

CIENCIAS NATURALES

# QUÍMICA 1°-2° Medio

TEXTO DEL ESTUDIANTE



Catherine Lisseth Romero Merino  
Camila Victoria Araya Briones  
Daniela Alejandra Navarro Contreras  
Sebastián Esteban Simpson Armstrong  
Valentina Amigo Briones



EDICIÓN ESPECIAL PARA EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN. PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN.





CIENCIAS NATURALES

# QUÍMICA 1°·2°<sup>o</sup> Medio

TEXTO DEL ESTUDIANTE



Química culinaria. Los encurtidos son alimentos que han sido marinados en sal y al fermentar producen ácido acético (vinagre) por efecto de bacterias *Lactiplantibacillus plantarum*.

## **Catherine Lisseth Romero Merino**

Licenciada en Educación en Química y Biología  
Profesora de Estado en Química y Biología  
Universidad de Santiago de Chile

## **Camila Victoria Araya Briones**

Licenciada en Educación  
Profesora de Educación Media en Química  
Pontificia Universidad Católica de Chile

## **Daniela Alejandra Navarro Conteras**

Licenciada en Educación en Química  
Profesora de Química con mención en Ciencias Naturales  
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

## **Sebastián Esteban Simpson Armstrong**

Licenciado en Educación en Química  
Profesor de Química con mención en Ciencias Naturales  
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

## **Valentina Amigo Briones**

Licenciada en Educación en Química  
Profesora de Química con mención en Ciencias Naturales  
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

Estructura del Texto del estudiante .....	4
---	---



UNIDAD

## 1

<b>Reacciones químicas .....</b>	<b>6</b>
----------------------------------	----------

<b>Lección 1. ¿Cuáles son las características de las reacciones químicas? .....</b>	<b>8</b>
¿A qué llamamos reacciones químicas? .....	8
Características de las reacciones químicas .....	10
Reconocimiento de las reacciones químicas .....	12
Factores que influyen en la velocidad de una reacción química .....	16
Taller de habilidades .....	18
Representación de las reacciones químicas .....	22
Reflexiono sobre mi aprendizaje .....	25

<b>Lección 2. ¿Qué ocurre con las sustancias y su masa en una reacción química? .....</b>	<b>26</b>
¿De dónde proviene la energía de una reacción química? .....	26
Clasificación de las reacciones químicas .....	28
Reacciones químicas en seres vivos .....	32
Reacciones químicas cotidianas .....	34
Reacciones químicas en la Tierra .....	36
Reacciones químicas en la industria .....	38
Conservación de la materia .....	40
Taller de habilidades .....	42
Reflexiono sobre mi aprendizaje .....	43
<b>Síntesis de lo aprendido .....</b>	<b>44</b>



UNIDAD

## 2

<b>Estequiometría de reacción .....</b>	<b>46</b>
---	-----------

<b>Lección 1. ¿Qué leyes y magnitudes rigen las reacciones químicas? .....</b>	<b>48</b>
¿Qué es una ley en ciencia? .....	48
Métodos de balance de ecuaciones químicas .....	50
Leyes ponderales .....	54
Magnitudes atómicas y molares .....	61
Taller de habilidades .....	64
Reflexiono sobre mi aprendizaje .....	67

<b>Lección 2. ¿Qué relaciones cuantitativas se pueden establecer en una reacción química? .....</b>	<b>68</b>
¿Qué es la estequiometría? .....	68
Relaciones cuantitativas entre reactantes y productos .....	70
Reactivos en una reacción .....	72
Taller de habilidades .....	76
Rendimiento de una reacción .....	78
Fórmulas de un compuesto .....	82
Reflexiono sobre mi aprendizaje .....	87
<b>Síntesis de lo aprendido .....</b>	<b>88</b>



UNIDAD

## 1

### Soluciones químicas ..... 2

**Lección 1. ¿Qué características tienen las soluciones químicas?** ..... 4

¿Qué son las soluciones químicas? ..... 4

Componentes de las soluciones químicas ..... 6

Formación de las soluciones químicas ..... 8

Clasificación de las soluciones químicas ..... 10

Taller de habilidades ..... 14

Factores que afectan la solubilidad ..... 16

Separación de las soluciones químicas ..... 19

Reflexiono sobre mi aprendizaje ..... 21

**Lección 2. ¿Cómo calcular la concentración de una solución química?** ..... 22

¿Qué es la concentración? ..... 22

Unidades físicas de concentración ..... 24

Unidades químicas de concentración ..... 26

Taller de habilidades ..... 29

Reacciones químicas en solución ..... 30

Preparación de soluciones químicas ..... 34

Reflexiono sobre mi aprendizaje ..... 37

**Síntesis de lo aprendido** ..... 38



UNIDAD

## 2

### Química orgánica ..... 40

**Lección 1. ¿Por qué el carbono es la base de los compuestos orgánicos?** ..... 42

¿Qué se pensaba antes de los compuestos orgánicos? ..... 42

Átomo de carbono ..... 44

Características de los enlaces según tipo de hibridación ..... 47

Propiedades de los compuestos orgánicos ..... 48

Taller de habilidades ..... 49

Representación de compuestos orgánicos ..... 50

Hidrocarburos ..... 52

Reflexiono sobre mi aprendizaje ..... 59

**Lección 2. ¿Qué compuestos orgánicos están presentes en nuestro entorno?** ..... 60

¿A qué denomina grupo funcional la comunidad científica? ..... 60

Grupos funcionales y series homólogas ..... 62

Compuestos orgánicos oxigenados ..... 63

Compuestos orgánicos nitrogenados ..... 69

Compuestos orgánicos halogenados ..... 71

Compuestos orgánicos de interés biológico ..... 72

Reflexiono sobre mi aprendizaje ..... 75

**Síntesis de lo aprendido** ..... 76

Glosario ..... 78

Bibliografía ..... 80

Tabla periódica de los elementos ..... 82

Créditos ..... 84

## ESTRUCTURA DEL TEXTO DEL ESTUDIANTE

El texto **Química 1º y 2º Medio** fue diseñado para acompañar el desarrollo progresivo de habilidades, actitudes y conocimientos de la asignatura. Para ello, este texto se ha dividido en dos unidades de aprendizaje para 1º Medio: Reacciones químicas y Estequiometría de reacción, y dos unidades de aprendizaje para 2º Medio: Soluciones químicas y Química orgánica. A continuación, se describen los diferentes apartados y secciones que encontrarás en cada uno de ellos.



### INICIO DE UNIDAD

Contextualiza los aprendizajes que serán abordados en la unidad a través de la presentación de diversas situaciones o problemáticas del territorio nacional. A partir de ellas, podrás reflexionar y discutir en torno a las diferentes preguntas planteadas y, de esta manera, despertar tu interés y curiosidad por el estudio de las diferentes temáticas de la asignatura.

### INICIO DE LECCIÓN

Al comienzo de cada lección encontrarás la sección **Exploro mis ideas**, cuyo propósito es establecer una conexión entre tus conocimientos previos y los nuevos conocimientos. Luego, encontrarás el desarrollo del tema inicial relacionado con los conocimientos previos o con los conceptos clave que te permitirán abordar de forma adecuada las diferentes temáticas de la lección.



### DESARROLLO DE LECCIÓN

Aborda los contenidos de la asignatura distribuidos en diferentes temáticas que siguen un orden lógico, desde lo más general a lo más particular, lo que facilitará su estudio. El desarrollo de las temáticas está acompañado de diversas preguntas que guiarán el aprendizaje de los conocimientos, las habilidades y las actitudes propias de la asignatura, con el propósito de promover la alfabetización científica, las habilidades del siglo XXI, la relación entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) y el uso responsable de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Respecto de la TIC, durante la lección podrás acceder a diferentes recursos por medio de códigos web que deberás ingresar en la página web [www.lic25.cl](http://www.lic25.cl). También, encontrarás referencias al Banco Digital de Actividades (BDA) que contiene diferentes actividades, evaluaciones, videos y aplicaciones que te permitirán ejercitar, reforzar, ampliar y profundizar tus aprendizajes.



Cada tema abordado en Química refleja el estudio y la comprensión de fenómenos del mundo e invita a la adquisición de habilidades y actitudes científicas, valoración de los diferentes aportes al conocimiento científico y cosmovisiones de los Pueblos Originarios, y a la reflexión crítica, participación activa y búsqueda de soluciones a problemáticas ambientales y sociales. Todo esto a través de las siguientes secciones y cápsulas:

### EDUCACIÓN AMBIENTAL

La toma de consciencia sobre la urgencia climática; la protección y restauración del ambiente y el bienestar de todos los seres vivos; y la promoción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

### PUEBLOS ORIGINARIOS

El respeto y la valoración por las cosmovisiones, saberes y/o prácticas de los Pueblos Originarios.

### Integrando conocimientos

La integración del conocimiento científico con otras disciplinas y asignaturas.

### IMPACTO CIENTÍFICO

La contribución de científicas, científicos y centros de investigación en Chile al desarrollo de las ciencias y tecnología del país.

### TALLER DE HABILIDADES

El modelamiento de habilidades y procedimientos implicados en la construcción del conocimiento científico.

### Cultivando actitudes

El desarrollo de objetivos transversales para el tratamiento de actitudes y habilidades.

### NC Naturaleza de la ciencia

La promoción de todos los aspectos de la Naturaleza de las Ciencias.

### CE Ciencia en nuestro entorno

La aplicación del conocimiento científico en situaciones cotidianas, problemáticas de los territorios y contingencia internacional.

### GI Gran idea de la ciencia

La comprensión de conceptos e ideas nucleares de las Ciencias que permiten construir otros conocimientos.

### CIERRE DE LECCIÓN

En cada cierre de lección podrás encontrar la sección **Reflexiono sobre mi aprendizaje**, que plantea preguntas para promover la reflexión sobre los aprendizajes alcanzados, el planteamiento de nuevas interrogantes y la aplicación de los aprendizajes de la lección.



### CIERRE DE UNIDAD

En estas páginas, te presentamos un organizador gráfico que sintetiza los aprendizajes de la unidad. También, encontrarás las secciones; **Aplico lo aprendido**, que aborda una situación cotidiana para demostrar los aprendizajes; y **¿Qué sé ahora?**, que es una invitación a reflexionar sobre tu aprendizaje y a realizar una conexión con las preguntas planteadas al inicio de la unidad.





▲ Incendio en la región del Biobío, Chile.

UNIDAD

# 1

## Reacciones químicas

En esta unidad, describiremos los cambios químicos de la materia, los requerimientos y las manifestaciones de la materia que permiten evidenciar que una reacción química ocurre y los factores que influyen en su velocidad. Además, representaremos las reacciones químicas a través de ecuaciones y modelos moleculares, y las clasificaremos de acuerdo con las transformaciones que sufren las sustancias de diferentes ejemplos de reacciones que ocurren en el entorno, ya sea en la industria, en el planeta, en los seres vivos o en la vida cotidiana. Por último, explicaremos, desde los planteamientos de la ley de conservación de la materia, lo que ocurre con la masa de las sustancias cuando estas transforman.

