
- Desarrolla las fórmulas estructurales condensadas del but-1-eno y del but-2-eno.
  - ¿Qué tipo de isómeros estructurales son estos compuestos?

### El dexibuprofeno

El **ibuprofeno** es un antiinflamatorio del grupo no esterooidal (no es un esteroide) empleado para el tratamiento del dolor moderado a agudo. Sin embargo, su uso prolongado o en combinación con otros medicamentos y/o alcohol puede derivar en un daño hepático severo.

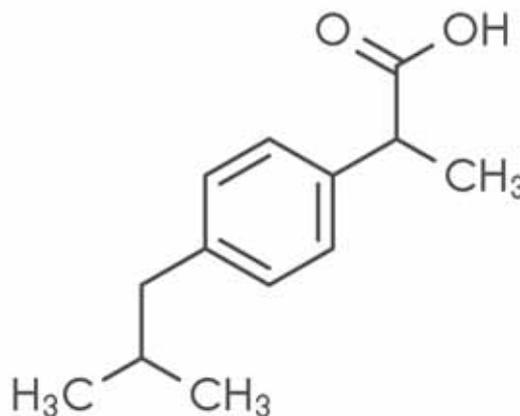
Por otra parte, la molécula de este medicamento posee un **centro quiral** que provoca que, al ser sintetizado, se obtenga la **mezcla racémica**, es decir, la mezcla que contiene en proporciones iguales los dos isómeros ópticamente activos, siendo solo uno de los **enantiómeros** el que causa el efecto analgésico: el **S(+)-ibuprofeno**.

A partir de la información anterior, es lógico pensar que, si logramos separar la mezcla racémica y administrar a los pacientes solo el isómero farmacológicamente activo, se obtengan los mismos efectos analgésicos, pero en dosis menores del fármaco, lo que disminuiría el riesgo de daño hepático.

Esto fue tomado en cuenta por la industria farmacológica que, con posterioridad a la síntesis del fármaco, logró separar ambos enantiómeros y preparar tabletas solamente con el dexibuprofeno, nombre genérico del enantiómero activo y que es comercializado por los laboratorios con diferentes denominaciones comerciales.

**Fuente:** Junta de Andalucía. (2006, 2 de octubre). *Dexibuprofeno*.

<http://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/contenidos/publicaciones/datos/321/html/dexibuprofeno.pdf>



## ¡El problema también es nuestro!

1. Explica cuál es la importancia de separar los componentes de la mezcla racémica en farmacología.
2. Fundamenta por qué el valor comercial del dexibuprofeno es mayor que el ibuprofeno corriente.
3. Analiza la fórmula estructural condensada del ibuprofeno e identifica los grupos funcionales que presenta.
4. Investiga acerca de los centros quirales e identifícalo en la fórmula estructural condensada del fármaco.

## Actividad final

Junto con un compañero, reúnan los siguientes materiales: fósforos o mondadientes, plasticina negra, blanca y roja. Luego, elaboren los modelos de los isómeros que respondan a la fórmula molecular  $C_4H_{10}O$ . Para ello, sigan los siguientes pasos:

**Paso 1** Obtengan información de aquello que se modelará, analizando la fórmula molecular asignada.

**Paso 2** Definan una analogía para fundamentar el modelo, formando ocho esferas de plasticina negra (átomos de carbono), veinte esferas blancas (átomos de hidrógeno) y dos esferas rojas (átomos de oxígeno). Los fósforos o mondadientes representarán los enlaces que unen a los átomos.

**Paso 3** Integren toda la información para desarrollar el modelo utilizando los átomos modelados y los fósforos o mondadientes

### Análisis de resultados

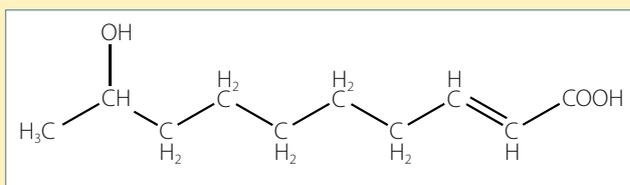
- Desarrollen las fórmulas estructurales condensadas de los modelos obtenidos y nombrenlos.
- ¿Cuántos isómeros lograron obtener según la fórmula molecular asignada?
- Identifiquen a qué tipo de isomería corresponden estas moléculas y clasifiquenlas.
- Escojan dos isómeros de esta actividad e investiguen acerca de sus propiedades físicas, químicas y sus aplicaciones. Luego, realicen una exposición oral con la información recopilada.
- Elaboren un rótulo para dos isómeros con la información necesaria para diferenciarlos y señalar su peligro, para evitar riesgos de accidentes.

## ¿Cómo voy?

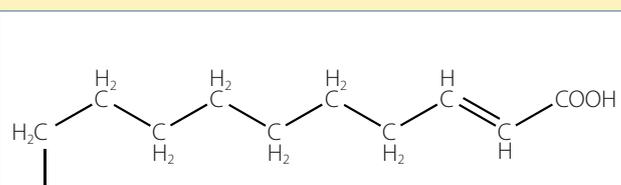
### Evaluación de proceso y progreso

- Responde nuevamente las preguntas de la **página 157**. ¿Cambiaron tus respuestas?, ¿a qué lo atribuyes?
- Observa las fórmulas estructurales condensadas y nombres IUPAC de los compuestos presentes en las feromonas de la abeja reina y de las obreras. Luego, responde:

Feromona de la abeja reina  
Ácido 9-hidroxic-2-enoico



Feromona de la abeja obrera  
Ácido 10-hidroxic-2-enoico



- Explica qué tipo de isomería estructural presentan estos compuestos.
- Propón un isómero de función y otro de cadena para el compuesto de la feromona de la abeja reina y desarrolla sus fórmulas estructurales condensada.

## ¿Cómo aprendo?

- ¿Qué estrategias utilizaste para realizar esta actividad?
- ¿Deberías cambiarlas para ser más eficaz?, ¿por qué?

Lección

2

¿Qué es la estereoisomería?

BULANCIA





Espejo retrovisor del furgón amarillo

## ¿Qué sé?

### Evaluación inicial

En nuestro entorno existen objetos que son simétricos y otros, asimétricos. Por ejemplo, algunas letras escritas en la ambulancia son **simétricas** en relación con su respectiva imagen reflejada en el espejo retrovisor del vehículo que la antecede, es decir, son idénticas, por lo tanto, se pueden superponer entre sí y coinciden. En cambio, otras letras son **asimétricas**, porque están invertidas en el reflejo del espejo retrovisor, por lo que no son superponibles entre sí.

En química, la asimetría de las moléculas es determinante para conocer si estas presentan **estereoisomería**, también conocida como **isomería espacial**, la que puede ser explicada solamente a partir de las fórmulas estructurales espaciales de las moléculas.

1. Supón que estás dentro del furgón amarillo y observas por el espejo retrovisor. Lo que verás, es lo que se muestra en el zoom de esta imagen. Analiza cómo debería estar escrita la palabra en la parte frontal de la ambulancia.
2. ¿Qué letras de la palabra «Ambulancia» son simétricas?, ¿cuáles son asimétricas?, ¿por qué?

# ¿Qué son los enantiómeros?

## Focaliza

La simetría o asimetría de un objeto se puede evidenciar si este se puede superponer o no con su **imagen especular**. Si un objeto es **asimétrico** o **quiral**, no tiene planos de simetría y no es superponible con su imagen especular. En cambio, si un objeto es **simétrico** o **aquiral**, tiene al menos un **plano de simetría** y es superponible con su imagen especular. Observa las imágenes y luego, responde.

1. Explica si la pelota y la mano son superponibles con sus respectivas imágenes especulares.
2. La pelota y la mano, ¿tienen planos de simetría? Representalos en tu cuaderno. Recuerda lo aprendido en **Matemática**.



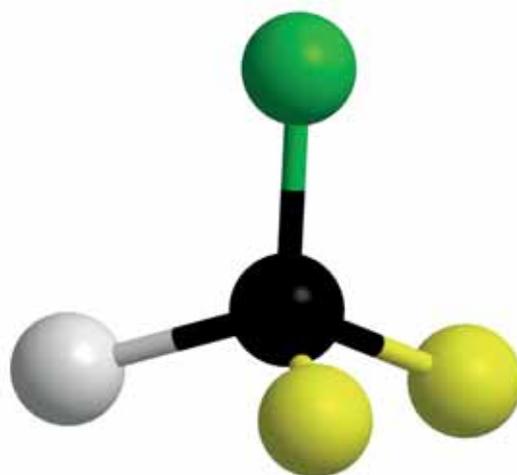
### Ayuda

La **imagen especular** es la imagen de un objeto reflejada en un espejo.

Un **plano de simetría** es un plano imaginario que divide a un objeto en dos mitades iguales.

## Explora

1. Reúne los siguientes materiales: un espejo, un vaso, una zapatilla, fósforos y plasticina negra, blanca, verde, amarilla y roja. Coloca el vaso y la zapatilla frente al espejo y observa sus imágenes especulares.
  - a. Argumenta si el vaso y la zapatilla son quirales o aquirales.
  - b. Representa los planos de simetría de los objetos.
2. En parejas, construyan un modelo como el de la imagen, utilizando fósforos y plasticina. Luego, colóquenlo frente al espejo y construyan el modelo de su imagen especular. Intenten hacer coincidir las esferas de colores entre cada par de modelos sin desarmarlos.
  - a. Expliquen si los modelos son quirales o aquirales.
  - b. Reemplacen una esfera amarilla por una de color rojo y coloquen el modelo frente al espejo, expliquen si es quiral o aquiral este modelo.



## Reflexiona

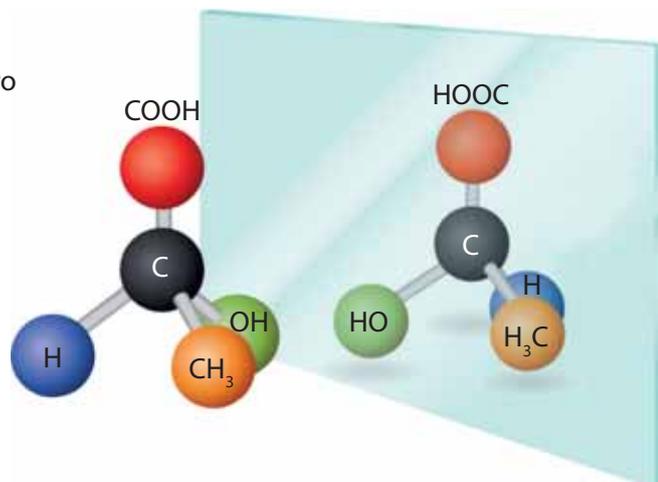
Una molécula es **quiral** si tiene un **carbono asimétrico** o **centro quiral**. Esto ocurre cuando el carbono posee cuatro grupos sustituyentes diferentes unidos a él.

### Explicar



¿La molécula de ácido láctico es quiral?, ¿por qué?

El ácido láctico y su imagen especular no son superponibles, es decir, son quirales. A estos compuestos distintos se les denomina **enantiómeros**, también llamados **isómeros ópticos**. Son un tipo de **estereoisómeros**.



Enantiómeros del ácido láctico.

Si dos compuestos tienen imágenes especulares no superponibles observando sus **fórmulas espaciales**, son **enantiómeros**, por lo tanto, son compuestos diferentes.

Los enantiómeros tienen las mismas propiedades físicas y químicas a excepción de la **actividad** o **rotación óptica**, que es la capacidad que tiene un compuesto para rotar la luz polarizada. (Ver **Ayuda**)

## Aplica

La dentina es una sustancia que se encuentra en el interior de los dientes, contiene, entre otras sustancias, un aminoácido llamado ácido aspártico del tipo **levógiro**, el (-)-ácido aspártico. Después de morir, este se transforma lentamente en ácido aspártico **dextrógiro**, el (+)-ácido aspártico.

Los científicos han usado la técnica del ácido aspártico para determinar que el cráneo de la imagen tiene 300 000 años aproximadamente.

**Fuente:** Torres, T., Ortiz, J. E., Fernández, E., Arroyo-Pardo, E., Grün, R., y Pérez-González, A. (2014). Aspartic acid racemization as a dating tool for dentine: A reality. *Quaternary Geochronology*, vol 22, 43-56. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871101414000260?via%3Dihub>

1. Infiere cómo los científicos determinaron la antigüedad del cráneo.
2. Si el cráneo fuera más antiguo, explica cuál de los dos enantiómeros se encontraría en mayor proporción en él.
3. Investiga las fórmulas espaciales de los enantiómeros del ácido aspártico y represéntalas usando los modelos de esferas y varillas.
4. Formula una pregunta relacionada con el fenómeno óptico de la luz polarizada. Recuerda lo aprendido en **Física**.



Cráneo de un *Homo rhodesiensis*.

### Ayuda

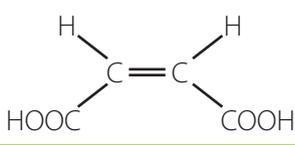
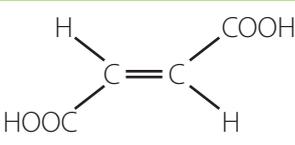
El enantiómero que desvía la luz polarizada hacia la derecha se denomina **dextrógiro** y se representa con un signo (+). El enantiómero que desvía la luz polarizada hacia la izquierda se llama **levógiro** y se representa con un signo (-).

# Los isómeros

## geométricos

### Focaliza

El ácido maleico y el ácido fumárico son compuestos orgánicos que presentan isomería geométrica entre sí. Analiza la siguiente tabla y luego, responde.

Tabla n° 3. Características de los ácidos maleico y fumárico				
Nombre	Fórmula estructural	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)	Obtención
Ácido maleico		143,5	122,0	Se obtiene en una fase del ciclo de Krebs.
Ácido fumárico		122,0	287,0	Se obtiene en la hidrólisis del anhídrido maleico.

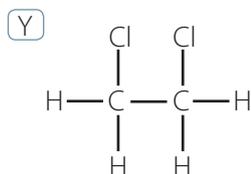
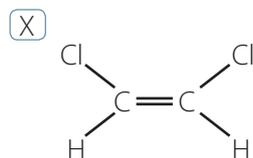
Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

1. Explica por qué estos compuestos son isómeros entre sí.
2. Compara las fórmulas estructurales de estos compuestos. ¿Qué semejanzas y diferencias observas?

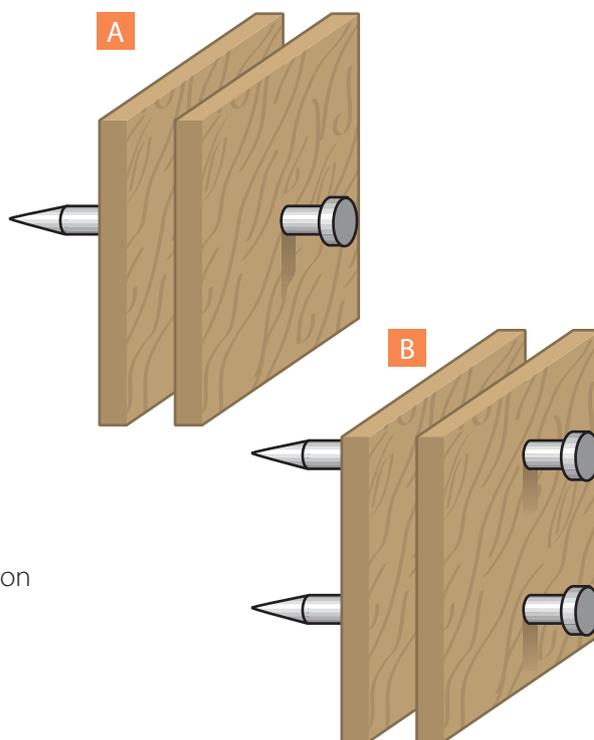
### Explora

Considera dos tablas atravesadas con un clavo, como se observa en A, y con dos clavos, como se representa en B. Luego, responde:

1. Explica en qué caso podrías girar las tablas libremente.
2. Observa los compuestos X e Y:

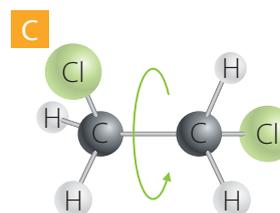
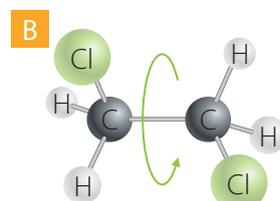
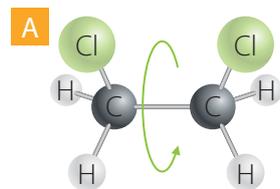
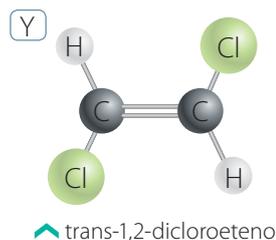
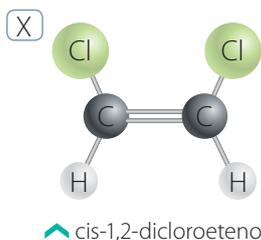


- a. Compara los compuestos X e Y. ¿Cómo se relacionan con los casos A y B?, ¿en qué te basaste para responder?
- b. Explica cuál de los compuestos podría tener isómeros geométricos, X o Y.