## Incendios en Chile: impactos y desafíos

Los incendios forestales, una realidad que azota los territorios de Chile cada año, nos presentan una oportunidad para reflexionar sobre las profundas transformaciones que experimenta nuestro entorno. Más allá de la evidente pérdida de la flora, con sus colores y formas diversas, que se ve reemplazada por desoladores paisajes grises y negros, estos eventos nos invitan a cuestionar nuestra relación con el medioambiente y a buscar soluciones duraderas.

**Fuente:** Pontificia Universidad Católica de Chile (06 de febrero de 2024). Incendios en Chile: impactos en los territorios y desafíos para su recuperación. <https://www.uc.cl/>



▲ Incendio en las Torres del Paine, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, Chile.



▲ Bomberos combatiendo incendio de Manquimávida, Región del Biobío, Chile.



▲ Incendio en el Jardín botánico, Viña del Mar, Región de Valparaíso, Chile.

- 1 Entre 2012 y 2022 se han registrado más de 68 000 focos de incendio en Chile que han afectado a más de 21 000 personas y han consumido más de 120 000 hectáreas. Respecto al origen de estos, CONAF señala que en Chile el 99,7% de los incendios se inician por acción humana.
- 2 Algunas de las consecuencias para los ecosistemas son la contaminación como resultado de la emisión de dióxido de carbono, el incremento de la temperatura, la erosión del suelo y la pérdida o destrucción de hábitats para especies vegetales y animales. Además, la pérdida de hogares, infraestructura y cultivos impacta directamente a los seres humanos.
- 3 Considerando este contexto, en el año 2023 el Gobierno de Chile impulsó la creación de la primera Mesa de Ciencia y Conocimiento para la Recuperación a través del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MinCiencia). Gracias a esta alianza, diferentes centros de investigación han podido participar en el desarrollo de propuestas de anticipación a las consecuencias de los incendios forestales.

A partir de la información, responde las siguientes preguntas:

BDA U1\_AUD\_1

- ¿Cómo clasificarías los cambios que experimenta la materia durante un incendio forestal? ¿Qué evidencias te permitieron establecer esta clasificación?
- ¿Qué estrategias implementarías para poder reducir el número de incendios forestales que ocurren en nuestro país?
- ¿Cómo podemos promover políticas públicas que incentiven la gestión forestal sostenible y la protección del medioambiente?
- ¿Qué compromisos podemos asumir como individuos y como sociedad para prevenir y mitigar los efectos de los incendios forestales?

# LECCIÓN 1 ¿Cuáles son las características de las reacciones químicas?

## ➔ Exploro mis ideas

- Imagina que vas a preparar un queque. ¿Qué ingredientes necesitas? ¿Cuáles son las transformaciones que experimentan al mezclarlos? ¿Qué cambios se observan después de hornearlo? ¿Cuáles son las evidencias que permiten reconocer que ha ocurrido una reacción química?

## ¿A qué llamamos reacciones químicas?

Con seguridad has observado que las sustancias presentes en la naturaleza experimentan diferentes tipos de transformaciones. Por ejemplo, al preparar un queque las sustancias iniciales (ingredientes) poseen ciertas propiedades, como color, sabor y estado de agregación, pero luego del proceso de horneado estas se transforman y dan lugar a nuevas sustancias que poseen una diferente composición y distintas propiedades.

En la actualidad, la evidencia científica ha permitido comprender que la materia sufre dos tipos de cambios: cambios físicos, como los cambios de estado de agregación y las mezclas de sustancias; y cambios químicos, como la combustión de un papel o la oxidación de una manzana. Ahora bien, ¿cuáles son las características de cada una de estas transformaciones de la materia que permiten diferenciarlas? A continuación, se detallan las características de los cambios físicos y químicos.

### Cambios físicos

Cuando ocurre un cambio físico en la materia, la composición de las sustancias se mantiene constante; solo se modifica su apariencia, como su forma o estado de agregación. En otras palabras, en un cambio físico, las sustancias siguen siendo las mismas, aunque la manera en que están unidas puede alterarse.

*¿Qué otros cambios de la materia reconoces en el entorno? ¿Cuál de ellos corresponde a un cambio físico? ¿Cuál corresponde a un cambio químico?*

BDA U1\_APL\_1

*¿De qué manera las observaciones de la naturaleza han permitido a la comunidad científica describir los cambios físicos de la materia? ¿Qué tan probable es que la definición de cambio físico sea modificada? ¿Por qué?*

Proceso de fundición de un metal ▶



## Cambios químicos

Cuando se produce en la materia un cambio químico, la composición y las propiedades de las sustancias que participan varían. Esto implica la ruptura de los enlaces entre los átomos de las sustancias iniciales y la formación de nuevos enlaces entre los átomos, lo que da origen a nuevas sustancias. Los cambios químicos son denominados reacciones químicas.

*Piensa en una reacción química del entorno. ¿Cómo describirías las sustancias antes de que ocurra la reacción? ¿Cuáles son las transformaciones que sufren? ¿Por qué son importantes las definiciones entregadas por la comunidad científica para identificar y describir una reacción química?*

### GI Gran idea de la ciencia

Las propiedades de la materia se explican por el comportamiento de los átomos. ¿De qué manera esta idea de la ciencia está relacionada con las reacciones químicas? ¿Cómo influyen las interacciones de la materia en sus propiedades? ¿Por qué es posible afirmar que este tipo de transformaciones puede ocurrir tanto en seres vivos como en estructuras sin vida?

BDA U1\_ACT\_1

BDA U1\_VID\_1

### CE Ciencia en nuestro entorno

#### La tragedia de Beirut: negligencia y reacciones químicas

El 4 de agosto de 2020, una explosión de proporciones épicas sacudió el puerto de Beirut (Líbano), dejando más de 5 000 heridos, cerca de 154 muertos, decenas de desaparecidos y centenares de miles de personas sin hogar.

La detonación de 2 750 toneladas de nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), un compuesto altamente explosivo, fue la causa de la tragedia. La negligencia de las autoridades permitió que este material se almacenara de forma insegura en el puerto durante años. Este almacenamiento inadecuado favoreció la exposición a altas temperaturas y fuentes que podían desencadenar una combustión.

*¿Qué medidas de seguridad se deberían implementar para el almacenamiento de materiales peligrosos como el nitrato de amonio? ¿Cómo se puede garantizar que estas medidas se cumplan de forma rigurosa? ¿Qué tecnologías sirven para detectar y prevenir accidentes como el de Beirut? ¿Qué medidas se pueden tomar para prevenir tragedias similares en otras partes del mundo?*

Fuente: BBC (07 de agosto de 2020). Explosión en Beirut | El debate sobre quiénes son los responsables del manejo negligente del nitrato de amonio, en medio de las protestas contra las autoridades.  
<https://www.bbc.com/>



## Características de las reacciones químicas

La comunidad científica define como reacciones químicas a los procesos que involucran cambios químicos en la materia. En una reacción química, ocurren transformaciones que dan lugar a sustancias diferentes. Las sustancias iniciales se denominan reactantes, mientras que las sustancias finales, es decir, aquellas que se originan por la reorganización de los átomos de las sustancias iniciales y que poseen propiedades distintas, se denominan productos.

### Sustancias que participan en las reacciones químicas

BDA U1\_ACT\_2 y 3

Tanto los reactantes como los productos de una reacción química pueden encontrarse en estado de agregación sólido, líquido o gaseoso, y también disueltos en agua. Para comprender cómo se transforman, utilizaremos el ejemplo de la reacción química entre bicarbonato de sodio y vinagre.

#### Reactantes [Sustancias iniciales]

Antes de la reacción química, el bicarbonato de sodio inicialmente se encuentra en estado sólido y es de color blanco. El vinagre se encuentra disuelto en agua y es incoloro.



#### Productos [Sustancias finales]

Después de la reacción química, los productos son dióxido de carbono gaseoso y acetato de sodio disuelto en el agua líquida.



### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

Cada producto de limpieza posee una fórmula única, cuidadosamente diseñada para combatir un tipo específico de suciedad. Al entrar en contacto con la superficie que se desea limpiar, se desencadena una serie de reacciones químicas que permiten eliminar manchas, desinfectar y dejar un ambiente reluciente. Si bien son esenciales para mantener la higiene, es importante ser conscientes de su impacto ambiental. Algunos ingredientes pueden ser tóxicos para el agua y la vida silvestre, por lo que es crucial elegir productos biodegradables y utilizarlos de manera responsable.

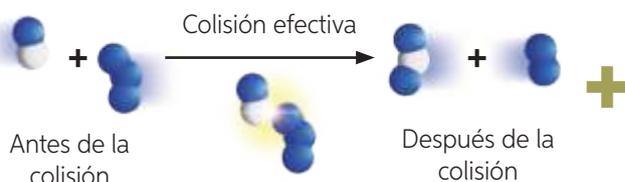
*¿Qué papel juegan las reacciones químicas en la eficacia de estos productos? ¿Cómo podemos elegir productos de limpieza más amigables con el medioambiente? ¿Qué avances científicos y tecnológicos esperarías ver en el futuro de la limpieza?*



En las reacciones químicas el proceso de reorganización de los átomos necesariamente implica la ruptura de algunos enlaces y la generación de otros nuevos. Para explicar cuáles son las condiciones para que ocurra esa reorganización, debemos conocer los planteamientos de la teoría de las colisiones y del complejo activado.

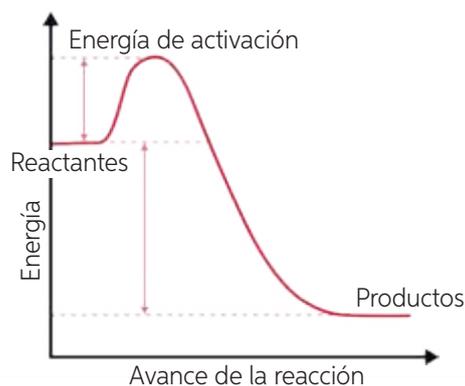
### Teoría de las colisiones

La teoría de las colisiones explica que, para que ocurra una reacción química, entre las partículas de los reactantes, ya sean átomos, iones o moléculas, se debe producir una colisión efectiva. La colisión efectiva ocurre cuando las partículas tienen la orientación adecuada y chocan con la suficiente energía para romper enlaces y formar otros nuevos.



### Teoría del complejo activado

La teoría del complejo activado explica que durante una reacción química se forma un estado transitorio, denominado complejo activado, que está directamente relacionado con la energía de activación. La energía de activación es la energía mínima necesaria para que se produzca una reacción química.



¿Qué debe ocurrir para que se produzca una reacción química?

- 1 Los reactantes deben tener suficiente energía para romper y formar enlaces.
- 2 Los reactantes deben chocar con la orientación adecuada para producir una colisión efectiva.
- 3 Los reactantes deben tener suficiente energía (energía de activación) para formar el estado de transición o complejo activado.

### GI Gran idea de la ciencia

En la teoría de colisiones podemos evidenciar una de las grandes ideas de la ciencia: *el cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él*. En efecto, para que se produzca el cambio químico se necesita la energía de activación y el choque en la dirección correcta. Considerando lo anterior, *¿Existirán limitaciones a la teoría de las colisiones? ¿En qué casos puede no ser una explicación completa de una reacción química? ¿Qué otros fenómenos que ocurren en la naturaleza podrían ser explicados a partir de la teoría de las colisiones?*

## Reconocimiento de las reacciones químicas

La evidencia científica ha permitido afirmar que ha ocurrido una reacción química cuando ocurren diferentes manifestaciones de la materia. Por ejemplo, cambio de color, cambio de olor, formación de precipitados, desprendimiento de gases, liberación o absorción de energía en forma de calor o emisión de energía en forma de luz.

### Cambio de color

BDA U1\_ACT\_4 y 5

Los cambios de color son una de las manifestaciones de la materia más comunes de una reacción química. Sin embargo, un cambio de color por sí solo no es suficiente para afirmar la ocurrencia de una reacción química. Un ejemplo en que se evidencia el cambio de color ocurre en la fruta: la cáscara del plátano, cuando entra en contacto con el oxígeno del aire, se oxida y cambia su color a tonos más oscuros.

*¿Qué otros ejemplos puedes dar de reacciones químicas en que se evidencia un cambio de color?  
¿Qué característica te permite comprobar que se trata de un cambio químico y no físico?*



### Cambio de olor

El cambio en el olor de ciertas sustancias también es una manifestación de una reacción química. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se cocinan los alimentos o al quemar una sustancia.



*¿Cómo puedes percibir con tus sentidos que se produce un cambio de olor? ¿Crees que todos los cambios de olor son resultado de una reacción química? ¿Por qué?*

## Formación de precipitados

En algunas reacciones químicas que se producen entre sustancias líquidas, es posible observar la formación de una sustancia sólida, denominada precipitado.

Un precipitado se define como un sólido insoluble que se forma en una solución al reaccionar los componentes de dos sustancias en estado líquido. Si la densidad del precipitado es mayor que la de la solución, este se deposita en el fondo del recipiente; si su densidad es menor, permanece suspendido en la solución.

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

La precipitación se emplea en actividades industriales, como en el tratamiento previo de aguas residuales, porque permite obtener o separar sustancias que después son recogidas por distintos métodos de separación de mezclas, como la filtración o la decantación.



◀ Formación del precipitado diyoduro de plomo ( $PbI_2$ ) de color amarillo tras la reacción entre yoduro de potasio (KI) y nitrato de plomo ( $Pb(NO_3)_2$ )

## Desprendimiento de gases

En ciencia, se ha evidenciado que en algunas reacciones químicas se produce desprendimiento de gases. El gas resulta de la reacción entre dos sustancias líquidas o de una sustancia líquida con una sólida.

Una forma de detectar el desprendimiento de gases es el burbujeo que se produce, sin embargo, la aparición de burbujas no siempre indica que ha ocurrido una reacción química, ya que puede tratarse solo de un cambio de estado físico.

*¿Cuál de las otras manifestaciones de la materia estudiadas hasta el momento te permitirían identificar la presencia de una sustancia gaseosa?*

### CE Ciencia en nuestro entorno

Un ejemplo cotidiano de reacción química son los medicamentos efervescentes. La formación de burbujas, llamada efervescencia, indica que se está produciendo una reacción química entre el bicarbonato de sodio y el ácido cítrico. Al entrar en contacto con el agua, estos compuestos reaccionan y liberan dióxido de carbono en forma de gas, lo cual genera las burbujas que ayudan a disolver la tableta y facilitan su absorción en el organismo.



## Absorción o liberación de calor

Cuando se lleva a cabo una reacción química, las sustancias que reaccionan experimentan un cambio de energía durante el proceso de transformación de reactantes a productos. Este cambio de energía se manifiesta a través de la absorción o liberación de calor. Según el tipo de cambio energético, las reacciones químicas se clasifican en dos categorías: exotérmicas, y endotérmicas.

### Reacciones exotérmicas

En las reacciones químicas exotérmicas se produce una liberación de energía en forma de calor. Esto ocurre porque la energía de las sustancias iniciales (reactantes) es mayor que la energía de las sustancias finales (productos). Es decir, cuando ocurre la transformación de reactantes a productos, la diferencia de energía se desprende en forma de calor.

Un ejemplo cotidiano en el que se evidencia la liberación de calor son las fogatas.



### Reacciones endotérmicas

En las reacciones químicas endotérmicas se produce una absorción de energía en forma de calor. En este caso, ocurre que la energía de las sustancias iniciales (reactantes) es menor que la energía que poseen las sustancias finales (productos). Por lo tanto, para transformarse los reactantes en productos, es necesario absorber calor.

Un ejemplo cotidiano en que es necesario absorber calor es cuando se fríe un huevo.



## CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

Las centrales termoeléctricas son el fiel reflejo del aprovechamiento de la energía liberada en una reacción química, en este caso el calor liberado por la combustión de carbón. Si bien las centrales termoeléctricas han impulsado el progreso, su impacto ambiental no puede ignorarse. La combustión de combustibles fósiles genera emisiones de gases de efecto invernadero, como el  $\text{CO}_2$ , que contribuyen a la crisis climática. Además, se liberan contaminantes atmosféricos como el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y las partículas en suspensión (PM), que afectan la calidad del aire y la salud humana.

*En parejas, respondan las siguientes preguntas: ¿Cómo podemos equilibrar la necesidad de energía con la protección del medioambiente? ¿Qué alternativas existen para la generación de energía limpia y sostenible? ¿Qué papel juega la responsabilidad individual y colectiva en la transición hacia un futuro energético sostenible?*

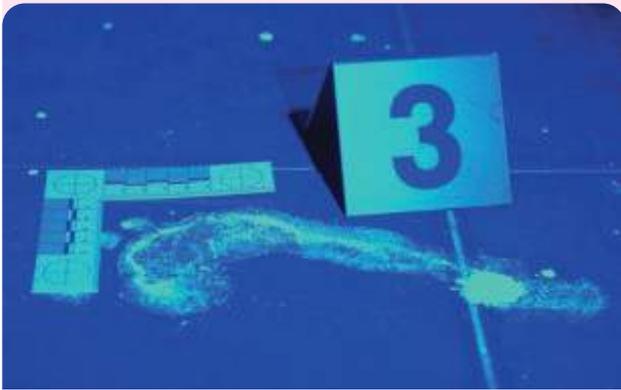


▲ Termoeléctrica de Ventanas, Puchuncaví, Chile.

La emisión de luz es otra de las manifestaciones de la materia que permiten evidenciar que ocurre una reacción química. La emisión de luz generalmente se presenta en reacciones que liberan energía en forma de calor. A continuación, se describen algunos fenómenos en que se produce emisión de luz.

### Quimioluminiscencia

Proceso en que se emite luz como resultado de una reacción química exotérmica. Algunos ejemplos son las varillas luminosas empleadas como accesorios en las fiestas y el luminol, un compuesto utilizado por los químicos forenses para detectar huellas de sangre.



▲ Huellas de sangre identificadas con luminol y luz ultravioleta.

### Bioluminiscencia

Proceso generado por organismos vivos (como las luciérnagas y algunos hongos y medusas) que producen reacciones químicas en las que se emite luz.



▲ Hongo fantasma (*Omphalotus nidiformis*) bioluminiscente.

### CE Ciencia en nuestro entorno

Los fuegos artificiales son un ejemplo de reacción química, caracterizada por el cambio de color y la emisión de luz. Cuando la pólvora arde, e ilumina nuestro cielo nocturno, desencadena una reacción con diversas sales metálicas y libera energía en forma de luz de colores específicos. Cada metal posee un sello distintivo:

- **Rojo:** Carbonato de estroncio
- **Naranja:** Cloruro de calcio
- **Amarillo:** Nitrato de sodio
- **Verde:** Cloruro de bario
- **Azul:** Cloruro de cobre

*¿Qué otros colores has observado en los fuegos artificiales? ¿Qué otras reacciones químicas emiten luz?*



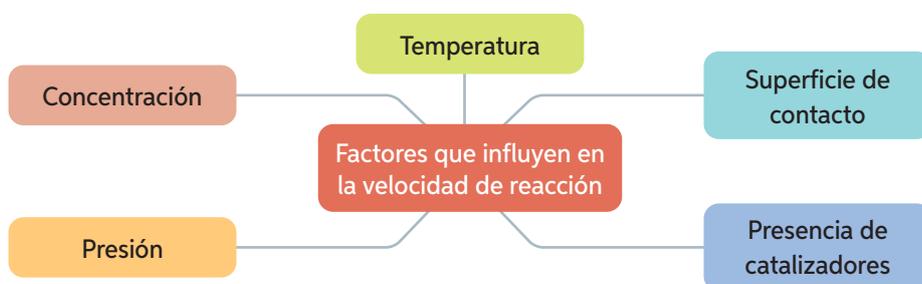
▲ Fuegos artificiales en Valparaíso, Chile.

## Factores que influyen en la velocidad de una reacción química

En nuestro entorno observamos que ciertas reacciones químicas, como quemar un trozo de papel, ocurren de manera rápida, mientras que otras son tan lentas, que parece que no ocurren, como la formación de diamantes a partir de carbono que tarda millones de años. Para comprender los factores que influyen en la velocidad de una reacción química, primero es necesario definir el concepto de velocidad de reacción.

La velocidad de una reacción es definida como la cantidad de producto que se forma o la cantidad de reactantes que se consumen por unidad de tiempo.

Dicha velocidad de reacción depende de diversos factores:



## La química computacional: una aliada clave para la industria y la ciencia

**E**l Dr. Alejandro Toro-Labbé, académico de la Pontificia Universidad Católica de Chile, de acuerdo con el portal británico Research.com, se encuentra entre los tres científicos más destacados de Chile.

Su investigación se centra en el estudio de mecanismos de reacciones mediante la formulación de nuevas teorías y el uso de herramientas computacionales. Así, a través de la química computacional, logra caracterizar las propiedades de la materia y predecir posibles usos y aplicaciones específicas. Lo anterior permite realizar estudios sobre mecanismos de reacción y, con esta información, es posible predecir la capacidad de sistemas químicos para capturar moléculas que contaminan para contribuir así a la limpieza y sustentabilidad del medioambiente. Además, permite conocer la capacidad reactiva de sistemas moleculares para disminuir el costo energético de determinados procesos químicos y finalmente la caracterización de las propiedades curativas o desinfectantes de determinados compuestos.