## Reflexiona

Los átomos de carbono del 1,2-dicloroetano pueden tener varias orientaciones porque el enlace simple C–C presenta **libre rotación**. Es por ello que todos los modelos representan el mismo compuesto, como muestran las imágenes A, B y C. En cambio, los átomos de carbono del 1,2-dicloroeteno solo tienen dos ordenamientos espaciales (X e Y), debido a que el enlace doble C=C impide la libre rotación, lo que determina que la molécula sea plana.



Modelos del 1,2-dicloroetano.

### Compara



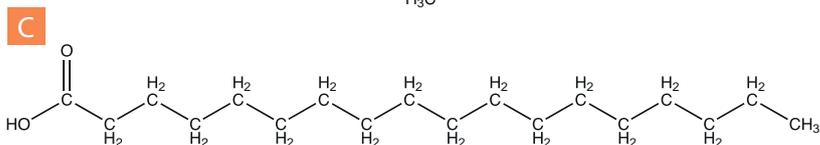
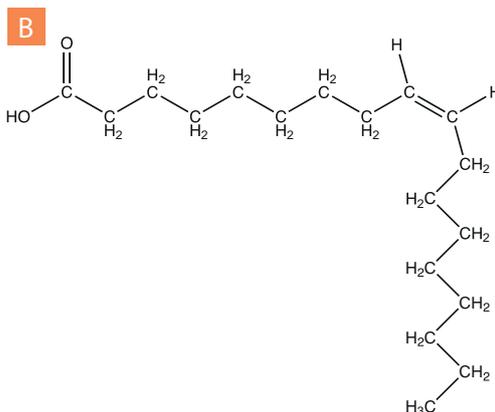
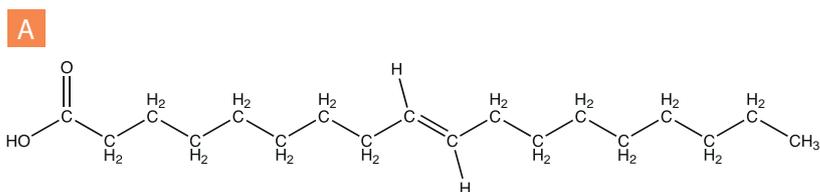
¿Cuáles son las semejanzas y diferencias entre los modelos del cis y del trans-1,2-dicloroeteno?

Los **isómeros geométricos** son estereoisómeros porque difieren en el ordenamiento espacial de los grupos sustituyentes que están unidos a los carbonos de un enlace doble C=C. Las dos disposiciones en las que se pueden ubicar los sustituyentes en torno al enlace doble determinan que estos compuestos presenten propiedades físicas, químicas y biológicas distintas.

## Aplica

Los ácidos grasos trans (AGT) no se comportan biológicamente igual que sus isómeros cis (AGC). Más bien, se comportan de manera similar a los ácidos grasos saturados (AGS) acumulándose en la membrana celular, lo que causa un aumento en los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL). Esto ocasiona la reducción en la sangre de los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL).

1. Infiere por qué los AGT y los AGS tienen un comportamiento biológico similar.
2. Investiga acerca de las lipoproteínas LDL y HDL y describe sus características. Recuerda lo aprendido en **Biología**.



Modelos de un AGT (A), un AGC (B) y un AGS (C).

## Protagonistas de la ciencia



### Alfonso Valenzuela B.

El doctor Valenzuela ha investigado los ácidos grasos trans (AGT) en la nutrición y en la industria y explica que para incrementar la vida útil y modificar la consistencia de los aceites vegetales, las industrias los hidrogenan, lo que cambia la isomería de sus dobles enlaces, convirtiendo el isómero cis en trans. A su vez, la industria oleoquímica ha desarrollado estrategias para disminuir el contenido de AGT en los aceites hidrogenados, y es por ello que es posible encontrar en el mercado productos hidrogenados con bajas cantidades de AGT.

**Fuente:** Valenzuela, A. (2008). Ácidos grasos con isomería trans I. Su origen y los efectos en la salud. *Rev. chil. nutr.* vol 35, 162-171. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182008000300001>

Ingresa al *link* [https://inta.cl/wp-content/uploads/2018/05/grasas\\_y\\_aceites.pdf](https://inta.cl/wp-content/uploads/2018/05/grasas_y_aceites.pdf). Luego, responde:

1. ¿Qué tipos de ácidos grasos contienen las grasas y aceites?
2. ¿Qué son los ácidos omega 3 y 6? ¿Son más saludables?, ¿por qué?
3. Revisa las etiquetas nutricionales de diferentes alimentos y compáralos. ¿En cuáles se pueden encontrar altas cantidades de AGT?, ¿por qué es importante saberlo?

## Ciencia en Chile

### Investigaciones acerca de nutrición y alimentos

El doctor Valenzuela es director del Centro de Lípidos del Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, INTA, y lidera a nivel nacional e internacional las investigaciones transdisciplinarias relacionadas con la nutrición y los alimentos. Las investigaciones científicas que se desarrollan en este centro, generan conocimiento interdisciplinario de excelencia, además de la transferencia de conocimiento a la población, contribuyendo a una óptima nutrición, salud y calidad de vida de las personas.

**Fuente:** INTA. (s. f). *Instituto*. Consultado el 24 de marzo de 2020. <https://inta.cl/instituto/>

1. ¿Qué opinas de la función del INTA?, ¿qué importancia tiene para la sociedad?



## Actividad final

La siguiente tabla presenta algunas propiedades de los dos enantiómeros del ácido tartárico y de su **mezcla racémica**, que es aquella que contiene los dos enantiómeros de un compuesto en proporciones 50:50. Interpreta los datos y luego, responde.

Tabla n° 4. Propiedades físicas de los enantiómeros del ácido tartárico y de su mezcla racémica

Muestra	Punto de fusión (°C)	Rotación específica $[\alpha]_D^{25}$ (grados)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Solubilidad (a 20 °C en g/mL de agua)
A	168,00-170,00	+12,00	1,76	139,00
B	168,00-170,00	-12,00	1,76	139,00
C	206,00	0,00	1,79	20,60

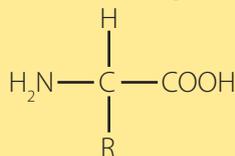
Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

1. Explica cuáles de las muestras corresponden al enantiómero dextrógiro, al levógiro y a la mezcla racémica del ácido tartárico.
2. De todas las propiedades físicas, ¿cuál usarías para identificar los enantiómeros?

## ¿Cómo voy?

Evaluación de proceso y progreso

1. Representa los planos de simetría de todas las letras de la palabra «Ambulancia» y comprueba su simetría. Revisa tu respuesta a la pregunta 2 de la **página 167**. ¿Qué modificaciones le harías?, ¿por qué?
2. La glicina es un aminoácido que no presenta actividad óptica, su cadena lateral (R) es un átomo de hidrógeno. A partir de la estructura general de los aminoácidos, realiza lo siguiente:



- a. Desarrolla la fórmula estructural condensada de la glicina.
- b. Explica por qué la glicina no presenta actividad óptica.

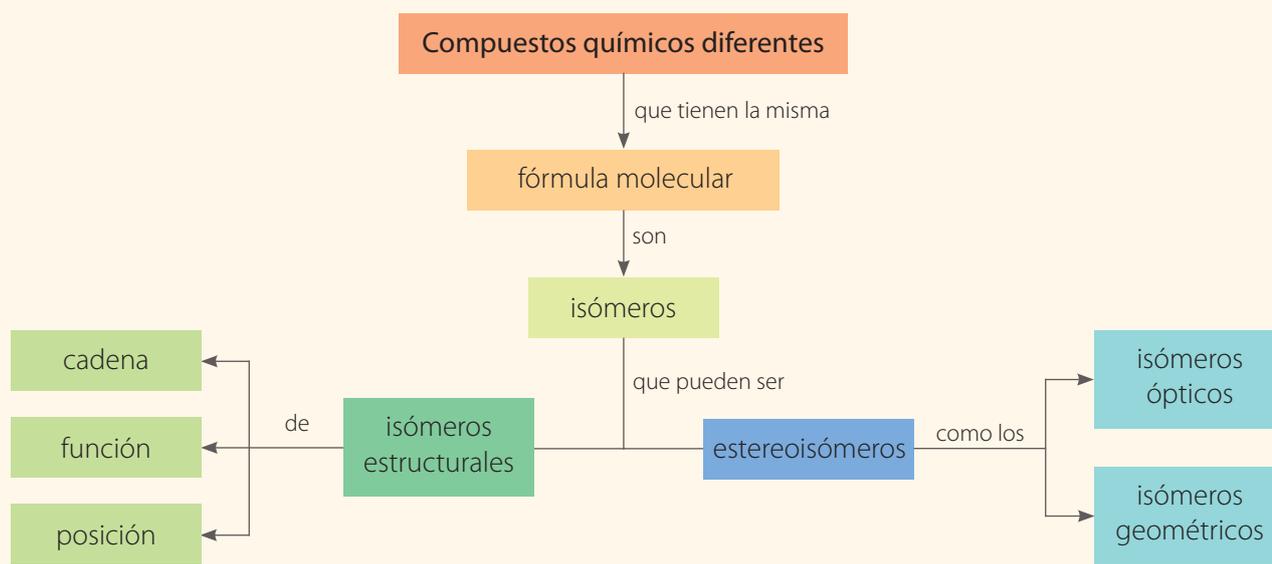
3. Ingresa al *link* <http://www3.uah.es/biomodel/en/DIY/JSME/draw.es.htm> y desarrolla los modelos del propeno, pent-2-eno y del 2-metilbutano. Luego, señala cuáles de ellos pueden presentar isomería geométrica y desarrolla las fórmulas estructurales condensadas de sus isómeros cis y trans.

## ¿Cómo aprendo?

1. ¿Dedicaste la atención y concentración suficientes al realizar esta actividad?, ¿qué evidencias tienes para responder?

## Síntesis

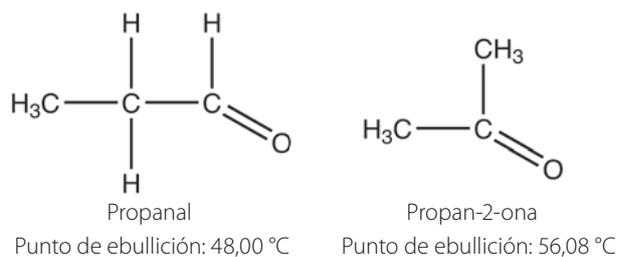
El siguiente mapa conceptual relaciona los principales conceptos que estudiaste en esta unidad.



## Repaso mis aprendizajes

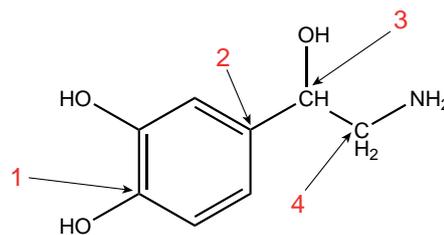
1. Elabora un cuadro comparativo entre los isómeros ópticos y los geométricos. Considera cuatro criterios.
2. A partir de la información, responde:

- a. Explica qué tipo de isomería hay entre estos compuestos.
- b. Explica por qué hay diferencias en sus puntos de ebullición.

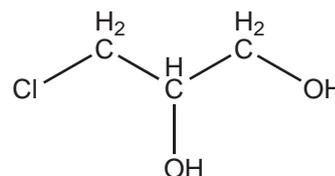


Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

3. La fórmula estructural de la noradrenalina se muestra al costado. Explica cuál de los carbonos numerados determina la actividad óptica que presenta esta molécula.

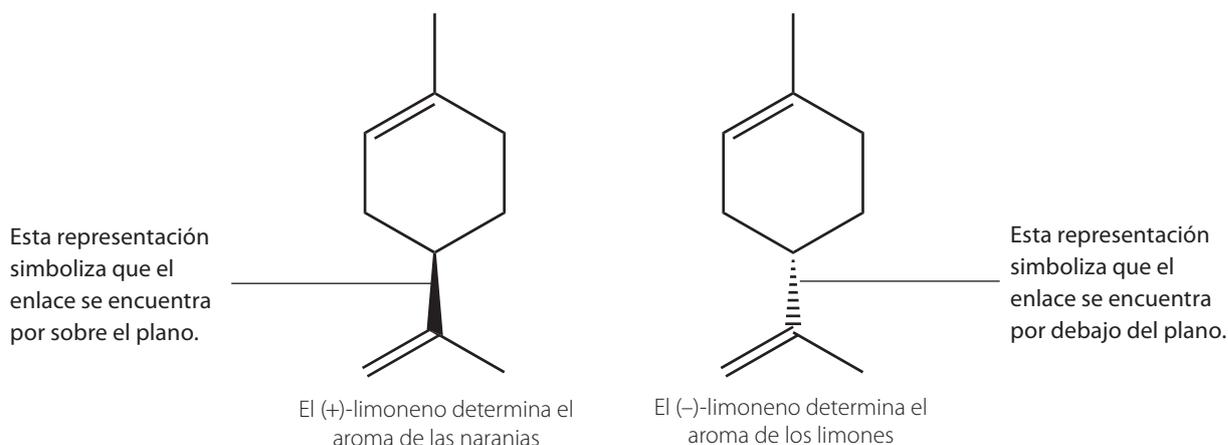


4. Explica por qué el 3-cloropropano-1,2-diol, cuya fórmula estructural condensada se muestra al costado, presenta isomería óptica.

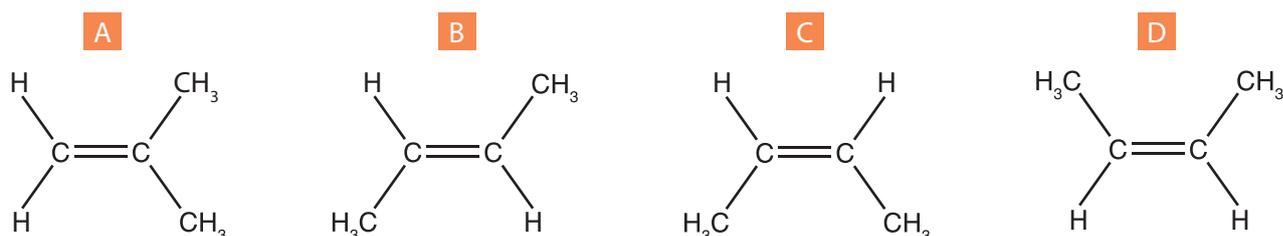


5. Durante el estudio de esta unidad, utilizaste modelos para representar los compuestos orgánicos, con el fin de identificar de forma más sencilla las moléculas que presentan isomería. Investiga si los químicos también utilizan modelos para representar moléculas e identifica las páginas en donde fueron usados.

6. Un compuesto, comúnmente llamado limoneno, presenta dos enantiómeros. Supón que se contamina una muestra líquida de (+)-limoneno con (-)-limoneno. Para separar estos compuestos, se decide hacer una destilación. Justifica si se podrá descontaminar la muestra con este método de separación de mezclas.



7. Observa las estructuras y luego, responde:



- Argumenta el tipo de isomería que pueden presentar estos compuestos.
  - Fundamenta cuáles de los compuestos son isómeros entre sí.
  - Explica cuáles de las estructuras representan al mismo compuesto.
8. Una sustancia A desvía la luz polarizada hacia la derecha. Al mezclar la sustancia A con otra B, la mezcla no desvía el plano de luz polarizada.
- Explica por qué la mezcla entre las sustancias A y B no desvía el plano de luz polarizada.
  - Explica cómo será el comportamiento frente a la luz polarizada de la sustancia B.
  - Justifica qué tipo de isómeros son A y B.
  - Si se midieran los puntos de ebullición y de fusión en ambas sustancias, ¿qué resultados se obtendrían?, ¿por qué?
9. La talidomida es un medicamento usado en la época de los 50 para disminuir las náuseas durante el embarazo, sin embargo, produjo malformaciones en los fetos. Al estudiar las causas de estas malformaciones, los científicos se dieron cuenta que uno de los enantiómeros del medicamento tenía el efecto farmacológico deseado, mientras que el otro, producía las malformaciones. Al respecto, responde:
- Fundamenta la importancia que tiene detectar correctamente la isomería de algunas sustancias.
  - ¿Por qué es importante realizar estudios en humanos antes de comercializar un medicamento?
10. Ingresa al [link https://www.youtube.com/watch?v=06lhM7khgAQ&feature=youtu.be&t=47](https://www.youtube.com/watch?v=06lhM7khgAQ&feature=youtu.be&t=47) y observa el video. Consigue los materiales y realiza el procedimiento, ¿qué diferencias observas?

11. Reúne los materiales (ver imágenes). Luego, lee los antecedentes y realiza el procedimiento.

### Antecedentes

Los alcoholes y éteres se pueden identificar experimentalmente llevando a cabo reacciones químicas características de cada grupo funcional. Los alcoholes experimentan reacciones de oxidación, produciendo ácidos carboxílicos; en cambio, en los éteres esto no ocurre.



### Precaución

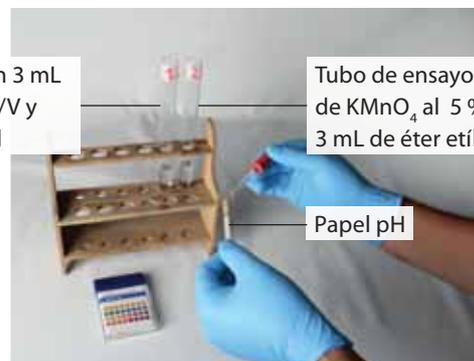
Utilizarás sustancias inflamables y existe riesgo de quemaduras por el uso del ácido, por lo que debes utilizar guantes, delantal de laboratorio abotonado, el pelo recogido y gafas de seguridad. Ten cuidado al manipular las sustancias. No toques tu cara con los guantes, trabaja con cuidado y respeta las normas de seguridad.

A



B

Tubo de ensayo con 3 mL de  $\text{KMnO}_4$  al 5 % m/V y 3 mL de butan-1-ol



C

Agrega 2 gotas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en cada tubo, homogeniza la mezcla y vuelve a determinar el pH.



D

Sin los guantes, toca los tubos de ensayos por fuera. Observa y registra en una tabla los cambios de color, olor, temperatura y pH.

### Análisis de resultados

- a. Con la experiencia realizada, ¿pudiste identificar isómeros de función?, ¿qué evidencia te permite argumentar tu respuesta?

12. Analiza la siguiente tabla y luego, responde.

Tabla n° 5. $[\alpha]_D^{25}$ para algunos compuestos orgánicos	
Compuesto	$[\alpha]_D^{25}$ (grados)
Sacarosa	+233,0
Colesterol	-31,5
Ácido acético	0,0
Benceno	0,0

Fuente: Lide, D. R. (Ed.) (2016). *CRC Handbook of chemistry and physics*. CRC Press.

- a. Argumenta cuál(es) de los compuestos analizados es (son) enantiómero(s) del tipo dextrógiro.

- b. Fundamenta cuál(es) de los compuestos examinados es (son) enantiómero(s) del tipo levógiro.



## A

- > **Aminoácido:** molécula orgánica que constituye el componente básico de las proteínas, está formado por un grupo amino ( $-\text{NH}_2$ ) en uno de sus extremos y un grupo carboxilo ( $-\text{COOH}$ ) en el otro extremo de la molécula.
- > **Átomo:** unidad más pequeña en que un elemento puede ser dividido sin perder sus propiedades químicas.

## B

- > **Batería:** celda electroquímica o conjunto de celdas electroquímicas combinadas que se pueden utilizar como fuente de corriente eléctrica directa a voltaje constante.
- > **Biomoléculas:** compuestos orgánicos que se encuentran en los organismos vivos cumpliendo funciones vitales. Algunos son: carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.

## C

- > **Coefficiente estequiométrico:** valor numérico, entero y sencillo, que representa la cantidad de átomos o moléculas que participan en una reacción química.
- > **Combustión:** proceso en el que sustancias combustibles reaccionan con oxígeno formando dióxido de carbono y agua, si es una combustión completa, o monóxido de carbono y agua, si es incompleta.

## D

- > **Dilución:** procedimiento para preparar una disolución menos concentrada a partir de otra más concentrada.
- > **Disolución acuosa:** disolución en la que el disolvente es agua.

## E

- > **Ecuación química:** representación gráfica que utiliza símbolos y fórmulas químicas para mostrar lo que ocurre durante una reacción química.

**Estequiometría:** estudio cuantitativo de los reactantes y productos en una reacción química.

## F

- > **Fórmula estructural:** expresión que muestra cómo están unidos los átomos entre sí en una molécula.
- > **Fórmula química:** expresión que muestra la composición química de un compuesto en términos de los símbolos químicos de los elementos implicados.

## G

- > **Grupo:** conjunto de elementos dispuestos verticalmente en la tabla periódica.
- > **Grupo funcional:** átomo o grupo de átomos que, unido a la cadena carbonada, caracteriza a un determinado compuesto orgánico, y del que depende su comportamiento químico.

## H

- > **Hidrocarburo:** compuesto orgánico formado solo por átomos de carbono e hidrógeno.
- > **Homeostasis:** conjunto de mecanismos de autorregulación que permiten mantener relativamente constantes la composición y las propiedades del medio interno de un organismo.

## I

- > **Ion:** átomo o grupo de átomos que tiene una carga neta positiva o negativa.
- > **IUPAC:** sigla en inglés de la organización Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (International Union of Pure and Applied Chemistry), encargada, entre otras tareas, de fijar las normas de nomenclatura de los compuestos químicos.

## L

- > **Ley de conservación de la materia:** en una reacción química se cumple que la suma de las masas de los reactantes es igual a la suma de las masas de los productos; también se llama ley de Lavoisier.
- > **Litro:** unidad de volumen que se simboliza con la letra L.

## M

- > **Mol:** cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales (átomos, moléculas u otras partículas) como átomos hay en exactamente 12 gramos (o 0,012 kilogramos) del isótopo carbono-12.
- > **Molécula quiral:** molécula que no se puede superponer con su imagen especular.

## N

- > **Nomenclatura química:** sistema de normas que unifican la denominación de las sustancias químicas.
- > **Número de oxidación:** número de cargas que tendría un átomo en una molécula si los electrones fueran transferidos completamente en la dirección indicada por la diferencia de electronegatividades.

## O

- > **Osmosis:** movimiento de un disolvente a través de una membrana semipermeable.
- > **Óxido:** compuesto inorgánico binario que resulta de la combinación de un metal (óxido básico) o un no metal (óxido ácido) con el oxígeno.

## P

- > **Petróleo:** mezcla de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua.
- > **Propiedades coligativas:** propiedades de las disoluciones que solo dependen de la cantidad de soluto disuelto.

## Q

- > **Química orgánica:** rama de la química que estudia los compuestos del carbono.
- > **Quiral:** molécula que no es superponible con su imagen especular.

## R

- > **Radiador:** sistema de tubos por donde circula el agua que enfría el motor.
- > **Reactivo limitante:** reactante que se consume primero en una reacción.

## S

- > **Solubilidad:** máxima cantidad de soluto que se puede disolver en determinada cantidad de disolvente a una temperatura específica.
- > **Solución:** mezcla homogénea conformada por un soluto o varios de ellos disueltos en un solvente.

## T

- > **Tabla periódica:** distribución tabular de los elementos.
- > **Tetravalencia:** particularidad del átomo de carbono.

## V

- > **Vaporización:** escape de moléculas desde la superficie de un líquido; también llamada evaporación.
- > **Volátil:** propiedad que tienen algunos compuestos de vaporizarse a temperatura ambiente.

# Índice temático

Ácidos nucleicos, 146

Aminoácidos, 146, 147, 173

Átomo, 35, 37, 41, 46, 47, 50, 54, 57, 62

Batería, 20, 88

Bioelementos, 147

Biomoléculas, 143, 146, 147, 150, 151

Cálculos estequiométricos, 81, 82

Carbono asimétrico, 169

Coefficiente estequiométrico, 40, 41

Dilución, 103, 108, 109

Destilación fraccionada, 134, 135

Ecuación química, 15, 17, 20, 23, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 59, 76, 77, 80, 81, 83, 85, 87, 88, 89, 152

Estereoisomería, 154, 166, 167

Enantiómeros, 164, 168, 169, 173, 175

Fórmula estructural, 137, 147, 150, 153, 162, 164, 170, 173, 174, 177

Fórmula química, 41, 54, 55, 56, 58, 61, 65, 89

Gas, 15, 17, 21, 40, 46, 67, 82, 94, 128, 131, 135, 158

Grupo funcional, 144, 153, 162, 163, 176

Hidrocarburo, 138, 139, 153

Homeostasis, 117

Ion, 55, 57

Isomería, 154, 156, 160, 161, 163, 165, 167, 170, 172, 173, 175, 177

Ley de conservación de la materia, 38, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 75, 86

Lípidos, 146, 172

Masa molar, 40, 47, 49, 77, 80, 81, 82, 83, 89, 103, 105, 109, 151, 160, 162

Mol, 40, 41, 47, 49, 74, 75, 76, 77, 80, 81, 82, 83, 85, 87, 89, 103, 105, 109, 130, 160, 162

Molécula quirál, 168, 169

Nomenclatura, 50, 62, 63, 65, 67, 69, 138, 145

Número de oxidación, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 63, 66, 67

Osmosis, 177

Óxido, 18, 21, 23, 26, 43, 45, 55, 56, 57, 62, 63, 65, 77, 83, 85, 89, 96

Petróleo, 134, 135, 140, 150, 158

Propiedades coligativas, 110, 112, 113, 115, 119, 120, 122, 123, 127, 128, 131

Proteína, 29, 126, 146, 147

Química orgánica, 132, 150

Quiral, 164, 168, 169

Reactivo limitante, 81, 83, 85, 88

Rendimiento de la reacción, 83, 87, 88, 89

Respiración celular, 19, 22, 23, 26, 27, 78

Solubilidad, 99, 100, 101, 106, 108, 173

Solución, 17, 28, 37, 47, 48, 59, 67, 68, 80, 85, 88, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 114, 115, 116, 117, 122, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 149

Solvente, 94, 95, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 109, 113, 115, 117, 128, 129, 131

Tabla periódica, 54

Temperatura, 14, 23, 37, 43, 49, 76, 101, 102, 106, 108, 113, 115, 124, 125, 130, 139, 151, 176

Tetravalencia, 150

Vapor, 96, 115, 119, 128, 129, 131

Volátil, 161

# Solucionario • 1° medio

## Unidad 1

### Lección 1

Página 17

#### Actividad final

- b. Se espera que los estudiantes planteen preguntas como las siguientes.
- ¿Se produce una reacción química al introducir aluminio en la solución?
  - ¿Cambian de color y/o forma los reactantes?
  - ¿Qué se forma en la solución resultante?
  - ¿Qué sustancia es la que aparece en el papel aluminio?
- c. La formación de un precipitado en el papel aluminio permite afirmar que se produce una reacción química entre este y la solución preparada.
- d.  $\text{CuSO}_4 + \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu}$

#### ¿Cómo voy?

- a. Hervir agua no, porque es un cambio físico.

b. Encender la cocina es una reacción química.
- Se espera que relacionen el proceso de combustión con los cambios que experimentan los reactantes en la reacción, incluyendo la generación de gases y humos como productos que evidencian este proceso. Se pretende que mencionen evidencias como la generación de calor, cambios de la materia, generación de humo y gases.
- $2 \text{Na}_{(s)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{NaOH}_{(ac)} + \text{H}_{2(g)}$
- El modelo 2 es el que representa el átomo de carbono reaccionando con la molécula diatómica de oxígeno, formando la molécula de  $\text{CO}_2$ .

### Lección 2

Página 25

#### Actividad final

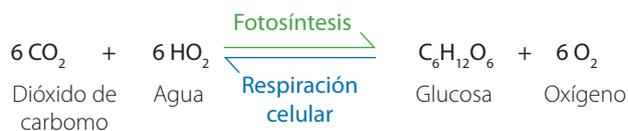
- a. **Paso 1:** verter agua oxigenada en la botella de vidrio.  
**Paso 2:** agregar trozos de papa cruda dentro de la botella.  
**Paso 3:** tapar la botella y dejar reaccionar por 5 minutos.  
**Paso 4:** observar y registrar los cambios.  
**Paso 5:** con ayuda de un compañero y la supervisión del profesor, encender un fósforo, destapar la botella y acercar el fósforo encendido a la «boca» de esta. Observar la reacción y registrar.

- b. El fósforo aviva su llama en presencia del gas emanado de la reacción al interior de la botella.
- c. Para verificar que la reacción química produce un gas (oxígeno), el cual incrementa la combustión del fósforo.
- d. Esta experiencia permite responder la pregunta de investigación, ya que un componente de la papa ocasiona que el agua oxigenada se descomponga generando oxígeno gaseoso mediante una reacción química. Esto es verificable al acercar el fósforo encendido en el momento que se destapa la botella.
- e. La papa posee una enzima llamada catalasa que acelera la descomposición del agua oxigenada.

#### ¿Cómo voy?

- a. Reactante:  $\text{AgBr}$ . Productos:  $\text{Ag}$  y  $\text{Br}_2$ .

b. Corresponde a una reacción de descomposición.
- Las ecuaciones son:



Se espera que mencionen que las reacciones de combustión generan como producto  $\text{CO}_2$ , siendo este un gas de efecto invernadero cuyo aumento significativo favorece el incremento de la temperatura media del planeta, lo que afecta al medioambiente y a los seres vivos.

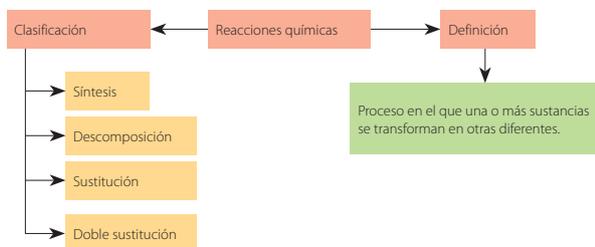
- Ambas reacciones químicas favorecen la emisión y acumulación de gases de efecto invernadero en el medio ambiente. El uso de combustibles fósiles y la descomposición de materia orgánica, producto de las actividades antropogénicas, generan gran cantidad de GEI los cuales se van acumulando en el medio ambiente. Esto en conjunto con la deforestación y pérdida de organismos vegetales en el océano, impiden el equilibrio de estos gases en el medio ambiente.

## Cierre de unidad

Página 26 a 28

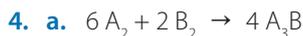
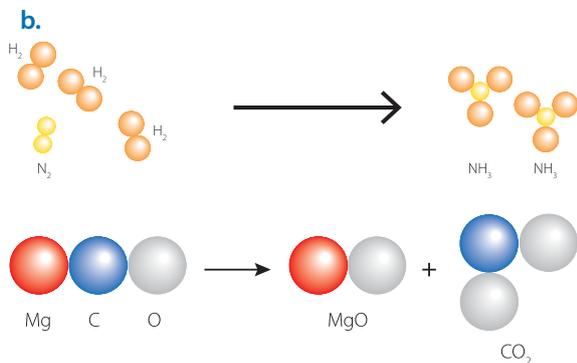
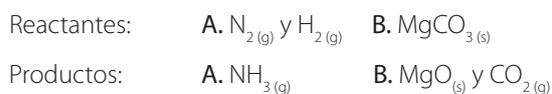
### Repaso mis aprendizajes

1.



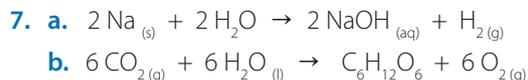
2. Jugo disuelto en agua: no es una reacción química, sino que una disolución. Naranja descompuesta: reacción química de descomposición por presencia de hongos. Cadena oxidada: reacción química de oxidación del hierro en presencia de oxígeno.

3. a.



- b. Reacción de síntesis, ya que moléculas diferentes interactúan para formar otra o un compuesto más complejo.
5. a. Reacción ácido base, ya que en la reacción participan el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio.
- b. Se denomina reacción de neutralización ácido-base.

6. a. Síntesis.  
b. Descomposición.  
c. Sustitución.  
d. Sustitución doble.



8. a. Opción 2, ya que no es necesario que los reactantes sean coloreados para formar en conjunto un precipitado blanco.
- b. Se puede clasificar como reacción de sustitución doble, considerando que el precipitado corresponde a la sustancia BC.
- c.  $AB_{(ac)} + CD_{(ac)} \rightarrow AD_{(l)} + BC_{(s)}$

9. La respiración celular y la fotosíntesis son importantes en el ciclo de carbono, a través del cual este elemento es reciclado en la biosfera. Mientras en la respiración celular se libera dióxido de carbono al ambiente, durante la fotosíntesis este es captado de la atmósfera. El intercambio de dióxido de carbono y oxígeno durante la fotosíntesis y la respiración celular contribuye a mantener estables los niveles atmosféricos de oxígeno y de dióxido de carbono, lo que es vital para la vida en la Tierra. Fuente: <https://www.ck12.org/book/ck-12-conceptos-de-ciencias-de-la-vida-grados-6-8-en-español/section/2.15/> (Adaptación).

10. a. Se evidencia por la pérdida de color de la tela sumergida en la solución.
- b. La acción blanqueadora del  $NaClO$  se debe a que la solución de hipoclorito de sodio es un potente oxidante, es decir, degrada las moléculas que reflejan las ondas que dan la sensación de color, lo que daña el poder de absorción de la luz de estas.
- c. En uso doméstico, el hipoclorito de sodio: se usa frecuentemente para la purificación y desinfección de la casa y para limpieza de telas. Se puede añadir a aguas residuales industriales para la eliminación de olores. Se utiliza para la prevención del crecimiento de algas en torres de enfriamiento. En grandes cantidades, se emplea en: agricultura, pinturas; industrias de alimentación, del cristal, papeleras, farmacéuticas, sintéticas, textil, e industrias de disposición de residuos.

Continúa en la siguiente página →

- d. La solución de hipoclorito de sodio es corrosivo, por lo que los usuarios deben evitar el contacto con los ojos y la piel, usar gafas de protección y guantes de plástico o de goma, y asegurarse de contar con ventilación de aire adecuada al usarlo en lugares cerrados.
11. a. Se evidencia la formación espontánea y rápida de gaseas debido a la reacción química entre los polvos de hornear y el vinagre.
- b.  $C_2H_4O_2 + NaHCO_3 \rightarrow C_2H_3O_2Na + H_2O + CO_2$
- c. El burbujeo que se produce en esta reacción química se debe a la generación espontánea de gases de  $CO_2$ , producto de la reacción química.
12. A. Pueden plantear preguntas como:
- ¿Cuál es la reacción química involucrada en el proceso?
  - ¿Por qué se produce la combustión?
  - ¿Qué reactivos presentes en el palo de fósforo regulan y mantienen la reacción?
  - ¿Cuánto tiempo dura la combustión?
  - ¿Qué factores interfieren en la reacción química?
- B. Se espera que el estudiante seleccione materiales como una caja de fósforos, dispositivo para controlar el tiempo, plato de loza o vaso de vidrio, entre otros, que permitan realizar una experiencia para responder las preguntas planteadas.
- a. Se espera que fundamenten sus respuestas, relacionando los tiempos de combustión y su relación con las distintas variables que intervienen en este proceso. También se espera que exista una investigación bibliográfica de las reacciones involucradas en esta experiencia.
- b. Se pretende que evalúen los distintos procedimientos que permiten responder a las preguntas iniciales planteadas, los que se relacionan con las variables seleccionadas al momento de realizar la experiencia.