▲ Dr. Alejandro Toro-Labbé

*¿De qué manera este tipo de investigaciones contribuye al estudio de los factores que influyen en la velocidad de una reacción? ¿Crees que estos estudios alcanzarían tales avances sin el uso de herramientas tecnológicas? ¿Por qué?*

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Chile (24 de mayo de 2022). Research.com sitúa al decano Alejandro Toro-Labbé entre los tres científicos más destacados en Química en Chile. <https://quimica.uc.cl/>

## Temperatura

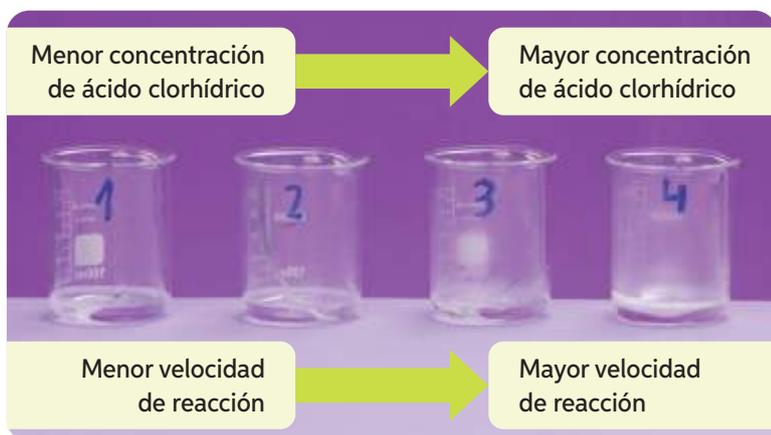
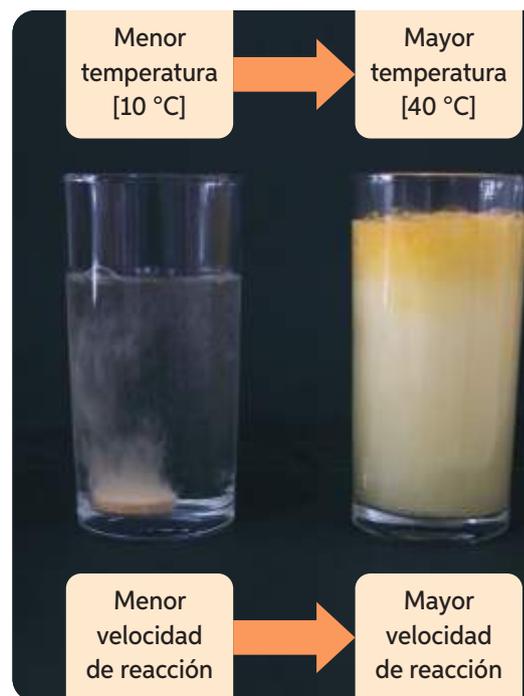
Elevar la temperatura durante una reacción química provoca que las partículas se muevan con mayor velocidad. Como consecuencia, aumenta la probabilidad de que ocurran colisiones efectivas. De esta manera, al aumentar la temperatura, aumenta la velocidad de reacción.

Por ejemplo, en la reacción que se produce al dejar caer una tableta efervescente en agua fría (10 °C) será más lenta que la que se produce al dejarla caer en agua caliente (40 °C).

## Concentración

Cuando aumenta la concentración de uno de los reactantes de la reacción química, el número de colisiones efectivas se incrementa. Por lo tanto, cuanto mayor es la concentración de las sustancias que participan en una reacción química, mayor es la velocidad con que esta ocurre.

Por ejemplo, una cinta de magnesio reacciona con mayor velocidad con ácido clorhídrico a medida que aumenta su concentración.



### CD Ciudadanía digital

Ingresa el código **T2677017A** en la página web **www.auladigital.cl** para utilizar un simulador que te permitirá observar cómo cambian las concentraciones de reactantes y productos a medida que ocurre la reacción química.

### CE Ciencia en nuestro entorno

La eutrofización, que se caracteriza por el incremento sostenido de plantas acuáticas y microalgas, es una problemática ambiental creciente que amenaza los lagos de Chile.

Así como un aumento en la concentración implica un aumento en la velocidad de reacción, en la eutrofización, la concentración excesiva de nutrientes actúa como un desencadenante de desequilibrios ecológicos con repercusiones graves como, por ejemplo, los cambios negativos en la

calidad del agua y diferentes implicancias para la salud de las personas y la biodiversidad.

*En equipos de tres integrantes respondan las siguientes preguntas: ¿Qué podemos hacer para contribuir a la protección de los lagos? ¿Qué acciones podemos realizar en nuestro día a día para reducir nuestra huella ecológica y prevenir la eutrofización?. Luego, diseñen un papelógrafo que muestre las acciones escogidas y expónganlo al resto de los equipos.*

Fuente: Ladera Sur (31 de mayo de 2022). Gestión sostenible de los cuerpos de agua: El desafío de prevenir la eutrofización de los lagos de Chile. <https://laderasur.com/>

BDA U1\_ACT\_16

## ¿Cómo formular una hipótesis?

Formular hipótesis consiste en plantear una respuesta anticipada a un problema o pregunta de investigación. Dicha respuesta debe ser verificable a partir de evidencias.

A continuación, se sugieren una serie de pasos para dar solución a la problemática a través del diseño de una investigación experimental.

PASO

### 1 ▶ Plantear la pregunta de investigación

A partir de la información proporcionada por la investigación científica, una posible pregunta es la siguiente:

*¿Cómo se altera la tasa fotosintética de un tipo de planta si varía la cantidad de  $\text{CO}_2$  a la que está expuesta?*

PASO

### 2 ▶ Identificar las variables involucradas

Una variable es un factor que modifica el fenómeno que se quiere estudiar, y muchos fenómenos dependen de más de una variable. Por eso, para interpretar correctamente los resultados de un experimento, es importante identificar las variables que intervienen.

En este caso podríamos estudiar dos variables:

- **Variable dependiente:** tasa fotosintética.
- **Variable independiente:** cantidad de  $\text{CO}_2$  a la que se exponen las plantas.

PASO

### 3 ▶ Dar una respuesta anticipada a la pregunta de investigación

Esta respuesta orienta los resultados esperables en una investigación. Por ello, los resultados y la evidencia obtenida determinarán si la hipótesis es válida o si es necesario reformularla.

En este caso, un ejemplo de respuesta anticipada o hipótesis a la pregunta de investigación sería:

Al someter diversas muestras de un tipo de planta a distintas cantidades de  $\text{CO}_2$ , se espera que las expuestas a más cantidad de este gas tengan una tasa fotosintética mayor.



#### Efectos del aumento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en algunas especies de plantas

Si bien algunos estudios sugieren un mayor crecimiento y rendimiento de cultivos como consecuencia del aumento en la capacidad de fijación del  $\text{CO}_2$  que presentan algunas especies, también se describen efectos negativos que responden a otras variables ambientales que también se ven afectadas por el cambio climático, como lo son la temperatura atmosférica y la disponibilidad del agua.

Fuente: Reyes, María Isabel et al. (2023). Impacto del cambio climático sobre la fotosíntesis, fotorrespiración y respiración de plantas C3. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 9.

## Superficie de contacto

Las reacciones químicas ocurren cuando los reactantes entran en contacto. En este sentido, cuando las sustancias que reaccionan están finamente divididas, la superficie de contacto entre ellas es mayor y, en consecuencia, también es mayor la interacción que tienen para romper y formar nuevos enlaces. De esta manera, en una reacción química existen dos casos:

- Cuando uno de los reactantes es sólido, el tamaño de sus partículas estará directamente relacionado con la velocidad de reacción. Entonces, a menor tamaño, mayor es la superficie de contacto y mayor es la velocidad de reacción.
- Cuando los reactantes son gases, iones o están disueltos, tienen mayor superficie de contacto, ya que poseen una mayor libertad de movimiento y, en consecuencia, mayor es la velocidad de reacción.

Un ejemplo es la reacción de los metales con alguna sustancia ácida. En este caso, los trozos de metales reaccionan más lento con el ácido que con el polvo de metales.



## La superficie de contacto: una gran aliada de la Química Verde

Un factor importante en la velocidad de reacción es la superficie de contacto y bien lo saben la Dra. Carla Herrera y la Dra. Romina Romero, académicas de la Universidad de Concepción, que centran su investigación en el desarrollo de catalizadores bifuncionales basados en MXenes y MXene@SAs (materiales bidimensionales a base de carburos de metales de transición), utilizados para la valorización de derivados de la biomasa, una de las líneas de investigación con mayor auge de la Química Verde.

La particular razón es la elevada superficie específica de estos materiales bidimensionales, la cual es crucial para la eficiencia catalítica, ya que proporciona una gran cantidad de sitios activos para las reacciones químicas.

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas UdeC (11 de enero de 2024). Dos académicas de la Facultad de Ciencias Químicas adjudicaron Fondecyt Iniciación. <https://fcqudec.cl>



▲ Dra. Romina Romero



▲ Dra. Carla Herrera

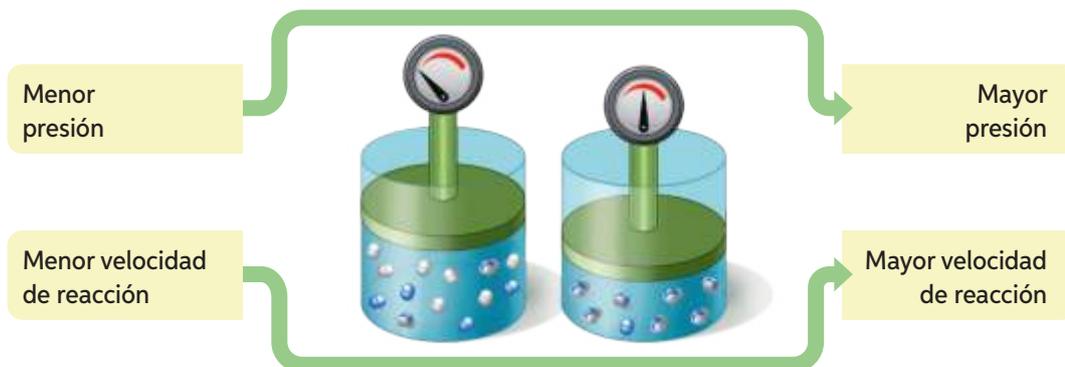
## Presión

BDA U1\_ACT\_6 y 7

Cuando alguno de los reactantes es un gas y se modifica su presión, la velocidad con la que ocurre la reacción química también se modifica. La evidencia científica ha permitido comprender que, cuando aumenta la presión de un gas, su volumen disminuye. Al disminuir el volumen, los reactantes están más cerca, con lo que aumenta la probabilidad de que ocurran colisiones efectivas. Por lo tanto, al aumentar la presión, en presencia de un reactante gaseoso, la velocidad de la reacción aumenta.

### CD Ciudadanía digital

Digita el código **T2677020A** en la página web **www.auladigital.cl** para ingresar a un simulador de los factores que influyen en la velocidad de reacción.



## Presencia de un catalizador

Un catalizador ha sido definido como una sustancia que afecta la velocidad de una reacción química, pero no participa de ella, es decir, no es parte de los reactantes ni de los productos. Por lo tanto, no se consume ni se produce mientras esta ocurre. Los catalizadores son específicos y bastan pequeñas cantidades para que actúen, ya sea aumentando (catalizador positivo) o disminuyendo (catalizador negativo) la velocidad de una reacción.

## Catálisis verde: científicos de la USACH dan un paso clave para celdas de combustible más sostenibles

Investigadores del Laboratorio de Electrocatálisis y Bioelectrocatalisis de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile (USACH) proponen una alternativa más económica y sostenible al platino (Pt) para las celdas de combustible, un componente clave en la producción de energía limpia. El material propuesto es el hierro (Fe), específicamente el FeN<sub>4</sub>, que es considerado

un catalizador de metales no preciosos prometedores para la reacción de reducción de oxígeno, pero que no funcionan bien en medios ácidos.