## Página 29

### ¿Qué logré?

1. a. La catalasa es una enzima perteneciente a la categoría de las oxidoreductasas, la que cataliza la descomposición del peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) en oxígeno. Esto permite que el agua oxigenada se descomponga generando oxígeno gaseoso. Esto es verificable al acercar la varilla de madera encendida en el momento que se destapa el tubo de ensayo, ya que la combustión incrementa por la mayor presencia del reactante oxígeno.
- b. Esto se puede evidencia debido al incremento de la combustión al acercar la varilla de madera encendida en el momento que se destapa el tubo de ensayo. Esto se produce por la mayor presencia del reactante oxígeno formado por la acción enzimática de la catalasa sobre el agua oxigenada.
- c.  $2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$
- d. Se espera que comparen la ecuación elaborada con la presente en alguna fuente confiable, En esta instancia podrán verificar su resultado, el cual puede variar por los coeficientes estequiométrico o la inclusión de la enzima catalasa en la ecuación química.
2. a. Tanto los alimentos como los combustibles están formados principalmente por cadenas orgánicas, donde los átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno forman parte principal de estas estructuras.
- b.  $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$   
 Glucosa      Oxígeno                      Dióxido de carbono      Agua

## Unidad 2

### Lección 1

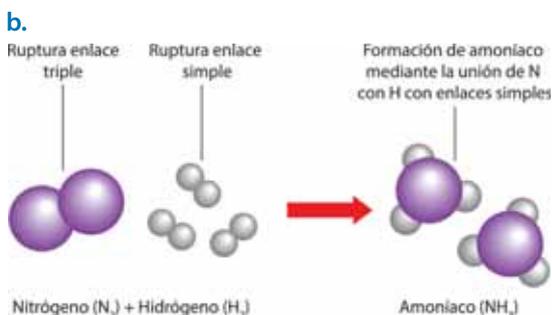
Página 37

#### Actividad final

- El tiempo de reacción en agua caliente es menor debido a que la temperatura favorece las colisiones entre las moléculas.
- Se espera que comprueben y comparen experimentalmente la velocidad de la reacción con agua a diferentes temperaturas.
- Un aumento de la temperatura de los reactantes produce mayor energía cinética, lo que favorece la cantidad de colisiones en la reacción y acelera la formación de producto.

#### ¿Cómo voy?

- En la formación de amoníaco se rompe el enlace triple de la molécula de nitrógeno y el enlace simple de las moléculas de hidrógeno. Posterior a esta ruptura se unen tres hidrógenos con un átomo de nitrógeno formando, mediante enlaces simples, el amoníaco.



- Se espera que complementen las respuestas de la página 33, incluyendo los aprendizajes adquiridos en el transcurso de la lección.

### Lección 2

Página 45

#### Actividad final

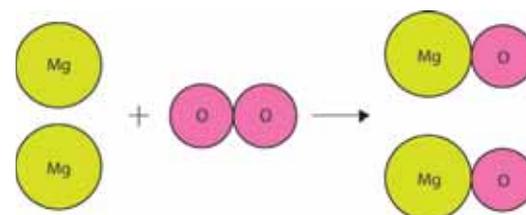
- $\text{CH}_3\text{COOH}_{(ac)} + \text{NaHCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}_{(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$
- El proceso de reacción química no altera la cantidad de materia total presente en los reactantes en su transformación hacia los productos. Esto permite demostrar de forma experimental la ley de conservación de la masa.

- Possible conclusions: the initial mass of the reactants is equal to the mass of the products. Matter produces transformations through the chemical reaction, without modifying the total mass. It can be proven, experimentally, the law of conservation of mass under controlled conditions.

#### ¿Cómo voy?

- $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$

**b.**



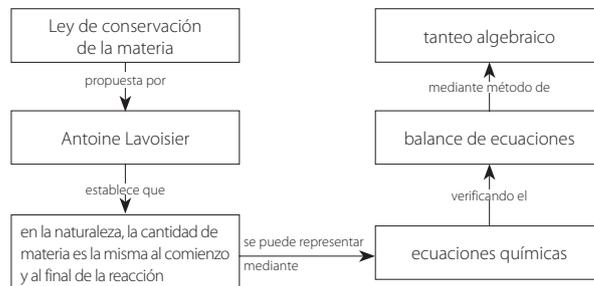
- 32 g de oxígeno.

- Cualitativo: cambio de color de reactantes al entrar en contacto. Cambio de forma del cobre al reaccionar con el AgNO<sub>3</sub>. Formación de precipitado gris. Cuantitativo: reacción de alrededor de 100 mL de AgNO<sub>3</sub>, reacción de 5 gramos de cobre y reacción de un mol de cobre con 2 moles de nitrato de plata. Reactantes y productos: 1 átomo de cobre, 2 átomos de plata, 2 átomos de nitrógeno, 6 átomos de oxígeno.

Páginas 46 a 48

#### Repaso mis aprendizajes

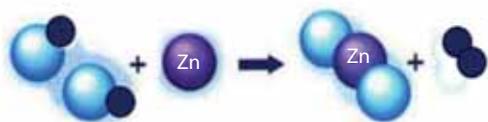
1.



- El modelo representa la ley de conservación de la materia, ya que la cantidad y tipo de partículas de los reactantes son iguales a las de los productos.
  - $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
  - Agregar dos moléculas extra de hidrógeno en los reactantes y una de amoníaco en los productos.
  - Coefficientes estequiométricos: 3 – 1 – 2.
  - $3 \text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$

4. a.  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$   
 Reactantes: 1 átomo de azufre, 4 átomos de oxígeno. Productos: 1 átomo de azufre, 3 átomos de oxígeno.
- b. La ecuación no cumple con la ley de conservación de la materia, ya que la cantidad de átomos de oxígeno en los reactantes no es igual a la de los productos.
- c. **Paso 1:** contar la cantidad de átomos en reactantes y productos. Reactantes: 1 S y 4 O. Productos: 1 S y 3 O.  
**Paso 2:** agregar el índice estequiométrico 2 en las moléculas de  $\text{SO}_2$  y  $\text{SO}_3$ . Con esto se equilibra la ecuación.  
**Paso 3:** formular la ecuación resultante:  
 $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$
5.  $\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
6. a. Reactantes: 4 C, 10 H y 2 O. Productos: 1 C, 2 H y 3 O.  
 Balanceo:  $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 10 \text{H}_2\text{O} + 8 \text{CO}_2$
- b. Masa molar:  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 58 \text{ g/mol}$ ;  $\text{O}_2 = 32 \text{ g/mol}$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 18 \text{ g/mol}$ ;  $\text{CO}_2 = 44 \text{ g/mol}$ .  
 Masa en gramos:  $2 \text{C}_4\text{H}_{10} = 116 \text{ g}$ ,  $13 \text{O}_2 = 416 \text{ g}$ ,  $10 \text{H}_2\text{O} = 180 \text{ g}$ ,  $8 \text{CO}_2 = 352 \text{ g}$ .
- c. Masas reactantes = 532 g. Masa productos = 532 g.
7. a.  $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- b.  $2 \text{HCl} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- c.  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- d.  $4 \text{P} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{P}_2\text{O}_3$
8. a.  $5 \text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 5 \text{H}_2\text{O}_2$   
 Se introdujeron 5 moléculas de  $\text{H}_2$  y 5 moléculas de  $\text{O}_2$ .
- b.  $5 \text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 5 \text{H}_2\text{O}_2$   
 $10 \text{ g} + 160 \text{ g} \rightarrow 170 \text{ g}$   
 La masa de los reactantes es igual a la de los productos, por ende cumple con la ley de conservación de la masa.
9. En un balance de ecuaciones no se debe cambiar la cantidad de átomos en una molécula. Solo pueden modificarse los coeficientes estequiométricos para balancear la ecuación:  $2 \text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CaO}$

10. C.



- a.  $2 \text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- b. Se rompen los enlaces de la molécula de ácido clorhídrico. Posteriormente se unen los átomos de cloro al zinc y los de hidrógeno entre sí.
11. a.  $2 \text{HCl}_{(ac)} + \text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$
- b. Esta reacción, al ocurrir en un medio cerrado, evidencia la ley de conservación de la materia pues, antes y después de la reacción, la masa total se mantiene ya que los gases generados quedan dentro del globo.
- c. Posibles conclusiones:  
 - La masa se conserva independientemente de la reacción producida.  
 - La masa de los reactantes y productos es la misma.  
 - La reacción produce un reordenamiento de los átomos al formar nuevas moléculas, manteniendo su cantidad.
12. a. Se espera que mencionen la generación de un gas que burbujea en el agua debido a la descomposición del carbonato de calcio.
- b. Se produce una reacción química de descomposición por efecto del calor.  
 $\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$
- c. La diferencia de masa corresponde a 0,7 gramos de  $\text{CO}_2$  producidos durante la reacción.
- d. No se puede saber con exactitud si se cumple o no, puesto que no existe la forma de saber que la diferencia de masa corresponde a la del gas liberado, sí se puede inferir. Se puede establecer que la pérdida de masa se atribuye a la liberación de gas.
- e. Posibles conclusiones:  
 - La masa se conserva independiente de la reacción producida.  
 - Masa inicial de  $\text{CaCO}_3$  es igual a la suma de la masa del  $\text{CaO}$  y del  $\text{CO}_2$ .  
 - La masa de los reactantes y productos es la misma.

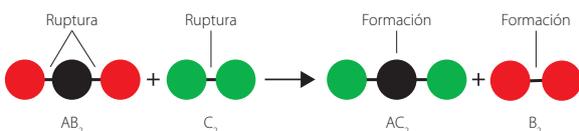
Páginas 49

¿Qué logró?

1. Se espera que relacionen los choques de autos y las reacciones químicas mencionando que cuando las partículas chocan con la suficiente energía y orientación apropiada (choque efectivo) se produce una reacción. Además, que señalen que la cantidad de reactantes (o autos) es un factor que determina la velocidad de la reacción.



b.



Los enlaces de las moléculas  $AB_2$  y  $C_2$  se rompen, permitiendo la unión de los átomos para la formación de las moléculas  $AC_2$  y  $B_2$ .

- c. La cantidad de átomos es igual tanto en los reactantes como en los productos. La ecuación se encuentra balanceada.
- d. La masa del producto  $AC_2$  es 44 g.
3. a.  $b = 5$ ,  $c = 4$  y  $d = 6$ .
- b. La ecuación balanceada cumple con la ley de conservación de la materia, ya que la cantidad y tipo de átomos es igual en los reactantes y productos.  
Reactantes y productos:  $4\text{ N} - 12\text{ H} - 10\text{ O}$ .
- c. Masa molar:  $\text{NH}_3$ : 17 g/mol;  $\text{O}_2$ : 32 g/mol;  $\text{NO}$ : 30 g/mol;  $\text{H}_2\text{O}$ : 18 g/mol;  
Masa molar en gramos:  $4\text{ NH}_3$ : 68 g;  $5\text{ O}_2$ : 160g;  $4\text{ NO}$ : 120 g;  $6\text{ H}_2\text{O}$ : 108 g.
- d. Masa total reactantes:  $4\text{ NH}_3$ : 68 g;  $5\text{ O}_2$ : 160 g.  
Total = 228 g.  
Masa total productos:  $4\text{ NO}$ : 120 g;  $6\text{ H}_2\text{O}$ : 108 g.  
Total = 228 g.
4. a. La descomposición de la pera corresponde a una reacción química, esto se evidencia por el cambio de color de la pera.
- b. La masa residual de la pera descompuesta es menor a la de su estado inicial, debido a la generación de gases y vapores producto de la reacción de descomposición.
- c. Posibles conclusiones:  
- La pera se descompone, lo que implica que ha ocurrido una reacción química; la descomposición de la pera se considera una reacción química, porque ocurre un cambio de color.

## Unidad 3

### Lección 1

Página 59

#### Actividad final

- a.  $4\text{ KMnO}_4 + 4\text{ NaOH} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{ K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{ Na}_2\text{MnO}_4 + 2\text{ H}_2\text{O}$
- b. El color de la solución depende del número de oxidación del Mn.  
 $\text{Mn}^{+7}$  = color púrpura.  $\text{Mn}^{+6}$  = color verde.
- c. Pueden presentar su información mediante un medio visual como infografía, Blog, publicación en sitio web.

#### ¿Cómo voy?

1. Azufre  $4+$  =  $\text{SO}_2$ . Azufre  $6+$  =  $\text{SO}_3$ . Azufre  $4-$  =  $\text{H}_4\text{S}$

### Lección 2

Página 65

#### Actividad final

- a.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : óxido de hierro(III). b.  $\text{MgO}$ : óxido de magnesio. c.  $\text{AlH}_3$ : hidruro de aluminio. d.  $\text{HCl}$ : cloruro de hidrógeno. e.  $\text{FeS}$ : sulfuro de hierro(II). f.  $\text{LiH}$ : hidruro de litio. g.  $\text{H}_2\text{S}$ : sulfuro de hidrógeno. h.  $\text{FeBr}_2$ : bromuro de hierro(II). i.  $\text{Ca(OH)}_2$ : hidróxido de calcio. j.  $\text{Pb(SO}_4)_2$ : sulfato de plomo(II). k.  $\text{NaOH}$ : hidróxido de sodio. l.  $\text{LiClO}_3$ : clorato de litio. m.  $\text{KNO}_3$ : nitrato de potasio. n.  $\text{NaMnO}_4$ : permanganato de sodio. ñ.  $\text{HF}$ : fluoruro de hidrógeno. o.  $\text{H}_2\text{CO}_3$ : ácido carbónico.
2. a.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : metal + oxígeno. b.  $\text{MgO}$ : metal + oxígeno. c.  $\text{AlH}_3$ : metal + hidrógeno. d.  $\text{HCl}$ : hidrógeno + no metal. e.  $\text{FeS}$ : metal + no metal. f.  $\text{LiH}$ : metal + hidrógeno. g.  $\text{H}_2\text{S}$ : hidrógeno + no metal. h.  $\text{FeBr}_2$ : metal + no metal. i.  $\text{Ca(OH)}_2$ : metal + hidroxilo. j.  $\text{Pb(SO}_4)_2$ : metal + ión sulfato. k.  $\text{NaOH}$ : metal + hidroxilo. l.  $\text{LiClO}_3$ : metal + ión clorito. m.  $\text{KNO}_3$ : metal + no metal + oxígeno. n.  $\text{NaMnO}_4$ : metal + ión permanganato. ñ.  $\text{HF}$ : hidrógeno + no metal. o.  $\text{H}_2\text{CO}_3$ : hidrógeno + no metal + oxígeno.
3. a. Hidruro de sodio:  $\text{NaH}$ . b. Seleniuro de hidrógeno:  $\text{H}_2\text{Se}$ . c. Sulfuro de dipotasio:  $\text{K}_2\text{S}$ . d. Óxido de cloro(V):  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ . e. Yoduro de oro(III):  $\text{AuI}_3$ . f. Ácido manganoso o ácido de manganeso(IV):  $\text{H}_2\text{MnO}_4$ .

4.

Nomenclatura	Características
Sistemática	Emplea prefijos griegos para indicar la cantidad de átomos de los elementos presentes en el compuesto.
Stock	Utiliza números romanos en paréntesis para indicar el número de oxidación del elemento

## Compuestos binarios

	Stock	Sistemática
Óxidos metálicos	se escribe «óxido de», seguido por el nombre del metal con el número de oxidación en números romanos y entre paréntesis.	Emplea los prefijos griegos de cantidad para designar el número de elementos en el compuesto
Óxidos no metálicos	se escribe «óxido de», seguido por el nombre del no metal con el número de oxidación en números romanos y entre paréntesis.	Emplea los prefijos griegos de cantidad para designar el número de elementos en el compuesto
Hidruros no metálicos		Emplea la raíz del nombre del elemento no metálico terminado en -uro, seguido por la expresión «de hidrógeno». Dependiendo de la cantidad de H se utilizan prefijos griegos de cantidad.
Sales binarias	se escribe el nombre del no metal, seguido por la terminación «uro de» y por el nombre del metal con el número de oxidación en números romanos entre paréntesis.	emplea los prefijos de cantidad del elemento no metálico, más su nombre con la terminación -uro, seguido del nombre del metal
Hidruros metálicos	se escribe «hidruro de», seguido por el nombre del metal con el número de oxidación en números romanos entre paréntesis.	usa los prefijos de cantidad para la palabra «hidruro» y para el metal.

## Compuestos binarios

	Stock	Sistemática
Hidróxidos	se escribe «hidróxido de», seguido por el nombre del metal con su número de oxidación en números romanos entre paréntesis.	emplea los prefijos para designar la cantidad de grupos (OH), denominado «hidróxido», cuya carga es 1-, seguido por el nombre del metal.
Sales ternarias	se escriben el nombre del no metal, terminado en -ito (menor número de oxidación) y -ato (mayor número de oxidación), y el nombre del metal con su número de oxidación en números romanos entre paréntesis.	
Oxácidos	La IUPAC acepta los nombres tradicionales de algunos oxoácidos, como los siguientes: ácido carbónico, ácido nítrico, ácido sulfuroso, ácido sulfúrico, ácido dicrómico, ácido crómico, ácido mangánico y permangánico, entre otros.	

### ¿Cómo voy?

- Carbonato de sodio:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Carbonato de calcio:  $\text{CaCO}_3$ . Óxido de silicio(IV):  $\text{SiO}_2$ . Óxido de manganeso(IV):  $\text{MnO}_2$ . Óxido de hierro(II):  $\text{FeO}$ . Óxido de cobalto(II):  $\text{CoO}$ .
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ : nitrato de calcio.  $\text{MgSO}_4$ : sulfato de magnesio.  $\text{ZnSO}_4$ : sulfato de cinc.

- Los nombres Stock de los compuestos químicos de la imagen son:  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ : dicromato de potasio;  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ : cromato de potasio;  $\text{CoSO}_4$ : sulfato de cobalto. Pueden mencionar que la soda cáustica se puede nombrar como monohidróxido de sodio o hidróxido de sodio, el agua como monóxido de hidrógeno y el amoníaco como trihidruro de nitrógeno.

### Páginas 66 a 68

#### Repaso mis aprendizajes

- Se espera que elaboren un resumen como el siguiente:

Compuestos binarios	Fórmulas	Ejemplos
Óxidos metálicos	$\text{M}_x\text{O}_y$	$\text{Cl}_2\text{O}_7$ , óxido de cloro(VII).
Hidruros metálicos	$\text{MH}_x$	LiH, hidruro de litio.
Sales binarias	$\text{M}_x\text{Nm}_y$	KCl, cloruro de potasio.
Compuestos ternarios	Fórmulas	Ejemplos
Hidróxidos	$\text{M}(\text{OH})_n$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ , hidróxido de cobre(II).
Oxoácidos	$\text{H}_a\text{Nm}_b\text{O}_c$	$\text{HClO}_3$ , ácido clórico
Sales ternarias	$\text{M}(\text{Nm}_y\text{O}_z)_w$	$\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ , clorato de bario.

- Un óxido no metálico:  $\text{P}_2\text{O}_5$ .
  - Un óxido metálico: NaO.
  - Un hidruro metálico: NaH.
  - Un hidróxido: NaOH.
  - Una sal binaria:  $\text{Na}_3\text{P}$ .
- Estaño:  $\text{SnO}_2$ .
  - Yodo:  $\text{I}_2\text{O}_5$ .
  - Selenio:  $\text{SeO}_2$ .
  - Cromo:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .
  - Rubidio:  $\text{Rb}_2\text{O}$ .
- $\text{I}_2\text{O}_7$ : óxido de yodo(VII).
  - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ : nitrato de aluminio.
- Hidróxido de sodio: NaOH.  
Hidróxido de potasio: KOH.  
Hidróxido de calcio:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .  
Hidróxido de magnesio:  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .
- $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ : nitrato de aluminio.
  - NaClO: hipoclorito de sodio.
  - $\text{Fe}(\text{OH})_3$ : hidróxido de hierro(III).
  - CuO: óxido de cobre(II).
- $\text{ZO}_2$ : óxido no metálico.  $\text{H}_2\text{ZO}_3$ : oxoácido.  
 $\text{Na}_2\text{ZO}_3$ : sal ternaria.
- Se espera que realicen la actividad y que reflexionen sobre la importancia de la disminución de los gases de efecto invernadero, debido a las consecuencias que estos generan en el medioambiente. Además, que determinen cuál es la mejor solución para disminuir el impacto ambiental.

9. La importancia fundamental de la nomenclatura química es que asegura que los nombres químicos identifiquen solo a un compuesto químico, empleando un lenguaje común y universal.

10. a. FeS: binario. b. FeS: sulfuro de hierro(II).

11. a. MgO, como producto de la reacción de combustión.

b. Se produce  $MgCl_2$  al reaccionar el óxido de magnesio con ácido clorhídrico:  
 $MgO + 2 HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$

c. **Ensayo 1:** formación de un óxido.  
**Ensayo 2:** formación de una sal.

12. a. Alcalino.

b. Hidróxido de magnesio ( $Mg(OH)_2$ ). El pH alcalino obtenido en la solución demuestra que se forma un hidróxido.

## Páginas 69

### ¿Qué logré?

1. a.  $Na_2S$ : sal binaria. HCl: hidruro no metálico.  
 $Na_2SO_4$ : sal ternaria.  $Al_2O_3$ : óxido metálico.  
 b.  $Na_2S$ : 2 sodio y 1 azufre. HCl: 1 hidrógeno y 1 cloro.  
 $Na_2SO_4$ : 2 sodio, 1 azufre y 4 oxígeno.  $Al_2O_3$ : 2 aluminio y 3 oxígeno.

2.

Compuesto	Clasificación según:	
	cantidad de elementos diferentes	función química inorgánica
a. $CO_2$	Binario	Óxido no metálico
b. $Na_2O$	Binario	Óxido metálico
c. $H_2S$	Binario	Solución acuosa de un hidruro no metálico del grupo 16 (VIA)
d. LiH	Binario	Hidruro metálico
e. NaCl	Binario	Sal binaria
f. $HNO_3$	Ternario	Oxoácido
g. $Ca_3(PO_4)_2$	Ternario	Sal ternaria

3. A =  $Na_2O$ : óxido de sodio.  
 B = 2 NaOH: hidróxido de sodio.

4.

Compuesto químico	Explicación
$Ti(OH)_4$	El número de oxidación del hidrógeno en todo compuesto es 1+, excepto en los hidruros metálicos, en los que es 1-. El número de oxidación del oxígeno en todo compuesto es 2-.
NaClO	El número de oxidación del oxígeno en todo compuesto es 2-. Del Na es 1+ por estar en el grupo 1 (IA).
$BaSO_4$	El número de oxidación del oxígeno en todo compuesto es 2-. De Ba es 2+ por estar en el grupo 2 (IIA).

b.  $Ti(OH)_4$ : Ti es 4+, O es 2- e H es 1+.  
 NaClO: Na es 1+, Cl es 1+ y O es 2-.  
 $BaSO_4$ : Ba es 2+, S es 6+ y O es 2-.

5. a.  $HClO_4$ : ácido perclórico.  
 b. ZnO: óxido de cinc.  
 c.  $CuCO_3$ : carbonato de cobre(II).  
 d. KCl: cloruro de potasio.  
 e.  $H_3PO_4$ : ácido fosfórico.  
 f.  $H_2CO_3$ : ácido carbónico.  
 g.  $Zn(OH)_2$ : hidróxido de cinc.  
 h.  $MgCl_2$ : cloruro de magnesio.  
 i.  $Al_2S_3$ : sulfuro de aluminio.  
 j.  $HClO_3$ : ácido clórico.  
 k.  $HNO_2$ : ácido nitroso.  
 l.  $H_2CrO_4$ : ácido crómico.

## Unidad 4

### Lección 1

#### Página 77

#### Actividad final

- a. Esto se comprueba con las proporciones de cobre y cloro en los compuestos químicos, como sigue:  
 b. Compuesto A  $6,3/3,5 = 1,8$   
 Compuesto B  $1,3/0,72 = 1,80$   
 Compuesto C  $3,3/1,83 = 1,80$   
 c. Moles de cobre  $n = 6,3g/63,5 g/mol$   
 $n = 0,1 mol$   
 Mol de cloro  $n = 3,5g/35,5g/mol$   
 $n = 0,1 mol$   
 La proporción molar es 1/1, por lo tanto, el compuesto es CuCl.

#### ¿Cómo voy?

1. a.  $2 Mg + O_2 \rightarrow 2 MgO$   
 b.  $0,62g/1,02g = 0,6$   
 c. 60% Mg; 40% O

#### 2. Ensayo 1

Masa molar Fe = 56 g/mol  
 Masa molar S = 32 g/mol  
 $n(Fe) = 3,57g/56 g/mol = 0,064 mol$   
 $n(S) = 2,05g/32 g/mol = 0,064 mol$   
 La relación molar es 1/1

#### Ensayo 2

$n(Fe) = 0,896 g/56 g/mol = 0,016 mol$   
 $n(S) = 0,772 g/32 g/mol = 0,024 mol$   
 La relación molar es 2/3

3. Se espera que los estudiantes respondan que sus respuestas se han complementado gracias al estudio de esta lección relacionada con las leyes de las proporciones múltiples y definidas.

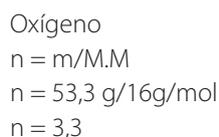
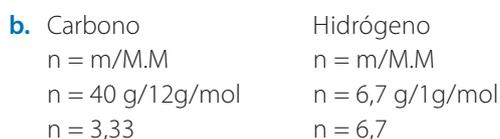
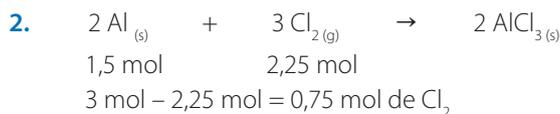
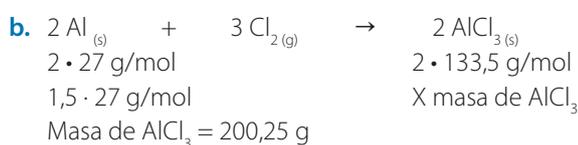
## Lección 2

### Página 85

- a.  $\text{MgO} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b. Se forma  $\text{MgCl}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$
- c. El pH del  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$  es ácido, es decir puede estar entre 1 y 3 aproximadamente dependiendo de la concentración del ácido. El pH obtenido también es ácido, por lo que se puede deducir que queda ácido clorhídrico sin reaccionar, por lo que es el reactivo en exceso.
- d. Se espera que el estudiante responda que sí es posible determinar cuál es el reactivo limitante en este caso, puesto que el reactivo en exceso es HCl, por lo que el MgO se consume completamente por lo que es el reactivo limitante.

### ¿Cómo voy?

1. a. Reactivo limitante: Al.



Dividiendo por 3,31 se obtiene la fórmula empírica es  $\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_1$ , que es lo mismo que  $\text{CH}_2\text{O}$ .

3. Se espera que los estudiantes respondan que en la fotosíntesis una disminución de la cantidad de agua disponible causaría una disminución en el rendimiento de la reacción química.

### Cierre de unidad

#### Páginas 86 a 88

#### Repaso mis aprendizajes

1. Se espera que el estudiante elabore un resumen como el siguiente:

La estequiometría es el estudio de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y los productos en una ecuación química y se basa en la ecuación balanceada. Esta establece relaciones entre las moléculas o elementos que conforman los reactivos de una ecuación química y los productos de dicha reacción. Las relaciones que se establecen son relaciones molares entre los compuestos o elementos que conforman la ecuación química.

2. a. Es probable que cada galleta tenga una porción proporcional de chips de chocolate.  
 b. Definidas, ya que al ser una masa homogénea cada galleta debería tener la misma cantidad de ingredientes.
3. Reaccionan 6,2 gramos de H con 49,6 g de O.

$$\frac{2\text{H}}{1\text{O}} = \frac{6,2}{49,6} = \frac{1}{8}$$

4. a. NO y  $\text{NO}_2$

	N	O
NO	46,67%	53,3%
$\text{NO}_2$	30,43%	69,56%

- b.

$$\frac{1\text{N}}{1\text{O}} = \frac{14\text{g}}{16\text{g}} = \frac{1}{1} \qquad \qquad \frac{1\text{N}}{2\text{O}} = \frac{14\text{g}}{32\text{g}} = \frac{1}{2}$$

5. Primer experimento: FeS razón = 1/1; segundo experimento:  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  razón = 2/3.
6. a. Se deben sumar ambas ecuaciones, miembro a miembro. Realizando esto la ecuación final es:  
 $2 \text{MnO}_{2(\text{s})} + 4 \text{KOH}_{(\text{ac})} + \text{O}_{2(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})} \rightarrow$   
 $2 \text{KMnO}_{4(\text{ac})} + 2 \text{KCl}_{(\text{ac})} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
- b.  $2 \text{MnO}_{2(\text{s})} + 4 \text{KOH}_{(\text{ac})} + \text{O}_{2(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})} \rightarrow$   
 $2 \text{KMnO}_{4(\text{ac})} + 2 \text{KCl}_{(\text{ac})} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$   
 $174 \text{ g} \rightarrow 316 \text{ g}$   
 $200 \text{ g} \rightarrow \text{X}$   
 Se generan 363,2 gramos.
7. a.  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$   
 b. **Reactantes:** 2 mol de  $\text{H}_2$  / 1 mol de  $\text{O}_2$   
**Reactantes y productos:**  
 2 mol de  $\text{H}_2$  / 2 mol de  $\text{H}_2\text{O}$   
 1 mol de  $\text{O}_2$  / 2 mol de  $\text{H}_2\text{O}$
- c. Con 100 mol de  $\text{H}_2$  se producen 100 mol de agua y con 50 mol de  $\text{O}_2$  se producen 100 mol de agua.
- d. 2,5 gramos.

8. a. Se puede determinar relacionando la masa molar con el porcentaje de cada elemento en la molécula.  
 Nitrógeno:  $36,84 \text{ g} / 14 \text{ g/mol} = 2,63 \text{ mol}$   
 Oxígeno:  $63,16 \text{ g} / 16 \text{ g/mol} = 2,63 \text{ mol}$   
 Ambos elementos se encuentran en la misma relación  $2,63 \text{ mol} / 2,63 \text{ mol}$ , que es equivalente a  $1/1$ , entonces la fórmula empírica es  $\text{NO}$ .

b. Podría corresponder a una molécula que presente la misma proporción de nitrógeno y oxígeno, como por ejemplo  $\text{N}_2\text{O}_2$ .

c. Se necesita la masa molar del compuesto.

9. a.  $6 \text{ CO}_{2(g)} + 6 \text{ H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)} + 6 \text{ O}_{2(g)}$   
 $6 \cdot 44 \text{ g/mol} \quad 6 \cdot 18 \text{ g/mol} \quad 180 \text{ g/mol} \quad 6 \cdot 32 \text{ g/mol}$   
 $x \quad y \quad 1000 \text{ g}$   
 Masa de  $\text{CO}_2 = 1466,67 \text{ g}$ ; masa de  $\text{H}_2\text{O} = 600 \text{ g}$

b. Disminuye el proceso de fotosíntesis de la planta.

10. a. El estudiante con orientación del docente pueden determinar el medio adecuado para difundir sus resultados (disertación, tríptico, infografía u otro medio audiovisual).

b. Se espera que el estudiante realice la investigación experimental y que logre responder la pregunta de investigación realizando varias experiencias manipulando la cantidad de reactantes y pueda concluir que:

- La masa de cada reactante de la reacción química.
- A mayor cantidad de  $\text{Zn}$ , se necesita mayor cantidad de  $\text{HCl}$ .
- Con las masas molares se puede determinar un rendimiento teórico en la reacción.
- Con el rendimiento experimental y el rendimiento teórico se puede determinar el porcentaje de rendimiento.

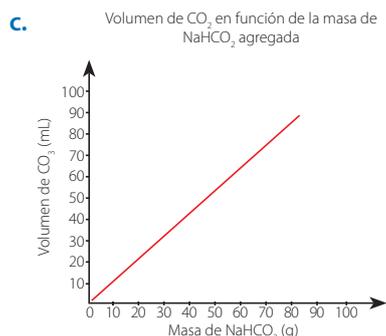
11. a.  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

b. A mayor cantidad de sal, se incrementa la conductividad lo que favorece la generación de los gases.

c.  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$   
 $36 \text{ g/mol} \rightarrow 4 \text{ g/mol} + 32 \text{ g/mol}$   
 Rendimiento teórico  
 $36 \text{ g/mol} \rightarrow 1,6 \text{ g/mol} + 12,8 \text{ g/mol}$   
 Rendimiento real

12. a. Dependiente: masa de  $\text{CO}_2$  generado.  
 Independiente: masa de bicarbonato de sodio.

b. En el caso 6 el vinagre puede ser el reactivo limitante, si se agrega una mayor cantidad de bicarbonato de sodio que pueda reaccionar.



## Página 109

### ¿Qué logré?

1. 11,1 gramos.

2. a. Muestra A, relación 2:1, aproximadamente.  
 Muestra B, relación 2:1.  
 Muestra C, relación 1:1, aproximadamente.

b. A partir de las relaciones anteriores se puede determinar que la muestra A y B corresponden al mismo compuesto químico.

c. Muestra A y B:  $\text{CuCl}_2$ ; Muestra C:  $\text{CuCl}$ .

d. Se espera que los estudiantes concluyan que existe una relación cuantitativa entre las masas molares y la proporción de los elementos que participan en una fórmula molecular y empírica. Aunque las masas de los reactantes varíen, las proporciones de los elementos se mantienen en la composición de un compuesto químico.