Los resultados obtenidos mediante experimentos y simulaciones revelaron que el Fe impide el proceso catalítico y modifica el paso determinante de la velocidad de la reacción de reducción de oxígeno.

Fuente: USACH (16 de noviembre de 2022). Estudio de científicos de la Usach es portada de prestigiosa revista internacional de la American Chemical Society (ACS). <https://www.usach.cl/>

**E**l Día Mundial del Agua, celebrado cada 22 de marzo, nos recuerda la importancia fundamental de este recurso vital para la humanidad y el planeta. Sin embargo, hoy en día, nos enfrentamos a una crisis hídrica sin precedentes. Más de dos mil millones de personas viven con escasez de agua dulce, una cifra que se prevé que aumente en los próximos años debido al cambio climático y la contaminación.

La UNESCO, en este día especial, hace un llamado urgente a la acción. Todos tenemos la responsabilidad de proteger y gestionar el agua de manera sostenible. Es necesario que tomemos conciencia del valor de este recurso y adoptemos medidas para reducir nuestro consumo, evitar el desperdicio y elegir productos sostenibles.

Para abordar la crisis del agua, necesitamos conocimiento científico sólido sobre los recursos hídricos del planeta. Este conocimiento debe ser accesible para todos, de modo que podamos tomar decisiones informadas sobre cómo gestionar el agua de manera sostenible.

Fuente: Día mundial del agua: Conocimiento para tomar acción. (21 de septiembre de 2023). Unesco.org. <https://www.unesco.org/> (Adaptación)



**A partir de este texto te invitamos a reflexionar a propósito de las siguientes interrogantes:**

- ¿Qué tan consciente eres de la importancia del agua en tu vida diaria? ¿Crees que el agua debería ser considerada un derecho humano universal?
- ¿Cuáles son tus hábitos de consumo de agua en tu hogar? ¿Podrías identificar áreas donde reducir el consumo?
- ¿Consideras que existe una responsabilidad compartida entre individuos, comunidades, gobiernos y empresas para garantizar la gestión sostenible del agua? ¿De qué forma estas responsabilidades se relacionan con la formación de alianzas para lograr objetivos como el ODS 17?
- ¿Qué rol pueden tener las comunidades indígenas y locales en la protección de los recursos hídricos?
- ¿Cómo imaginas el futuro del agua en el planeta si no se toman medidas urgentes? ¿Qué tipo de educación y sensibilización se necesita para generar una cultura del agua responsable?
- ¿Cómo podemos incentivar la innovación y la inversión en soluciones tecnológicas para la gestión del agua y dar cumplimiento al ODS 6?
- Para finalizar la reflexión, comparte tus respuestas con un compañero.

## Representación de las reacciones químicas

BDA U1\_ACT\_8 y 9

El proceso de transformación de las sustancias en una reacción química, de reactantes a productos, se puede representar de manera ordenada y simple mediante una ecuación química y un modelo molecular.

### Ecuación química

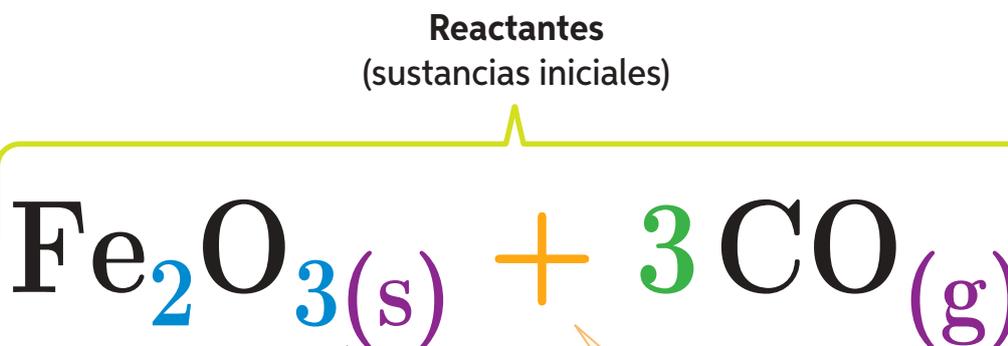
La comunidad científica ha definido que una ecuación química es la representación simbólica y abreviada de una reacción química. En ella, se mencionan las fórmulas químicas de las sustancias que participan en la reacción y se utiliza una serie de símbolos para indicar, entre otros, el estado de agregación de las sustancias.

Por ejemplo, la ecuación química para la reacción descrita a continuación:

#### Reacción química

1 mol de trióxido de dihierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sólido reacciona con 3 mol de monóxido de carbono (CO) gaseoso para producir 2 mol de hierro (Fe) sólido y 3 mol de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gaseoso.

#### Ecuación química



#### Estado de agregación

Estado físico en que se encuentra la materia o si se encuentra disuelta en agua (solución acuosa).

- (s): sustancia en estado sólido
- (l): sustancia en estado líquido
- (g): sustancia en estado gaseoso
- (ac): sustancia en solución acuosa

#### Símbolo +

Indica que dos o más sustancias participan en la reacción o se generan como productos.

### AC Alfabetización científica

El trióxido de dihierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) en su forma mineral se encuentra naturalmente como hematita, que es uno de los materiales más importantes de obtención de hierro, ya que contiene alrededor de 70 % de este metal. Además, este compuesto se utiliza como pigmento debido a su color rojo característico y en joyería dada su capacidad de pulir.



▲ Hematita

**Integrando conocimientos**

En la asignatura de Matemática comúnmente se utilizan, además de números, una serie de símbolos para resolver las diferentes operaciones. En este sentido, piensa en los símbolos que utilizas en dicha asignatura y responde: ¿Cuál de ellos crees que es equivalente al símbolo  $\rightarrow$  utilizado en las ecuaciones químicas? ¿Por qué? ¿Cuál otro se podría reemplazar por uno utilizado en Matemática?

**Otros símbolos de las ecuaciones químicas**

$\Delta$	Energía en forma de calor.
$\uparrow$	Desprendimiento de una sustancia en forma de gas.
$\downarrow$	Formación de una sustancia sólida (precipitado).

*¿En qué lado de la ecuación química, en reactantes o productos, añadirías el símbolo  $\Delta$  para una reacción exotérmica? ¿A qué lado lo añadirías si es endotérmica? ¿Por qué?*

**Productos  
(sustancias finales)****Flecha de reacción**

Muestra cómo los reactantes se transforman en productos durante una reacción química. Indica el sentido de la reacción utilizando una flecha:

$\rightarrow$ : reacción irreversible.

Los reactantes forman productos, pero estos no pueden volver a formar los reactantes.

$\rightleftharpoons$ : reacción reversible.

Los reactantes forman productos que pueden volver a transformarse en reactantes.

**Coefficiente estequiométrico****Coefficiente estequiométrico**

Número, generalmente entero, que indica la proporción en la que participan las sustancias en la reacción química. Corresponde al número de mol, moléculas, átomos o iones que participan.

**Subíndice atómico**

Número entero que indica la cantidad de átomos del elemento que forma parte de la sustancia.

# La **CHAKANA**

## símbolo andino milenario

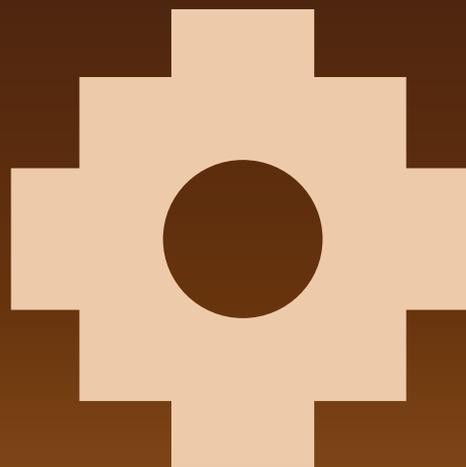
La *Chakana* es un símbolo andino milenario de gran importancia en la cosmovisión Aymara, que representa una escalera hacia lo alto o un calendario agrícola. Este símbolo guarda una conexión inesperada con la simbología utilizada en la química para representar las reacciones químicas a pesar de pertenecer a ámbitos aparentemente dispares. Ambos saberes comparten elementos que revelan una profunda similitud en su forma de representar el mundo y sus transformaciones.

A partir de la *Chakana* se explica la cosmovisión Aymara, que se basa en el calendario lunar de 13 meses y 28 días cada mes. Este símbolo tiene relación con el cielo y el movimiento del Sol y predice tiempo y clima a través de la representación de las épocas de *Awtipacha* (sequía), *Jallupacha* (lluvia), *Lapakapacha* (calor) y *Juyohipacha* (frío), de suma importancia para las familias agrícolas.

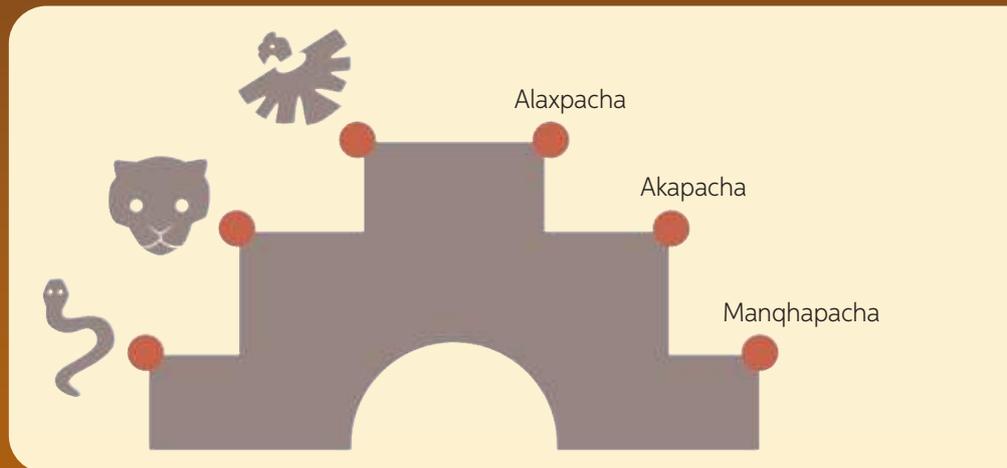
Su estructura tripartita divide al mundo en tres niveles: *Alaxpacha* (espacio de arriba, el cielo o padre cielo), *Akapacha* (en el centro el espacio terrenal, tierra o Pachamama) y *Manqhapacha* (abajo, espacio del subterráneo). Esta división se asemeja a la estructura tripartita que utiliza la simbología química para representar las reacciones químicas: reactantes (izquierda), sentido de la reacción (centro) y productos (derecha).

La *Chakana* simboliza la interconexión de todos los elementos del universo, formando un ciclo continuo. De manera similar, las reacciones químicas implican la interacción de diferentes átomos o moléculas, formando nuevos compuestos en un ciclo continuo de formación y descomposición.

Fuente: Villalobos, Javiera. (2021). Cosmovisión Aymara: Un acercamiento para profesionales de la Salud. <https://otl-ua.cl/> (Adaptación)



▲ *Chakana*.



▲ *Chakana* con sus divisiones de espacio-tiempo y animal representativo.

¿De qué manera la estructura tripartita de la *Chakana* y la simbología química de las reacciones químicas reflejan la idea de transformación y equilibrio?  
¿Qué nos dice esto sobre la universalidad del conocimiento y la interconexión de las culturas? ¿Qué importancia tienen estos lenguajes para la comunicación del conocimiento y la comprensión del mundo?

## Modelo molecular

Un modelo molecular corresponde a una representación de la estructura molecular de las sustancias que participan en la reacción química.

En el modelo molecular cada esfera corresponde a un átomo y su color responde al esquema de colores CPK.

Esquema de colores CPK

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
Uue																		
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Utilizando el ejemplo de reacción química representada anteriormente:

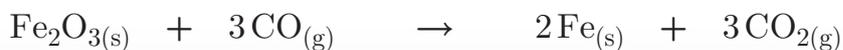
BDA U1\_VID\_4

### Reacción química

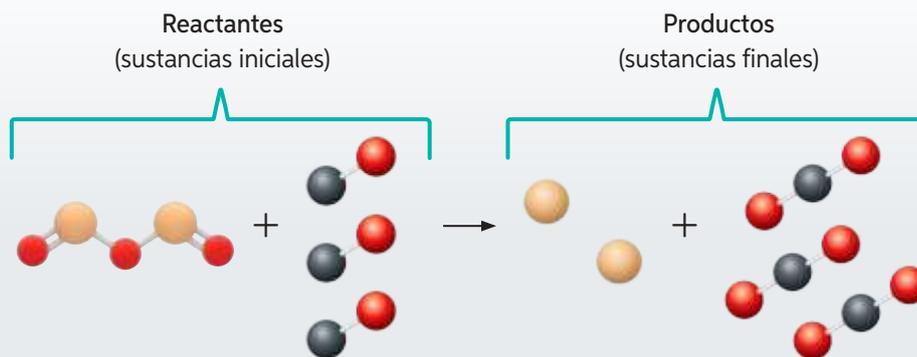
1 mol de trióxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sólido reacciona con 3 mol de monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) gaseoso para producir 2 mol de hierro ( $\text{Fe}$ ) sólido y 3 mol de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gaseoso.

BDA U1\_ACT\_12 a 15

### Ecuación química



### Modelo molecular



## Reflexiono sobre mi aprendizaje

BDA U1\_ACT\_19 y 20

Una vez finalizada la lección, responde:

- ¿Por qué crees que es importante aprender a diferenciar las manifestaciones de la materia que ocurren en una reacción química?
- ¿Cuáles fueron los conceptos que te resultaron más fáciles de comprender? ¿Cuáles fueron los más complejos? ¿Qué nuevas dudas te surgen sobre las características de las reacciones?
- ¿Cuál es la ecuación química que representa la reacción de un mol de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) en estado acuoso que reacciona con un mol de ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) en estado acuoso para formar un mol de cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) en estado acuoso y un mol de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) líquida? ¿Cuál es su modelo molecular?

## LECCIÓN 2 ¿Qué ocurre con las sustancias y su masa en una reacción química?

### ➔ Exploro mis ideas

- ¿Cuáles son las manifestaciones de la materia que permiten evidenciar que una reacción química ocurre?
- ¿Qué cambios del sistema afectan la velocidad con la que se llevan a cabo las reacciones químicas?
- ¿Cómo se puede representar el proceso de reorganización de los átomos cuando ocurre una reacción química?

### ¿De dónde proviene la energía de una reacción química?

BDA U1\_VID\_5 y 6

La evidencia científica ha permitido comprobar que deben cumplirse tres condiciones para que ocurra una reacción química. Estas condiciones surgen de los planteamientos de la teoría de las colisiones y la teoría del complejo activado.

1

Los reactantes deben tener suficiente energía para romper y formar enlaces.

2

Los reactantes deben tener una orientación adecuada para producir una colisión efectiva.

3

Los reactantes deben tener suficiente energía (energía de activación) para formar el estado de transición.

▼ Reacción exérgica (combustión de gas natural)

Considerando la primera condición para que se lleve a cabo una reacción, la ciencia ha descrito que para romper un enlace se necesita energía y, por el contrario, para formar un enlace se libera energía. Por lo tanto, mientras más fuerte es el enlace entre los átomos de la sustancia, mayor es la energía que contiene y mayor será la energía necesaria para romper ese enlace o mayor será la energía liberada al formar dicho enlace.

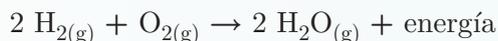
Entonces, para comprender de dónde proviene la energía para que una reacción química ocurra, es necesario recordar que en ellas no solo se reorganizan los átomos de las sustancias para formar otras, sino que también se producen intercambios de energía con los alrededores. En este sentido, es importante saber que cada sustancia química constituye una reserva de energía química, que depende del tipo de átomos que conforma a la sustancia y de los enlaces que se forman entre ellos. Dependiendo del tipo de intercambio de energía con los alrededores, las reacciones químicas pueden ser exérgicas o endérgicas.

Reacción endérgica ►  
(descomposición de  $H_2O$ )



## Reacciones exergónicas

Las reacciones exergónicas han sido definidas como procesos espontáneos de liberación de energía, es decir, procesos en que se transfiere energía desde el sistema hacia los alrededores. La energía puede ser liberada en forma de calor, energía eléctrica o lumínica. Por ejemplo, la reacción de formación del agua es exergónica y se representa en la siguiente ecuación química:



## Reacciones endergónicas

Las reacciones endergónicas, por su parte, han sido descritas como procesos no espontáneos que requieren de energía para producirse, es decir, son aquellas en las que el entorno le suministra energía al sistema. La energía puede ser absorbida en forma de calor, energía eléctrica o lumínica. Un ejemplo, es la reacción de descomposición del agua que se representa con la siguiente ecuación química:



*¿Crees que en estas reacciones químicas la cantidad de energía absorbida sea equivalente a la cantidad de energía liberada? ¿Por qué? ¿Cómo podrías comprobar que la respuesta entregada es correcta? ¿Con qué símbolo podrías representar la aplicación de energía en forma de calor en las ecuaciones químicas descritas? ¿Cuál es el modelo de esferas que representa estas reacciones?*

## Nanomateriales para una química sustentable

La doctora Lorena Barrientos desempeña un papel crucial en el campo de los nanomateriales fotocatalíticos para una química sustentable. Su laboratorio se enfoca en investigar y desarrollar nuevos nanomateriales semiconductores para procesos de conversión de energía lumínica en química, con un enfoque particular en la industria y la química sustentable.

En su investigación, la doctora Barrientos y su equipo han trabajado en comprender las capacidades y procesos fundamentales de semiconductores modificados y funcionalizados con macromoléculas para mejorar su rendimiento. Han explorado la capacidad de estos materiales para descomponer contaminantes en aguas residuales modelos y su utilidad como sustrato para estabilizar aceptores electrónicos en estado sólido.

Además, llevan a cabo estudios para avanzar en una conversión más eficiente de biomasa, que es un recurso naturalmente abundante, sostenible y con potencial energético para reemplazar la materia prima de origen fósil (carbón, petróleo y gas).



▲ Dra. Lorena Barrientos

*¿Cómo se evidencia en estos estudios el intercambio de energía entre las reacciones químicas con los alrededores? ¿Qué tipo de reacciones, exergónicas o endergónicas, crees que permiten la conversión de energía lumínica a energía química? ¿Qué dificultades crees que existen en el proceso de conversión de la biomasa?*

## Clasificación de las reacciones químicas

BDA U1\_ACT\_3 y 4

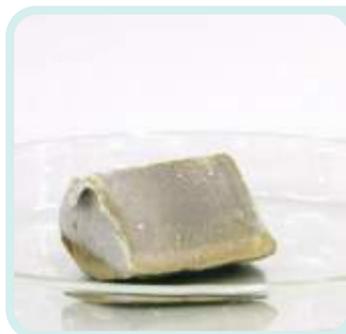
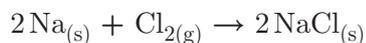
Las reacciones químicas han sido clasificadas por la comunidad científica en diversos tipos. Por ejemplo, dependiendo de la transformación de las sustancias que participan, las reacciones químicas se clasifican en tres tipos: síntesis, sustitución (simple o doble) y descomposición.

### Síntesis

Las reacciones de síntesis son aquellas en las que dos o más sustancias simples, elementos o compuestos, reaccionan para formar un único compuesto. El esquema general de una reacción de síntesis es la siguiente:



Un ejemplo de este tipo de reacción es la síntesis de cloruro de sodio (NaCl) sólido a partir de sodio (Na) sólido y dicloro (Cl<sub>2</sub>) gaseoso. Esta reacción se representa mediante la ecuación química:



▲ Sodio (Na)

+



▲ Dicloro (Cl<sub>2</sub>)

=



▲ Cloruro de sodio (NaCl)

### GI Gran idea de la ciencia

La Gran idea de la ciencia de que *todo material del universo está compuesto de partículas muy pequeñas* se evidencia al clasificar los tipos de reacciones químicas, ya que los criterios de clasificación se fundamentan en cómo se originan y rompen las uniones entre estas diminutas partículas. Considerando esto, *¿crees que los avances en áreas como la nanotecnología, la inteligencia artificial (IA) y la química computacional puedan influir significativamente en la clasificación futura de las reacciones químicas?*

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

Las aplicaciones médicas de la química son cruciales para el avance de la medicina, desde la síntesis de fármacos hasta el diagnóstico de enfermedades y han mejorado la salud humana con soluciones innovadoras. Por ejemplo, la aspirina, el primer fármaco sintético, fue introducido en 1897. Desde entonces se han sintetizado miles de fármacos para aliviar síntomas y tratar, diagnosticar y prevenir enfermedades. Al

respecto: *¿Cómo podemos garantizar un acceso equitativo a estos tratamientos y abordar los desafíos éticos y sociales que plantean? ¿Cuál es el impacto ambiental de la producción y el uso de los compuestos químicos que tienen aplicaciones médicas en los ecosistemas? ¿Qué medidas podríamos tomar para minimizar el impacto ambiental de la producción y el uso de compuestos químicos en aplicaciones médicas?*