3.  $\text{NaOCl}_{(ac)} + 2 \text{ NH}_{3(ac)} \rightarrow \text{N}_2\text{H}_{4(ac)} + \text{NaCl}_{(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
 $74,5 \text{ g/mol} \quad 620,8 \text{ g} \quad 32 \text{ g/mol} \quad 266,65 \text{ g}$   
 Rendimiento teórico

Rendimiento (%) =  $216,2 / 266,65 \cdot 100\%$   
 Rendimiento (%) = 81,1 %

4.  $3 \text{ NO}_{2(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{ HNO}_{3(ac)} + \text{NO}_{(g)}$   
 $18 \text{ g/mol} \quad 100 \text{ g} \quad 126 \text{ g/mol} \quad 700 \text{ g}$   
 Rendimiento teórico

Rendimiento (%) =  $280 / 700 \cdot 100\%$   
 Rendimiento (%) = 40 %

5. Es indispensable, ya que un error en los cálculos o un desconocimiento de la estequiometría puede generar concentraciones mayores o menores en los fármacos o sustancia químicas, lo que puede afectar la salud de las personas, flora, fauna y el medio ambiente en general

# Solucionario • 2º medio

## Unidad 1

### Lección 1

Página 97

#### Actividad final

- La tinta al sumergirse en alcohol se separa en distintos colores. El grafito no se separa.
- La tinta es una solución ya que está compuesta por sustancias que se separan generando diferentes colores. El grafito no lo es, ya que no se produce la separación de sus constituyentes.
- La técnica de separación de mezcla de cromatografía en papel se relaciona con la separación de los componentes de una solución y se basa en la afinidad que presentan los componentes de la tinta con el solvente utilizado, en este caso, alcohol.

#### ¿Cómo voy?

- El mal de altura se produce debido a la disminución de la cantidad de oxígeno por  $m^3$ , manteniendo su proporción con respecto a los otros gases del aire. La presión atmosférica disminuye con la altura, lo que afecta la biodisponibilidad del oxígeno, es por ello, que los alvéolos pulmonares no son capaces de transportar la misma cantidad de oxígeno a la sangre.
- Es una solución química ya que está compuesta de nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono y otros gases resultando en una mezcla homogénea gaseosa.
  - Este fenómeno se produce por las diferencias de presión al disminuir la cantidad de aire por metro cúbico. Esto genera malestar físico ocasionado dolores de cabeza, náuseas, vómitos y dificultad para respirar debido a la baja presión del oxígeno en altitud.
- Corresponde a  $CaCO_3$  el cual se encuentra presente en aguas naturales y su concentración depende de la geología por donde esta circula.

### Lección 2

Página 105

#### Actividad final

- A.** Los estudiantes deben reunir los materiales que se muestran en las imágenes y preparar la solución indicada. Para preparar la solución al 5 %m/V deben, masar 12,5 g de sulfato de cobre(II) y disolverlo en un matraz de aforo de 250 mL siguiendo los cuatro pasos indicados. Para preparar la solución 0,25 M deben

masar 10,02 g de sulfato de cobre(II) y disolverlos en un matraz de aforo de 250 mL siguiendo los cuatro pasos indicados con anterioridad.

#### ¿Cómo voy?

- La solución se encuentra en estado sólido, puesto que el solvente, en este caso, el ácido salicílico, se presenta en estado sólido.
  - El ácido salicílico corresponde al soluto porque se encuentra en mayor cantidad.
  - 83,3% m/m y 28 m.
  - 0,028 M.

#### Cierre de unidad

Páginas 106 a 108

#### Repaso mis aprendizajes

- Se espera que los estudiantes elaboren un cuadro resumen como el siguiente:

Soluciones sólidas	Soluciones líquidas	Soluciones gaseosas
<b>Ejemplos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Sólido en sólido (zinc en estaño)</li><li>Líquido en sólido (mercurio en plata)</li><li>Gas en sólido (hidrógeno en paladio)</li></ul>	<b>Ejemplos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Sólido en líquido (sal en agua)</li><li>Líquido en líquido (alcohol en agua)</li><li>Gas en líquido (oxígeno en agua)</li></ul>	<b>Ejemplo:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Gas en gas (oxígeno en nitrógeno)</li></ul>

- Soluto: Cloro; solvente: agua.
  - Soluto: etanol; solvente: agua.
  - Soluto:  $CO_2$ ; solvente: agua.
- Se precipita al fondo porque el solvente (agua) no puede disolver mayor cantidad de soluto.
- Soluciones en estado sólido: acero, bronce, vidrio. Soluciones en estado gaseoso: gas natural, desodorante ambiental, desodorante en aerosol.
- El líquido caliente posee mayor energía cinética (mayor movimiento de sus partículas), y es por esto que el agua caliente facilita la disolución del azúcar.
- En 200 mL de agua se pueden disolver máximo 72 gramos de sal.
- Se preparará una solución saturada si la solubilidad máxima es de 21 gramos
  - Se preparará una solución insaturada.
- Falso, ambas soluciones poseen la misma concentración.
  - Falso, se producirá una solución sobresaturada, se formará un precipitado si el soluto es sólido.

9. a.  $V_B = 27 \text{ mL}$   
 b.  $V_T = 300 \text{ mL}$
10. a. Probeta; matraz de aforo; varilla.  
 b. **Paso 1:** Medir 37,5 mL de alcohol etílico en una probeta limpia y seca.  
**Paso 2:** En un matraz de aforo de 250 mL limpio y seco, se añaden 100 mL de agua destilada, con las precauciones pertinentes y utilizando la varilla de agitación.  
**Paso 3:** Agregar los 37,5 mL de alcohol al matraz y aforar.  
**Paso 4:** Tapar el matraz de aforo y agitar suavemente hasta homogenizar la solución.
- c. Se espera que ambos estudiantes comparen las etapas y el uso de material seleccionado por cada uno. Esto permite la mejora del procedimiento final y el aprendizaje colaborativo.  
 d. Se espera que el estudiante aplique el procedimiento con las mejoras aplicadas, esto previamente validado por el docente.
11. a. Se espera que el estudiante prepare una solución saturada de agua con sal y determine la cantidad máxima de soluto disuelto.  
 b. Se espera que el estudiante mencione que la cantidad de sal disuelta es la máxima que el solvente puede disolver.  
 c. Se espera que el estudiante infiera que se pueden disolver aproximadamente 36 gramos de sal en 100 mL de agua, esto depende de algunas variables como la pureza de la sal, temperatura de la solución, procedimiento efectuado, entre otras.
12. A. El volumen necesario es  $V_1 = 100 \text{ mL}$   
 a. La solución concentrada tiene un color azul intenso, mientras que la diluida es más clara.  
 b. Algunos ejemplos son: diluir detergente para agregar a la lavadora, diluir pulpa de jugo, diluir un café muy cargado, entre otros.
13. a. A mayor temperatura, mayor solubilidad de las sales en agua.  
 b. La sal de  $\text{KNO}_3$ , ya que la curva de solubilidad es más pronunciada, dando como resultado mayor cantidad de sales disueltas a menor temperatura que el  $\text{NaCl}$ .

- c. Se puede concluir que: la solubilidad depende de la naturaleza de cada sustancia; de 0 a 40 °C, la solubilidad del  $\text{KNO}_3$  aumenta en 45 g aproximadamente, mientras que la del  $\text{NaCl}$  es cercana a los 2 g en esa misma condición; la solubilidad es directamente proporcional a la temperatura de la solución; el  $\text{KNO}_3$  presenta una mayor solubilidad que el  $\text{NaCl}$ , entre otras.

## Página 109

### ¿Qué logré?

1. a. Se podría asumir que ambas son líquidas, ya que para el solvente se utilizó la unidad de medida mL. A su vez, la sustancia X posee una concentración molar de 1,15 mol por litro de disolución y la Y, 2,3 % masa/volumen.  
 b. Se podría asumir que el soluto en X es sólido por su unidad de medida (g), mientras que en Y es líquido por la unidad (mL).  
 c. X: 1,15 mol de soluto por litro de disolución; Y: cada 100 mL posee 2,3 gramos de soluto.
2. Es necesario, porque gracias a esto se pueden establecer las cantidades de soluto y solvente presentes en una solución, lo que determina si es una solución concentrada o diluida. Esto es clave tanto en el consumo de fármacos y sus dosis como en áreas de prevención, sobre todo cuando se manipulan o almacenan sustancias químicas.
3. a. Molaridad = 0,83 mol/L  
 b. Molalidad = 3,43 mol/kg
4. a. Representan el soluto de la disolución.  
 b. Se interpreta que es una disolución, ya que la cantidad de soluto (esferas rojas) no varía, mientras que la cantidad de solvente aumenta de volumen, causando que la solución se diluya.

**Lección 1**

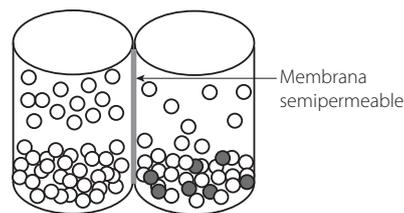
**Página 119**

- a. El alcohol presenta mayor presión de vapor en comparación con el agua, como consecuencia, la velocidad a la que se evapora el alcohol es mayor que la velocidad de evaporación del agua. En el experimento planteado, el nivel de alcohol remanente posterior a una semana debe ser menor en comparación al nivel de agua en las mismas condiciones.
- b. Se espera que los estudiantes sometan la hoja de lechuga a un medio hipotónico y a un medio hipertónico (agua con sal). Esta investigación experimental les permitiría reconocer que la hoja de lechuga varía su forma en un medio hipertónico, deshidratándose, porque hay una diferencia en el gradiente de concentración entre el líquido y la hoja, por lo que esta libera agua de sus estructuras. En cambio, la hoja de lechuga mantiene su forma en un medio hipotónico ya que no existe un gradiente de concentración significativa entre el agua y la hoja de lechuga.
- c. Se espera que los estudiantes planteen posibles mejoras, como las siguientes: control de tiempos de medición, control de condiciones ambientales, seguimiento de los cambios, cambio en el uso de solventes.

**¿Cómo voy?**

- 1. a. Las esferas celestes representan el solvente y las esferas rojas representan el soluto.
  - b. Mayor presión de vapor: Vaso 1  
Mayor punto de ebullición: Vaso 2  
Mayor punto de congelación: Vaso 1  
Una solución que presenta un soluto no volátil posee una menor presión de vapor en comparación con el solvente puro. Esto produce un aumento de la temperatura de ebullición y una disminución en la temperatura de congelación.
- 2. a. Este fenómeno sucede cuando se sumergen las manos en agua por tiempos prolongados
  - b. Esto ocurre debido a la absorción de agua en la capa externa de la piel, ya que esta es una membrana que es capaz de captar agua del medio, siempre y cuando se pierda la grasa que cubre las manos.

c.



**Lección 2**

**Página 127**

**Actividad final**

- B. Se espera que los estudiantes planteen los siguientes posibles pasos:
  - Paso 1:** En 2 vasos precipitados de 250 mL previamente etiquetados, verter 100 y 150 mL de agua destilada.
  - Paso 2:** Con las recomendaciones de seguridad explicadas por el profesor, en el primer y segundo vaso agregar 100 mL y 50 mL de etanol, respectivamente.
  - Paso 3:** Colocar las soluciones en el freezer y medir el tiempo que demoran en congelarse.
- a. Se puede concluir que: la solución agua-metanol disminuye la temperatura de congelación del agua, la solución con una menor proporción de metanol produce un menor descenso crioscópico de la mezcla, las soluciones con mayor proporción de metanol producen un mayor descenso crioscópico, a concentración de la solución es directamente proporcional al descenso crioscópico, entre otras.
- b. Algunas alternativas de formato pueden ser revistas digitales, revista física, blog, publicación en redes sociales, presentación al curso, diario mural, noticias de página web, entre otras.
- c. Se espera que los estudiantes respondan que el procedimiento permite responder la pregunta planteada ya que se pudo comprobar experimentalmente que una solución acuosa de metanol demora más en congelarse que el agua por lo que se concluye que el metanol tiene características de anticongelante.
- d. Se espera que los estudiantes planteen posibles mejoras, como las siguientes: control de tiempos de medición, control de condiciones ambientales, seguimiento de los cambios, cambio en el uso de solventes.

## ¿Cómo voy?

1. a. El suero fisiológico o solución salina normales son una solución estéril de cloruro de sodio (sal) diluida al 0,9 % en agua. Es decir, la composición del suero fisiológico es de 9 gramos de sal por cada litro de agua. Fuente: <https://www.fisiorespiracion.es/blog/suero-fisiologico>

Usos: lavado nasal, limpieza de ojos y de lentillas, lavado de heridas y quemaduras, cuidado de piel tras hacerse un tatuaje, rehidratación del cuerpo humano ante enfermedades que generan pérdida de agua y sales, como diarrea aguda y cólera.

- b. Isotónico en comparación con la sangre, lo que permite su uso en el cuerpo humano y sirve para hidratar y recuperar sales necesarias en caso de requerirlo.
- c. Esto, para evitar la crenación y hemólisis de las células sanguíneas del cuerpo humano.
2. Los estudios de las propiedades coligativas son relevantes para la vida y cotidianidad en diversas áreas como la ciencia y la tecnología, permitiendo, por ejemplo, preparar soluciones fisiológicas aptas para el cuerpo humano, uso de soluciones anticongelantes para vehículos, desalinización del agua marina y eliminación de nieve en las vías públicas. Es por esto que el estudio y la aplicación de estas propiedades permiten generar avances científicos para la eficacia y eficiencia de los recursos.

## Cierre de unidad

Páginas 128 a 130

### Repaso mis aprendizajes

1. Se espera que los estudiantes elaboren un esquema como el siguiente:

Descenso de la presión de vapor	Aumento ebulloscópico
Desciende cuando se le añade un soluto no volátil. Este efecto es el resultado de dos factores: disminución del número de moléculas del disolvente en la superficie y libre aparición de fuerzas atractivas entre las moléculas del soluto y las moléculas del solvente, dificultando así su paso a vapor.	Cualquier disminución en la presión de vapor (como añadir un soluto no volátil) producirá un aumento en la temperatura de ebullición. La temperatura de ebullición es proporcional a la fracción molar del soluto.

Descenso crioscópico	Presión osmótica
La temperatura de congelación de las disoluciones es más baja que la temperatura de congelación del disolvente puro. Se produce cuando la presión de vapor del líquido iguala a la presión de vapor del sólido.	Es la propiedad coligativa más importante por sus aplicaciones biológicas, y se define como la presión que se debe aplicar a una solución para detener el flujo neto de disolvente a través de una membrana semipermeable.

2. Aumenta su energía cinética, lo que permite que estas escapen de la fase líquida. La presión del vapor de un líquido se iguala a la presión del vapor del medio.
3. Este efecto es el resultado de dos factores:
- La disminución del número de moléculas del solvente en la superficie libre.
  - La formación de fuerzas de atracción entre las moléculas del soluto y las moléculas del solvente, dificultando su paso a vapor.
4. Depende de ambos factores, el tipo de soluto (y su masa molar) y su concentración. Esto se puede comprobar a partir de cálculos, que permiten calcular el ascenso ebulloscópico de una solución.
5. a. De acuerdo, porque el agua herviría a una temperatura menor que si se agregara sal, ya que esta última produciría un ascenso ebulloscópico y tomaría mayor tiempo (y gasto energético) llegar al punto de ebullición. Por otra parte, la sal desencadena que el líquido hierva a mayor temperatura, lo que permitiría que los alimentos se cocinaran más rápido.
- b. La diferencia es el ascenso ebulloscópico, lo que genera mayor gasto energético para llegar al punto de ebullición. Cuando se agrega sal al agua hirviendo, las moléculas ya se encuentran en el punto de ebullición y se necesita menor gasto energético para que el líquido vuelva a hervir a la nueva temperatura de ebullición.
6. Esto se hace para acelerar el proceso de solidificación del helado, tornando más eficiente el proceso.
7. Esta imagen representa dos soluciones separadas por una membrana semipermeable, la que tiene como característica permitir el paso del solvente hacia el lado con mayor concentración del soluto (derecha). Las moléculas de solvente traspasan la membrana desde la solución diluida a la concentrada, logrando un equilibrio de concentración de ambas soluciones. Este fenómeno se denomina osmosis. Comparando las soluciones, la de la izquierda corresponde a una solución hipotónica, por tener menor cantidad de soluto, mientras que la otra es hipertónica.