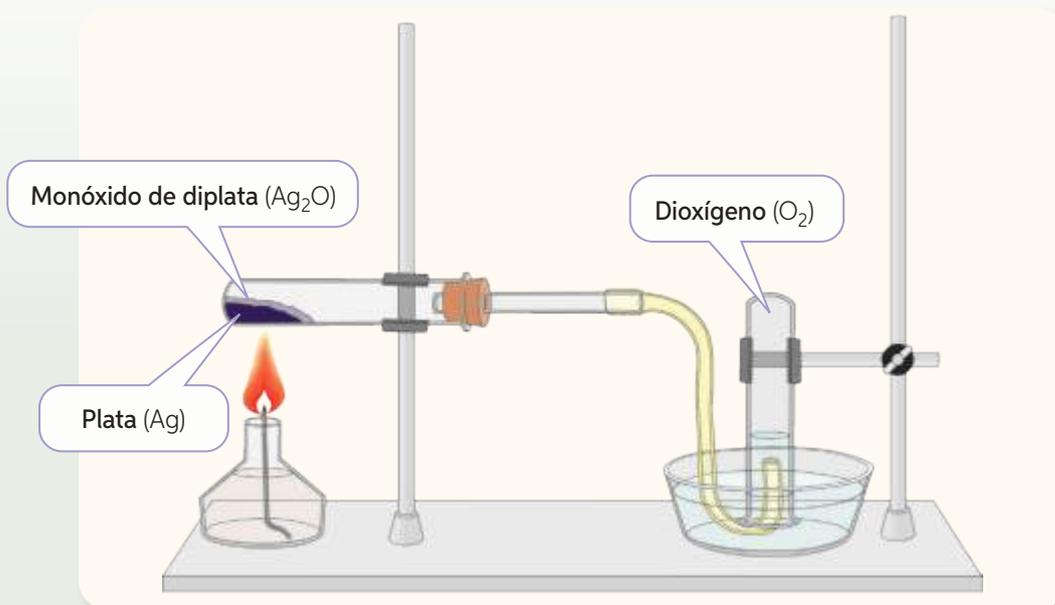
## Descomposición

BDA U1\_VID\_7

Las reacciones de descomposición son aquellas en la que ocurre la ruptura de un único reactante que da origen a dos o más productos. Estas reacciones ocurren cuando el reactante absorbe la suficiente energía (por ejemplo en forma de calor o eléctrica) que le permite romper los enlaces entre los átomos que lo forman. De forma general, una reacción de descomposición es representada con el esquema:



La reacción de monóxido de diplata ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ) que genera plata ( $\text{Ag}$ ) sólida y dióxígeno ( $\text{O}_2$ ) en estado gaseoso corresponde a un ejemplo de una reacción de este tipo. La reacción se representa con la siguiente ecuación química:



### CE Ciencia en nuestro entorno

En los sistemas de seguridad automotriz, una reacción crucial de descomposición ocurre en los airbags. En este proceso, la azida de sodio ( $\text{NaN}_3$ ) sólida se descompone en sodio ( $\text{Na}$ ) sólido y dinitrógeno ( $\text{N}_2$ ) gaseoso. Es este último componente el que infla el airbag, trabajando en conjunto con el cinturón de seguridad para brindarnos protección en caso de colisión. Considerando esto, *¿cuál es la ecuación química que representa esta reacción de descomposición? ¿Qué precauciones crees que hay que tener para que esta reacción ocurra adecuadamente? ¿De dónde obtendrá la azida de sodio la energía para descomponerse?*



## Sustitución

Las reacciones de sustitución, también denominadas de desplazamiento, han sido definidas en ciencias como aquellas en las que un elemento de un reactante es intercambiado o sustituido por un elemento de otro reactante. Otra característica es que en estas reacciones siempre el número de reactantes y productos es el mismo, por ejemplo, si reaccionan dos sustancias, entonces se forman dos. Existen dos tipos de reacciones de sustitución: simple y doble.

### Sustitución simple

El criterio que permite clasificar a una reacción química como sustitución simple es que las sustancias que reaccionan son un elemento y un compuesto. De esta manera, el elemento sustituye en su posición a uno de los elementos del compuesto. Este tipo de reacción química se puede representar de forma general como:



Un ejemplo es la reacción de sustitución entre cobre (Cu) sólido y cloruro de plata (AgCl) acuoso. La ecuación química que describe el proceso es:



El diagrama ilustra la reacción de sustitución simple entre cobre sólido y cloruro de plata acuoso. A la izquierda, se muestra un resorte de cobre sólido y un beaker con una solución acuosa de cloruro de plata. Una flecha indica la reacción. A la derecha, se muestra el mismo beaker después de la reacción, donde el resorte de cobre está cubierto de plata sólida y la solución se ha vuelto azul. Las etiquetas indican: 'Cobre (Cu) sólido', 'Cloruro de plata (AgCl) acuoso', 'Dicloruro de cobre (CuCl<sub>2</sub>) acuoso de color azul' y 'Plata (Ag) sólida de color blanco'.

### CD Ciudadanía digital

Ingresa el código **T2677030A** en la página web **www.auladigital.cl** para utilizar un simulador de reacciones químicas de sustitución simple que permite visualizar la reacción de cuatro compuestos con cuatro metales diferentes.

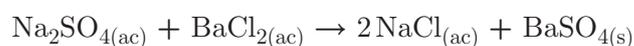
*¿Por qué para la comunidad científica es relevante el uso de herramientas digitales? ¿En qué aspectos la creatividad, una característica de las ciencias, se refleja en este tipo de simuladores? ¿Cuáles crees que son las ventajas y desventajas de estas herramientas?*

## Sustitución doble

Las reacciones de sustitución doble ocurren cuando reaccionan dos compuestos. Al reaccionar los compuestos, se produce el intercambio de un elemento entre ellos. El esquema general de una reacción de sustitución doble es la siguiente:



Por ejemplo, la reacción de sustitución doble entre sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) acuoso y dicloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ ) acuoso da origen a los productos cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) acuoso y sulfato de bario ( $\text{BaSO}_4$ ) sólido. La ecuación química que describe este proceso es:



▲ Sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )



▲ Dicloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ )



Cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ )  
acuoso incoloro

Sulfato de bario ( $\text{BaSO}_4$ )  
sólido de color blanco

### CE Ciencia en nuestro entorno

Las bombas de baño, entre sus principales ingredientes, incluyen bicarbonato de sodio y ácido cítrico. Al entrar en contacto con el agua, estos componentes reaccionan generando una efervescencia notable debido a la liberación de dióxido de carbono. Esta reacción química, que subyace a este fenómeno cotidiano, es conocida como una reacción de sustitución doble.

*¿Por qué se puede afirmar que los productos de una reacción de sustitución doble son compuestos y no elementos? ¿Qué otros productos, además de dióxido de carbono, se formarán al reaccionar bicarbonato de sodio con ácido cítrico? ¿Qué modelo utilizarías para explicar el intercambio de elementos entre los compuestos?*



▲ Bomba de baño

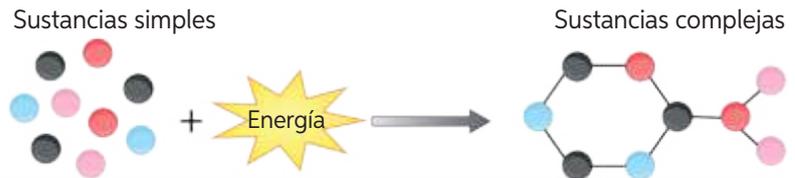
## Reacciones químicas en seres vivos

BDA U1\_ACT\_5 y 6

La evidencia científica ha permitido comprender que en los seres vivos se llevan a cabo permanentemente reacciones químicas que son parte fundamental de sus actividades biológicas. Respecto del metabolismo de los seres vivos, se distinguen dos tipos de reacciones químicas: anabólicas y catabólicas.

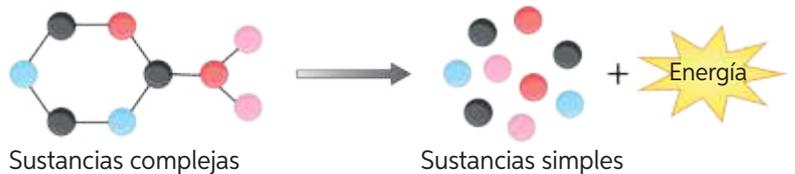
### Reacciones anabólicas

- Cuando se sintetizan sustancias complejas a partir de sustancias simples, por ejemplo, para la síntesis de proteínas, almidón y celulosa.



### Reacciones catabólicas

- Cuando se descomponen sustancias complejas para obtener sustancias simples, por ejemplo, la descomposición de lípidos, proteínas y carbohidratos.



Además, la comunidad científica también diferencia aquellas que ocurren en presencia de oxígeno, como la respiración celular, de las que ocurren en ausencia de oxígeno, como la fermentación y la fotosíntesis.

## Fermentación

La fermentación es un tipo de reacción química que llevan a cabo ciertos microorganismos para obtener energía a partir de la degradación de sustancias orgánicas. Cuando en el proceso se obtiene ácido láctico se denomina fermentación láctica. En cambio, cuando los productos de la reacción son etanol y dióxido de carbono, se denomina fermentación alcohólica.

### AC Alfabetización científica

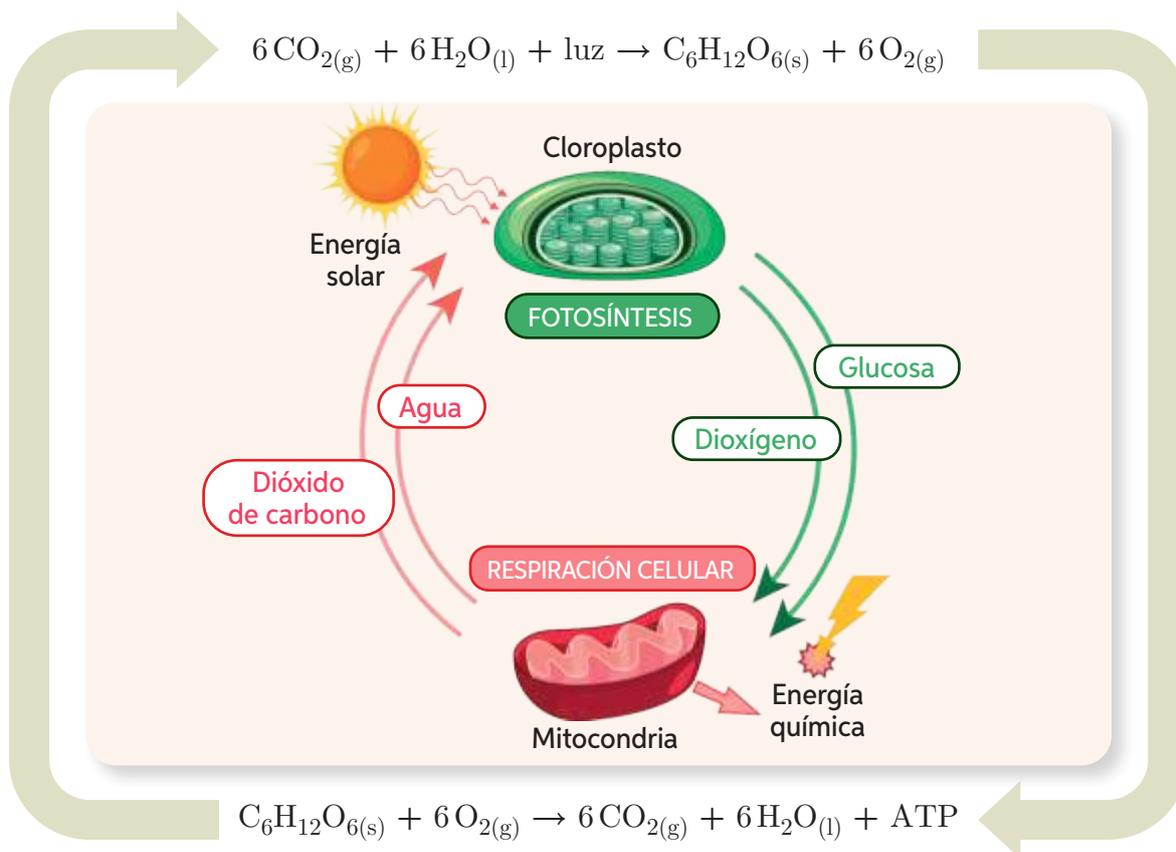
Alrededor del 6000 a. C. ya se utilizaba la fermentación para la producción de cerveza, vino, pan, yogur y queso. En la actualidad, este proceso posee diversas aplicaciones en la industria de los alimentos, por ello sigue siendo de gran interés científico.