8. Se espera que el estudiante realice un modelo que le permita comprender que a mayor concentración de soluto aumenta la temperatura de ebullición en comparación con un solvente puro.
9. a. El vaso solo con agua posee la presión de vapor más alta debido a que esta presión desciende cuando se le añade al agua un soluto no volátil. El vaso 3 tiene el mayor punto de ebullición, puesto que a mayor concentración de la solución mayor es el ascenso ebulloscópico. El vaso 1 presenta el mayor punto de congelación ya que la presencia de soluto genera un descenso crioscópico en las soluciones.
- b. Se espera que el estudiante realice la experiencia presentada y compruebe una de sus afirmaciones con los resultados obtenidos experimentalmente.
10. a. En ambos casos, las temperaturas de los solventes se ven modificadas al agregar un soluto X. Estas mezclas producen un ascenso ebulloscópico y un descenso crioscópico en ambas soluciones.
- b. A mayor concentración del soluto, mayor modificación de las temperaturas de ebullición y congelación. De todas formas, se debe tener en consideración la máxima capacidad que tiene el solvente para disolver al soluto.
- c. Esto depende de la naturaleza del soluto y del solvente, ya que las modificaciones de las temperaturas de ebullición y congelación están vinculadas con la concentración molar de la solución, lo que conlleva a determinar la masa molar de soluto que es característica de este.
11. a. Entre los vasos A y B, este último es el que registra mayor tiempo en comenzar a ebullición.
- b. En este experimento se evidencia la propiedad coligativa del ascenso ebulloscópico ya que la temperatura de ebullición del agua aumenta al estar con un soluto con las características del etilenglicol.
- c. En esta experiencia la mezcla tarda menos tiempo en ebullición debido a que se agrega una menor cantidad de soluto.
- d. Se puede concluir que: el etilenglicol en agua modifica la temperatura de ebullición (y congelación) por ser un anticongelante, el agua pura hierve hasta los 100 °C en condiciones normales de presión y temperatura, mientras que una solución con etilenglicol aumenta el punto de ebullición dependiendo de la concentración del soluto, entre otras.

12. a. Se evidencia la propiedad coligativa presión osmótica.
- b. Si se usara una salmuera 4 M la presión osmótica aumentaría y si se usara una solución de azúcar 2M la presión osmótica sería la misma.
- c. Se puede concluir que: el agua pasa a través de la membrana semipermeable debido a la gradiente de concentración, la concentración del soluto determina la presión osmótica que se genera, entre otras.

## Página 131

### ¿Qué logré?

1. a. La sal que rodea a un alimento impide que microorganismos, bacterias y hongos proliferen en la superficie de un alimento, ya que estos, al poseer o necesitar agua, mueren por estar en contacto con la sal. Esta propiedad coligativa se denomina presión osmótica y se produce en soluciones hipertónicas.
- b. En verano, el agua del radiador puede alcanzar temperaturas elevadas, superiores a los 65 °C del metanol. Es por esto que, si se usa este líquido en verano, se corre el riesgo de que el etanol alcance el punto de ebullición, se eleve la presión en el radiador y se dañe el vehículo.
- c. Las ollas a presión modifican la presión de vapor, elevando la temperatura de ebullición del líquido; es por esto que, si se cocina un alimento a temperaturas sobre los 100 °C, estos se cocinarán más rápido que en una olla convencional.
2. a. A mayor presión de vapor de un solvente, menor será su punto de ebullición, es decir, es más volátil.
- b. Debe ser alta para que este se evapore en cortos períodos de tiempo y el pegamento seque rápidamente.
3. a. Las bebidas isotónicas son consumidas por deportistas o por personas que presentan cuadros de deshidratación, debido a que contienen sales que permiten la absorción de agua, que es vital para el correcto funcionamiento del organismo.
- b. Un exceso de su consumo puede causar daño al organismo, porque presentan gran cantidad de azúcares y sales que pueden alterar la concentración adecuada de sales en el torrente sanguíneo, lo que podría causar un daño en los riñones, arritmias cardíacas o edemas por la acumulación de líquidos en el organismo.

- c. No es necesario ni recomendable. Estas bebidas son recomendables para personas que realicen deportes y necesiten rehidratarse debido a la pérdida de agua y electrolitos.
- d. La propiedad coligativa relacionada en esta situación se conoce como presión osmótica la que se produce por gradientes de concentración entre dos líquidos separados por una membrana semipermeable.

4. a. Es una solución de agua con sal de mesa.
- b. Hacer gárgaras con salmuera permite que las bacterias presentes en la garganta se deshidraten y mueran debido al gradiente de concentración a la que se ven expuestas. Es por esto que realizar este tipo de técnica de limpieza de garganta alivia la picazón, al disminuir el número de bacterias presentes en esa zona.

## Unidad 3

### Lección 1

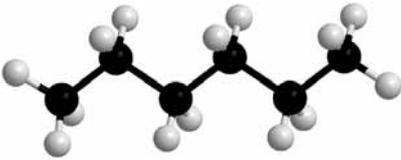
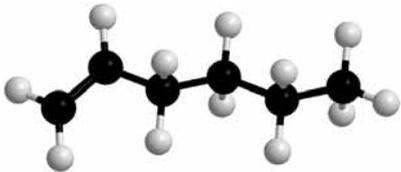
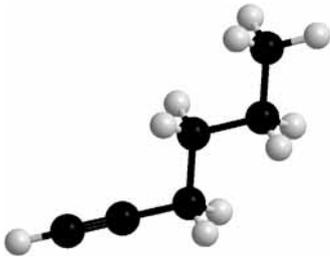
Página 141

#### Actividad final

- a. Pan: orgánico; Algodón: orgánico; Azúcar: orgánico  
Los compuestos orgánicos se pueden combustionar, a diferencia de los compuestos inorgánicos.
- b. A partir del aspecto de los residuos se puede afirmar que los compuestos orgánicos presentan carbono en su composición.

#### ¿Cómo voy?

##### 1. a. y b.

Nombre del compuesto orgánico	Modelo de esferas y varillas	Fórmula estructural	Fórmula molecular
Hexano		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{14}$
Hexeno		$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{12}$
Hexino		$\text{CH}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{10}$

- c. Se espera que los estudiantes comparen sus modelos moleculares con los desarrollados por sus compañeros, y que concluyan cuáles son los modelos que corresponden a los solicitados en la actividad.

2. a. Prop-1-eno.
- b. Metilciclobutano
- c. Pen-2-ino.
- d. Metano.

## Lección 2

Página 149

### Actividad final

- a. El aceite de oliva presenta ácidos grasos en su composición, los que tienen el grupo funcional ácido carboxílico en uno de sus extremos de la cadena.
- b. La saponificación es la hidrólisis básica de grasas y aceites, en este caso de aceite vegetal, para producir jabón. Los aceites vegetales y las grasas animales son triglicéridos (ésteres de glicerina con ácidos grasos), y al ser tratados con una base fuerte como (NaOH) se saponifican, es decir se produce el jabón (sal del ácido graso) y glicerina (glicerol).

### ¿Cómo voy?

1. Se espera que el estudiante complemente la respuesta dada en la página 143 debido al desarrollo de las actividades teóricas y prácticas de la unidad. Para la pregunta 1, puede responder: aminoácidos, proteínas, carbohidratos y lípidos. Para la pregunta 2, puede mencionar el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno.
2. Se espera que el estudiante mencione que el butano se puede transformar en butanol agregando un grupo hidróxido (-OH) en uno de los carbonos de la cadena. Para formar un éter, se debe colocar el grupo funcional éter (-O-) entre dos radicales etil. Para formar el butanal se debe agregar el grupo funcional aldehído (-CHO) en un extremo de la cadena. Para formar el ácido carboxílico se debe incorporar el grupo funcional (-COOH) en un extremo de la cadena y para formar la amina se debe incorporar el grupo funcional (-NH<sub>2</sub>) en algún carbono de la cadena carbonada.

### Cierre de unidad

Páginas 150 a 152

### Repaso mis aprendizajes

1. Se espera que los estudiantes elaboren un resumen como el siguiente:  
Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados principalmente por átomos de carbono e hidrógeno, Los hidrocarburos poseen propiedades químicas y físicas necesarias para la vida en la Tierra.

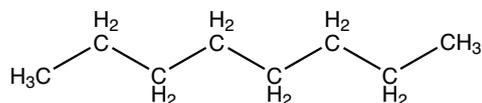
Dada la versatilidad del átomo de carbono, existe una amplia gama de sustancias formadas por moléculas orgánicas. A su vez, las moléculas orgánicas pueden formar enlaces con diversos átomos, como el O, N, P, Cl, F, Br e I, a través de grupos funcionales que entregan nuevas propiedades a las cadenas carbonadas.

2.

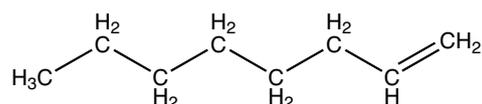


3. a. C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> octano.  
C<sub>8</sub>H<sub>16</sub> octeno.

b. Octano

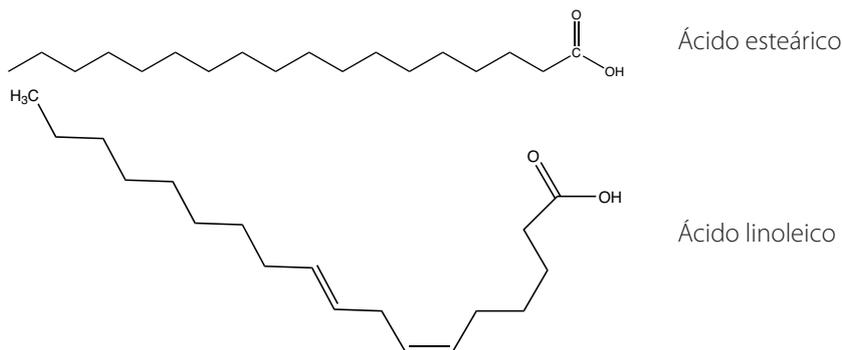


Octeno



4. Se espera que el estudiante responda dando alternativas a los combustibles fósiles, como el uso de electricidad en vehículos motorizados; a su vez, se espera que consideren las ventajas del uso de este tipo de energía, la factibilidad de la actual red eléctrica para la recarga de este tipo de vehículos, los costos asociados y la posibilidad de su uso masivo en nuestro país.
5. a. Perfume: alcohol.  
Aceite: lípidos.  
Carne: proteína.  
Mermelada: carbohidratos.
6. a. Ácido ascórbico (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>): presenta grupos hidroxilos/alcoholes y cetona.  
Ácido fólico (C<sub>19</sub>H<sub>19</sub>N<sub>7</sub>O<sub>6</sub>): presenta grupos hidroxilos/alcoholes, amina, ácido carboxílico y amida.
- b. Son biomoléculas, ya que tienen función biológica y cumplen roles imprescindibles para el organismo.

7.



Ambos compuestos presentan grupo funcional ácido carboxílico.  
El ácido esteárico no presenta insaturaciones en la cadena carbonada, mientras que el ácido linoleico posee 2 insaturaciones.

8.

Estriadiol: posee grupos funcionales alcohol y un benceno.	Testosterona: posee un grupo alcohol y cetona.

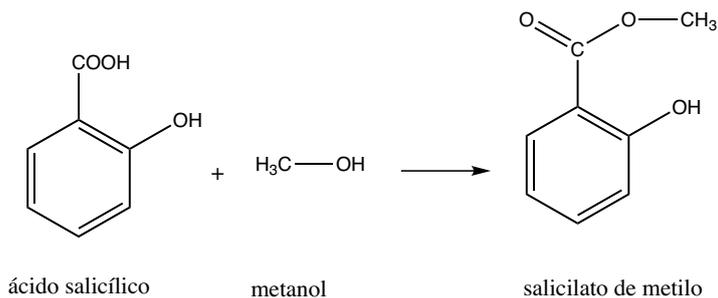
9. a. Verdadero, ya que, según el gráfico, no supera sus puntos de fusión.  
b. Verdadero, ya que no superan sus puntos de ebullición.  
c. Verdadero: según el gráfico, los hidrocarburos mencionados se encuentran cerca de su punto de ebullición.  
d. Falso: a mayor masa molar, mayor punto de fusión.

10. a.

Molécula	Cantidad de átomos de carbono	Cantidad de átomos de hidrógeno	Cantidad de átomos de oxígeno	Grupo funcional
Etanol	2	6	1	Alcohol
Ácido etanoico	2	4	2	Ácido carboxílico
Etanal	2	4	1	Aldehído
Etanoato de metilo	3	6	2	Éster

- b. Etano en etanol: Se debe reemplazar un hidrógeno por el grupo (-OH).  
Etano en ácido etanoico: Se debe reemplazar un carbono por el grupo (-COOH).  
Etano en etanal: Se debe reemplazar un carbono por el grupo (-CHO).  
Etano en etanoato de metilo: Se debe reemplazar un carbono por el grupo (-COOCH<sub>3</sub>).

11. a.

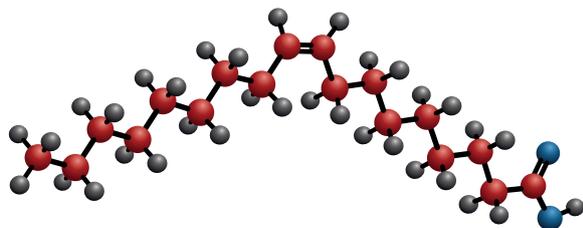


b. Ácido butanoico y etanol.

12. Se espera que el estudiante comprenda el origen de los biodiesel, su elaboración y beneficios al utilizar aceite comestible reciclado.

a. Presenta un grupo funcional ácido carboxílico en su estructura.

b.



c. Orgánicos: metanol y ácido salicílico.                      Inorgánico: ácido sulfúrico.

Página 153

### ¿Qué logré?

1. Una de las principales características del átomo de carbono es que puede unirse con otros átomos de carbono, formando compuestos en cadena. Es tetravalente, por lo que se puede unir a 4 átomos formando enlaces con ellos.

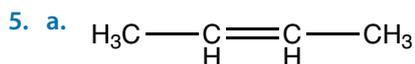
2.

Pentano	2.metilbutano	2, 2-dimetilpropano

3.

Dimetilcetona (acetona, nombre común)	Propanal
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{HC}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_2 \end{array}$

4. Puede corresponder a una cetona o un aldehído.



b. El but-2-eno puede tener dos conformaciones distintas, es por ello que los compuestos A y B presentan distintos puntos de ebullición y fusión. Estas conformaciones diferentes se denominan isómeros, y son sustancias diferentes, al igual que sus propiedades físicas.

6. a. Se debe a la formación de dióxido de carbono, proveniente de la reacción de la levadura con el azúcar.

b. Esta reacción produce dióxido de carbono y etanol, debido al proceso de fermentación del azúcar en presencia de la levadura. Si el proceso continúa, se podría producir ácido acético, dependiendo de las condiciones de almacenamiento y de factores medioambientales.

## Unidad 4

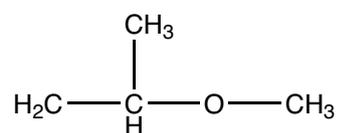
### Lección 1

Página 77

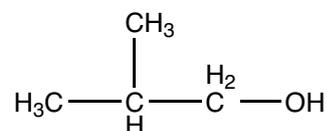
#### Actividad final

a.  $\text{CH}_3-\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  dietiléter  
 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  metilpropiléter

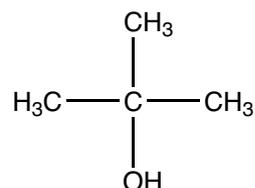
metilisopropiléter



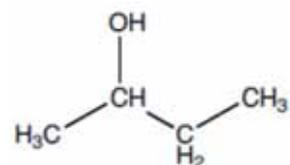
2-metilpropan-1-ol



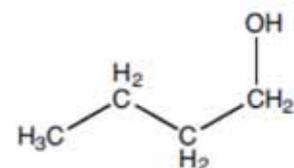
2-metilpropan-2-ol



butan-2-ol

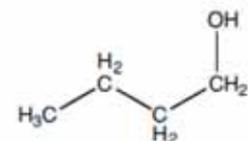
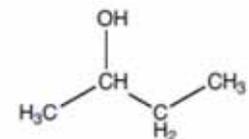


butan-1-ol

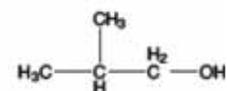
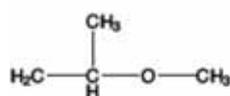


b. 7 isómeros.

c. Ejemplos de isómeros de posición.

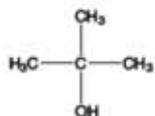
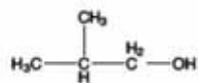


Ejemplos de isómeros de función.



Continúa en la siguiente página →

Ejemplos de isómeros de cadena.



- d. El éter etílico, o dietiléter es un líquido, incoloro, muy inflamable, con un bajo punto de ebullición, de sabor acre y ardiente. Es más ligero que el agua (su densidad es de 736 kg/m<sup>3</sup>), sin embargo, su vapor es más denso que el aire (2,56 kg/m<sup>3</sup>). El éter etílico hierve con el calor de la mano (34,5 °C), y se solidifica a -116 °C. Es un buen disolvente de las grasas, azufre, fósforo, entre otros. Tiene aplicaciones industriales como solvente y en las fábricas de explosivos.

El butan-1-ol se encuentra naturalmente como subproducto de la fermentación de azúcares y otros carbohidratos. También está presente en muchas comidas y bebidas. Su uso como saborizante artificial está permitido en Estados Unidos. Presenta un olor muy intenso y pestilente

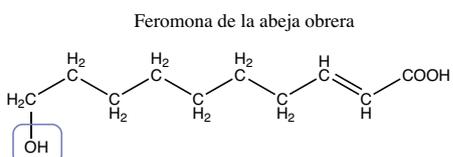
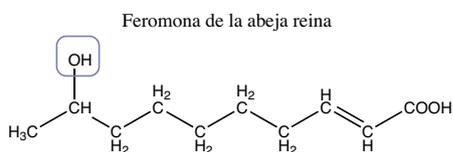
Su principal uso es como intermediario industrial, particularmente para la fabricación de acrilato de butilo (que es tanto un saborizante artificial como un solvente industrial).

#### e. Rótulos

<b>2-metilbutano</b> Fórmula molecular: C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> Masa molar: 72,15 g/mol Punto de ebullición: 27,8 °C Inflamable	<b>2,2-dimetilpropano</b> Fórmula molecular: C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> Masa molar: 72,15 g/mol Punto de ebullición: 10 °C Inflamable
--	---

#### ¿Cómo voy?

1. Se espera que los estudiantes mencionen que cambiaron, ya que los compuestos químicos son isómeros funcionales de posición. Los que se diferencian por la posición en la cadena del grupo funcional hidróxido.



Esto debido a que los dos tipos de feromonas son isómeros estructurales, de los cuales el de la reina inhibe el sistema reproductor de las abejas obreras (impulso de enjambrazón), lo que permite comprender la importancia de la isomería en la reproducción, función y subsistencia de los organismos de una colmena.

2. a. Representan isomería estructural de posición debido a la posición del grupo alcohol/hidroxi en las moléculas.

Función	Cadena

#### Página 173

#### Actividad final

- Enantiómero dextrógiro muestra «A», debido a la rotación específica de la luz en +12°. Enantiómero levógiro muestra «B», debido a la rotación específica de la luz en -12°. Muestra racémica «C», debido a que contiene los dos enantiómeros del ácido tartárico en proporciones 50:50. No genera rotación de la luz.
- Para identificar los enantiómeros, es necesario utilizar técnicas ópticas que permitan visualizar la desviación de la luz polarizada.

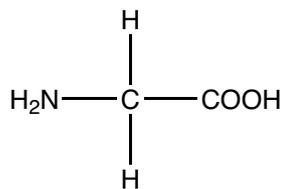
#### ¿Cómo voy?

- 1.

#### AMBULANCIA

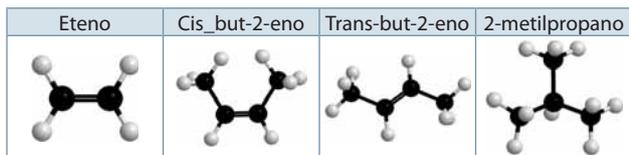
Simétricas	A-M-U-I
Asimétricas	B-L-N-C

2. a.



- b. La glicina no presenta actividad óptica debido a que no presenta carbonos quirales en su molécula, es decir, no tiene carbonos asimétricos, ya que posee dos sustituyentes iguales.

3.



Las moléculas but-2-eno pueden presentar isomería geométrica debido a que solo tienen dos ordenamientos espaciales (Cis-but-2-eno y Trans-but-2-eno). Dado que el enlace doble C=C impide la libre rotación, se limitan las disposiciones en las que se pueden ubicar los sustituyentes en torno al enlace doble.

### Cierre de unidad

Páginas 174 a 176

### Repaso mis aprendizajes

1.

Criterio	Isómeros ópticos	Isómeros geométricos
Quiralidad	Poseen carbonos quirales	No poseen carbonos quirales
Desviación de luz polarizada	Desvían la luz polarizada	No desvían la luz polarizada
Enlace central de isomería	Enlace simple	Enlace doble
Requisitos de isomería	4 grupos sustituyentes distintos por carbono quiral	2 sustituyentes distintos por cada carbono del enlace doble

2. **a.** Entre ambos compuestos existe isomería de función, ya que poseen igual cantidad y tipos de elementos ( $C_2H_6O$ ), pero difieren en los grupos funcionales (alcohol y éter).
- b.** La diferencia en los puntos de ebullición se debe al tipo de enlace, estructura y forma de las moléculas e interacciones, así como también a los puentes de hidrógeno.
3. El carbono que determina la actividad óptica en la molécula de noradrenalina es el número 3, dado que posee un carbono quiral con sus 4 sustituyentes distintos.
4. Porque el carbono 2 de la molécula es un carbono quiral, ya que posee 4 sustituyentes distintos.
5. Los químicos usan modelos para representar e identificar moléculas ya que estos facilitan la comprensión de su naturaleza y sus propiedades fisicoquímicas. Se usan modelos en páginas 158, 159, 168, 169, 171.
6. La destilación como técnica de separación de mezcla sirve si existieran diferencias en los puntos

de ebullición de los compuestos a separar en una mezcla; en ese caso, el compuesto con menor punto de ebullición se evaporaría primero a una temperatura menor controlada. Posteriormente, se podría recuperar el segundo enantiómero. Si ambas sustancias poseen puntos de ebullición similares, como estos enantiómeros, se debería recurrir a otra técnica de separación de mezclas.

7. **a.** Pueden presentar isomería geométrica porque tienen enlace doble
- b.** B y C son isómeros geométricos entre sí, B es el isómero trans y C es el isómero cis.
- c.** C y D representan al mismo compuesto, no son isómeros geométricos.
8. **a.** Esto debido a que la sustancia B debe corresponder a un enantiómero que desvía la luz polarizada hacia la izquierda. Al mezclar ambas sustancias, se formó una mezcla racémica, la cual no desvía la luz polarizada.
- b.** La sustancia B debe desviar la luz polarizada hacia la izquierda, debido a que al mezclar ambas sustancias se forma una mezcla racémica.
- c.** Sustancia A: Isómero dextrógiro, desvía la luz polarizada hacia la derecha.  
Sustancia B: Isómero levógiro, desvía la luz polarizada hacia la izquierda.
- d.** Las temperaturas de ebullición y de fusión deben ser las mismas porque estos compuestos son estereoisómeros y se diferencian solo por su actividad óptica de la luz polarizada.
9. **a.** Es importante ya que un isómero de un compuesto o fármaco no detectado puede generar consecuencias a la salud de los consumidores.
- b.** Es importante y parte del cumplimiento de la ley que los laboratorios de fármacos deben cumplir, realizando investigaciones y pruebas para obtener autorizaciones antes de la comercialización de un fármaco.
10. En la muestra de agua no se observa diferencia entre la pantalla y el líquido, en cambio en la solución de fructosa, se diferencia de la pantalla del fondo.
11. **a.** Las evidencias son las siguientes:
  - El tubo de ensayo con la muestra de butan-1-ol (tubo 1) genera un precipitado de color café entre débil e intenso debido a la formación del ácido carboxílico, esto evidencia la presencia del grupo funcional alcohol en la muestra.

Continúa en la siguiente página →

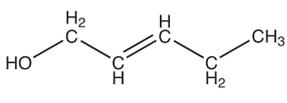
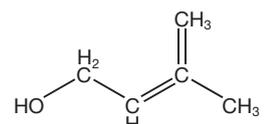
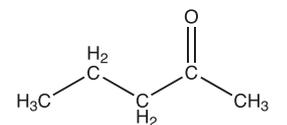
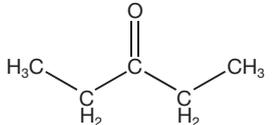
- En el tubo de ensayo con la muestra de éter etílico (tubo 2) no se experimenta reacción química, lo que indica la ausencia del grupo funcional alcohol en la muestra.

- 12.a. La sacarosa corresponde a un enantiómero dextrógiro ya que desvía la luz polarizada hacia la derecha (+).
- b. El colesterol corresponde a un enantiómero levógiro ya que desvía la luz polarizada hacia la izquierda (-).

Página 177

### ¿Qué logré?

1. No, ya que es necesario que ambas moléculas presenten la misma cantidad de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Para el compuesto 1, la fórmula molecular  $C_3H_8O$  no coincide con la del compuesto 2,  $C_5H_{12}O$ .
2. a. La fórmula molecular es  $C_5H_{10}O$ . Corresponden a isómeros estructurales de función (alcohol, cetona).
- b.

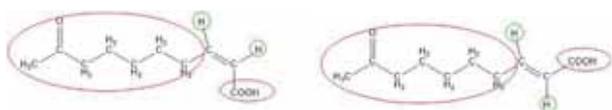
Compuesto	Isómero	Clasificación
		Isómero estructural de cadena, ya que la cadena de carbono es distinta.
		Isómero estructural de posición, ya que el grupo funcional cetona cambia de posición.

3.

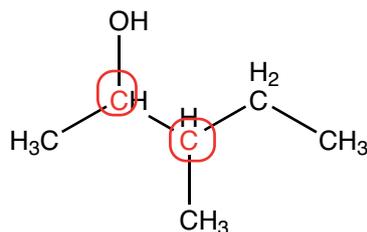


Los tres compuestos presentan isomería estructural de cadena, ya que esta tiene distintos enlaces C-C.

4.



5. La molécula presenta 2 carbonos quirales en su estructura, lo que genera 4 isómeros ópticos.



# Bibliografía

**Para ampliar tus conocimientos puedes buscar los siguientes libros:**

- Ball, D. (2014). *Physical Chemistry*. (2a ed.). U.S.A: Brooks/Cole CENGAGE Learning.
- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B., Murphy, C. y Woodward, P. (2014). *Química. La ciencia central*. (12a ed.). México: Pearson Educación.
- Chang, R. (2013). *Fisicoquímica*. (3a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Chang, R. y Goldsby, K. (2017). *Química*. (12a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Levine, I. (2013). *Principios de Fisicoquímica I*. (6a ed.). España: McGraw-Hill.
- Lide, D. R. (Ed.). (2016). *Handbook of chemistry and physics*. Nueva York: CRC Press.
- McMurry, J. (2017). *Química Orgánica*. (9a ed.). CENAGE Learning.
- Nelson, D. y Cox, M., (2018). *Lehninger. Principios de Bioquímica*. (7a ed.). España: Ediciones OMEGA, S.A.
- Solomons, T. W. G., Fryhle, C. B. y Snyder, S. A. (2018). *Organic Chemistry*. (12a ed.). Wiley.
- Wade, L. G., y Simek, J. W. (2017). *Química orgánica*. Pearson Educación.

# Webgrafía

**Para ampliar tus conocimientos puedes buscar los siguientes links:**

Khanacademy. *Estereoquímica*. Consultado el 1 de diciembre de 2020.

<https://es.khanacademy.org/science/organic-chemistry/stereochemistry-topic>

Khanacademy. *Funciones químicas inorgánicas*. Consultado el 1 de diciembre de 2020.

<https://es.khanacademy.org/science/quimica-pe-pre-u/xa105e22a677145a0:enlaces-quimicos/xa105e22a677145a0:funciones-quimicas-inorganicas/a/352-funciones-quimicas-inorganicas>

Khanacademy. *Macromoléculas*. Consultado el 1 de diciembre de 2020.

<https://es.khanacademy.org/science/biology/macromolecules>

Khanacademy. *Química orgánica*. Consultado el 1 de diciembre de 2020.

<https://es.khanacademy.org/science/quimica-pe-pre-u/xa105e22a677145a0:quimica-organica>

Khanacademy. *Reacciones químicas y estequiometría*. Consultado el 1 de diciembre de 2020.

<https://es.khanacademy.org/science/chemistry/chemical-reactions-stoichiome>

Unicoos. *Disoluciones*. Consultado el 1 de diciembre de 2020.

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLOa7j0qx0jgOhe7d\\_sJC6UsoJ57wLt\\_b3](https://www.youtube.com/playlist?list=PLOa7j0qx0jgOhe7d_sJC6UsoJ57wLt_b3)

Unicoos. *Propiedades coligativas*. Consultado el 1 de diciembre de 2020.

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLOa7j0qx0jgO\\_0zedlpW7ZpWhseddoYCP](https://www.youtube.com/playlist?list=PLOa7j0qx0jgO_0zedlpW7ZpWhseddoYCP)

# Referencias de imágenes

## Química 1º medio

### Unidad 1

Págs. 10 a 15, 18, 19, 22 y 24 Shutterstock

Pág. 28 Archivo editorial (Gentileza Lorena Trujillo)

Págs. 14, 15, 17, 20 a 23, 26 a 28 y 29 Archivo editorial.

Pág. 16 Universidad Técnica Federico Santa María. (2020, 12 de marzo). *Carolina Parra, directora del Laboratorio de Nanobiomateriales USM: «Las mujeres en ciencias tenemos la responsabilidad de dar las condiciones para que se formen más científicas en Chile»*. <https://noticias.usm.cl/2020/03/12/carolina-parra-directora-del-laboratorio-de-nanobiomateriales-usm-las-mujeres-en-ciencias-tenemos-la-responsabilidad-de-dar-las-condiciones-para-que-se-formen-mas-cientificas-en-chile/>

Pág. 16 Universidad Técnica Federico Santa María. (2017, 8 de marzo). *Universidad Federico Santa María inaugura laboratorio pionero en Chile en investigación interdisciplinaria*. <http://www.redbionova.com/universidad-santa-maria-inaugura-laboratorio-pionero-chile-investigacion-interdisciplinaria/>

Pág. 24 Biotech. (s.f.). *Un nuevo dispositivo consigue producir energía limpia diez veces más rápido que la biomasa*. <http://biotech-spain.com/en/articles/un-nuevo-dispositivo-consigue-producir-energ-a-limpia-diez-veces-m-s-r-pido-que-la-biomasa/>

### Unidad 2

Pág. 30 y 31 Getty

Págs. 32, 33, 36, 40 y 43 Shutterstock

Págs. 34, 35, 37 a 39, 42, 44 a 47 y 48 Archivo editorial.

Pág. 44 Universidad Mayor. (s.f.). *Campus*.

<https://www.umayor.cl/um/facultades/ciencias/campus/10000>

### Unidad 3

Págs. 50 a 53, 60 y 61 Shutterstock

Págs. 58, 68 Archivo editorial.

Págs. 59 Iván Muñoz

Pág. 64 Wikipedia. (s.f.). *Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile*.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Facultad\\_de\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Universidad\\_de\\_Chile#/media/Archivo:100\\_4096.JPG](https://es.wikipedia.org/wiki/Facultad_de_Ciencias_de_la_Universidad_de_Chile#/media/Archivo:100_4096.JPG)

### Unidad 4

Págs. 70 a 73, 74, 76, 80 y 88 Shutterstock

Págs. 78 y 79 Getty

Pág. 84 Gentileza Mylthon Jiménez.

Págs. 75, 76, 80 y 88 Archivo editorial.

Pág. 85 Iván Muñoz

Pág. 84 Wikipedia. (s.f.). *Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile*.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Facultad\\_de\\_Ciencias%2C\\_Universidad\\_Austral\\_de\\_Chile\\_%282016%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Facultad_de_Ciencias%2C_Universidad_Austral_de_Chile_%282016%29.jpg)

## Química 2° medio

### Unidad 1

Págs. 90 a 93, 100 y 104 Shutterstock

Págs. 94, 95, 97 a 99, 100, 102, 105, 108 y 109 Archivo editorial.

Pág. 102 Archivo editorial (Gentileza Lorena Trujillo)

Pág. 96 IISD Reporting Services. (s.f.). *Fortieth session of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC-40)*. <https://enb.iisd.org/climate/ipcc40/28oct.html>

Pág. 96 (CR)<sup>2</sup> Center for Climate and Resilience Research. (2015, 19 de noviembre). *Celebraciones 50 años Depto de Geofísica FCFM U. de Chile*. <http://www.cr2.cl/celebraciones-50-anos-depto-de-geofisica-fcfm/>

Pág. 107 Iván Muñoz

### Unidad 2

Págs. 110 a 113, 119, 120 a 127 y 131 Shutterstock

Pág. 117 Marcelo Cáceres

Pág. 118 UFRO. (s.f.). Dr. *Milko Alberto Jorquera Tapia*. <http://www3.ufro.cl/csquim/index.php/milko.html?ml=1>

Pág. 118 INACH. (2019, 17 de abril). *Sede Principal Instituto Antártico Chileno*. [https://www.inach.cl/inach/?page\\_id=12706](https://www.inach.cl/inach/?page_id=12706)

Pág. 122 y 123 Archivo editorial (Gentileza Lorena Trujillo)

Págs. 114, 116, 117, 119, 127 a 129 Archivo editorial.

Pág. 130 Iván Muñoz

### Unidad 3

Págs. 132 a 137, 144 y 146 Shutterstock

Págs. 135 a 139, 141 a 143, 145 a 147, 149, 150, 151 y 152 Archivo editorial.

Pág. 140 Gentileza NASA.

Pág. 140 el Ágora diario del agua. (2019, 12 de noviembre). *Los incendios que arrasan Australia amenazan Sidney*. <https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/cambio-climatico/incendios-arrasan-australia-amenazan-sidney/>

Pág. 147 Marcelo Cáceres

Pág. 148 Gentileza doctora Natalia Inostroza.

Pág. 148 PASSIVHAUS EEChile. (s.f.). *Campus Providencia Universidad Autónoma de Chile*. <https://www.eechile.cl/obras/campus-providencia-universidad-autonoma-chile/>

### Unidad 4

Págs. 154 a 158, 161, 162, 164, 166, 167 y 168 Shutterstock

Págs. 158, 159, 163, 165, 168 a 171, 173 a 175 y 177 Archivo editorial.

Pág. 169 Universidad de Málaga. (s.f.). *Homo sapiens rhodesiensis*. <https://www.uciencia.uma.es/Coleccion-cientifico-tecnica/Prehistoria/Galeria/Homo-sapiens-rhodesiensis>

Pág. 172 Gentileza doctor Alfonso Valenzuela.

Pág. 172 Inta. (2018, 24 de julio). *Acta de entrega efectiva del cargo de director INTA Periodo 2018-2022*. <https://inta.cl/acta-de-entrega-efectiva-del-cargo-de-director-inta-periodo-2018-2022/>

Pág. 176 Iván Muñoz