▲ Productos obtenidos mediante fermentación alcohólica

## Fotosíntesis

- Proceso químico que se produce en las plantas y otros organismos que tienen clorofila, por ejemplo, algas y bacterias.
- Los reactantes en esta reacción son luz, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).
- Los productos que se obtienen son glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) y dióxígeno ( $\text{O}_2$ ).
- Transforma sustancias inorgánicas en orgánicas.



## Respiración celular

- Conjunto de reacciones químicas que se producen en la mayoría de las células y se lleva a cabo en las mitocondrias.
- Los reactantes de esta reacción son glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) y dióxígeno ( $\text{O}_2$ ).
- Los productos que se generan son dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).
- Provee energía (ATP) necesaria para llevar a cabo otras reacciones.

### Integrando conocimientos

Desde una perspectiva química, exploramos las reacciones de fotosíntesis y respiración celular, aunque su relevancia se extiende más allá de este ámbito hacia la biología, dada su importancia crítica en los ecosistemas. Estas reacciones son fundamentales para comprender el flujo de energía y materia en los ecosistemas, lo que subraya la necesidad de un enfoque integral.

*¿Cuál es el impacto de las variaciones en la composición química del suelo y el agua en la eficiencia de la fotosíntesis y la respiración celular? ¿Cómo afecta esto a la biodiversidad y la productividad del ecosistema? ¿Cómo se relacionan las propiedades químicas de los compuestos orgánicos producidos durante la fotosíntesis y la respiración celular con su disponibilidad como fuente de energía y nutrientes para otros organismos en la cadena alimentaria?*

## Reacciones químicas cotidianas

BDA U1\_ACT\_7 a 9

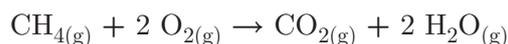
En nuestro entorno ocurren constantemente diferentes reacciones químicas que permiten desarrollar diversas actividades. Algunos ejemplos de estas reacciones cotidianas son la combustión, reacción ácido-base y oxidación-reducción.

BDA U1\_ACT\_17

### Combustión

La evidencia científica ha permitido comprender que toda combustión se origina entre sustancias ricas en energía química, llamadas combustibles, y el dióxígeno ( $O_2$ ), que se denomina comburente. Cuando la combustión tiene lugar en exceso de dióxígeno, se dice que ha ocurrido una combustión completa y sus productos son dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y vapor de agua ( $H_2O$ ). En cambio, cuando la reacción se lleva a cabo con una cantidad limitada de dióxígeno, se dice que la combustión es incompleta y se produce monóxido de carbono ( $CO$ ).

Un ejemplo de este tipo de reacción es la combustión de metano ( $CH_4$ ) gaseoso que reacciona con dióxígeno ( $O_2$ ) gaseoso y producen dióxido de carbono ( $CO_2$ ) gaseoso y agua ( $H_2O$ ) en estado gaseoso. Esta reacción se representa con la ecuación química:



Combustible

Comburente

#### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

La combustión de carbón y petróleo, como fuentes arraigadas de energía, conlleva importantes consecuencias ambientales. Las altas emisiones de  $CO_2$  asociadas contribuyen de manera significativa al calentamiento global, lo que plantea interrogantes profundas sobre nuestro impacto en el planeta. Aunque se están priorizando cada vez más las energías renovables, nos enfrentamos a desafíos significativos en esta transición. Respecto de esta información, *¿cuáles son los efectos a largo plazo de seguir dependiendo en gran medida de la combustión de carbón y petróleo? ¿Qué alternativas, además de las energías renovables, podrían reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles? ¿Cuáles son los desafíos económicos y ambientales para alcanzar una transición energética con fuentes más limpias y sostenibles? ¿Cuál sería la mejor estrategia para garantizar esta transición? ¿Por qué es fundamental construir un futuro sostenible en el que podamos mitigar el cambio climático y preservar el cuidado del planeta?*

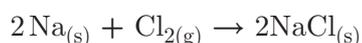


◀ Vista de Santiago de Chile con contaminación atmosférica producto de las emisiones de gases.

## Oxidación-reducción

En las reacciones de óxido-reducción ocurre una transferencia de electrones entre los reactantes. Una de las sustancias que reacciona acepta electrones y se reduce, y otra cede electrones y se oxida. Por lo tanto, la oxidación y la reducción suceden simultáneamente. Las reacciones de óxido-reducción son ampliamente utilizadas y poseen importantes aplicaciones, por ejemplo, con ellas se han podido crear métodos para proteger los metales de la corrosión y fabricar las baterías para generar electricidad.

Un ejemplo es la síntesis de cloruro de sodio (NaCl) sólido a partir de la reacción de sodio (Na) sólido y dicloro (Cl<sub>2</sub>) gaseoso. Este proceso se describe con la ecuación química:



En la reacción, el sodio (Na) pierde electrones y se oxida, mientras que el dicloro (Cl<sub>2</sub>) gana electrones y se reduce.



▲ Cadena de bicicleta oxidada.



Pintura anticorrosiva para metales. ►

## Tecnología para procesar cobre

Igor Wilkomirsky, ingeniero de la Universidad de Concepción, ha desarrollado un proceso revolucionario para el procesamiento de cobre, que emplea hidrógeno verde en la etapa de reducción. Este proceso innovador implica reacciones químicas cruciales que mejoran la eficiencia y la limpieza en la producción de cobre.

En la primera etapa, el concentrado de cobre se somete a una tostación oxidante, donde el hierro (Fe), cobre (Cu) y azufre (S) se transforman respectivamente en Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, CuO y SO<sub>2</sub>, que luego puede ser procesado para diversos fines, como la producción de ácido sulfúrico. También se volatiliza el arsénico y se recupera el molibdeno. En esta etapa, que es altamente exotérmica, se genera vapor de alta presión y se recupera más del 70% de la energía térmica del proceso.

En este ámbito, el investigador utiliza algoritmos de aprendizaje automático, una rama de la inteligencia artificial, que lo ayudan a identificar, entre la gran cantidad de datos, la señal que desea encontrar o explorar.



▲ Igor Wilkomirsky

*¿Por qué crees que el proceso desarrollado por Wilkomirsky ofrece una solución innovadora y eficiente para la producción de cobre? ¿Por qué es importante la recuperación de subproductos? ¿Crees que esta tecnología es beneficiosa para el medio ambiente? ¿Por qué?*

Fuente: Voces Mineras, V. (29 de agosto 2022). Cómo y cuándo operará la nueva tecnología para procesar concentrados de cobre. Voces Mineras. <https://vmm.cl/>

## Reacciones químicas en la Tierra

BDA U1\_VID\_8

La ciencia ha descrito que la superficie de la Tierra está compuesta por tres capas: litósfera, hidrósfera y atmósfera. En cada una de ellas, se llevan a cabo diferentes tipos de reacciones químicas: por ejemplo, en la atmósfera, se produce la formación de ozono y la lluvia ácida; en la litósfera, la formación de carbonatos, óxidos y sales, y en la hidrósfera, la acidificación de los océanos.

BDA U1\_ACT\_10

### Formación de ozono

El ozono ( $O_3$ ) es un gas que se encuentra en la estratósfera (una de las capas de la atmósfera) y que nos protege de la radiación ultravioleta. Las investigaciones científicas han permitido comprobar que se forma de manera natural por la acción de los rayos ultravioleta según la ecuación química:



También, se forma de manera artificial en la tropósfera. En la formación de este tipo de ozono influyen las reacciones de combustión, principalmente aquellas que provienen de combustibles fósiles, como el petróleo y la gasolina.

### Lluvia ácida

Este fenómeno puede tener un origen natural o artificial. De forma natural, se produce por los incendios o erupciones volcánicas que liberan compuestos con los que se producen diferentes ácidos. De manera artificial, se produce por la actividad industrial, el transporte y la actividad minera que liberan al ambiente gases de óxidos de azufre ( $SO_x$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ).



### CE Ciencia en nuestro entorno

El Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente en Chile 2020 comparó el espesor de la capa de ozono de los años 1978-1987 con el del año 2020 en diferentes ciudades del país. A partir de los resultados que se muestran en la tabla, se evidencia la disminución del espesor de la capa de ozono en todas las ciudades, aumentando de esta manera el riesgo de la población ante la radiación UV.

*En parejas, respondan las siguientes preguntas: ¿Qué efectos provoca en los humanos la disminución de la capa de ozono? ¿Cómo afecta al medioambiente? ¿Qué acciones se pueden realizar para mitigar estos efectos? ¿Conoces alguna ley, protocolo o meta en Chile que contemple la recuperación de los niveles de la capa de ozono? Presenten sus respuestas al curso.*

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2021). Capa de Ozono.  
<https://sinia.mma.gob.cl>

Columna de ozono en ciudades de Chile, 1979-1987 y 2020

Ciudad	% de variación 1978-1987 a 2020
Arica	- 1,1
Iquique	- 2,6
Copiapó	- 2,9
Valparaíso-Santiago	- 2,8
Concepción	- 1,7
Valdivia-Puerto Montt	- 2
Aysén	- 3,3
Punta Arenas	- 3,5
Base Frei-Antártica	- 5

La evidencia científica ha permitido comprobar que las actividades humanas aportan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera y una parte genera reacciones químicas en la hidrósfera. Por ejemplo, el CO<sub>2</sub> gaseoso reacciona con el agua (H<sub>2</sub>O) de los océanos aumentando la concentración de iones hidrógeno que generan una disminución del pH del océano, es decir, una acidificación y también una disminución en la disponibilidad de carbonatos. Esto último tiene efectos negativos para los organismos marinos que utilizan el carbonato de calcio para construir sus cubiertas corporales o esqueletos.

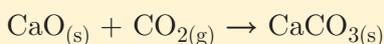
### Formación de carbonatos, óxidos y sales

La formación de distintos compuestos, como carbonatos, óxidos y sales, que constituyen parte de diferentes minerales presentes en el suelo, se forman en la litósfera, que es la capa sólida de la Tierra. Esta formación de compuestos depende de las condiciones ambientales, como humedad, presión y temperatura.

#### Ejemplos

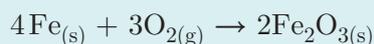
##### Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>)

Se forma a partir de monóxido de calcio (CaO) que reacciona con dióxido de carbono, según la ecuación química:



##### Trióxido de dihierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

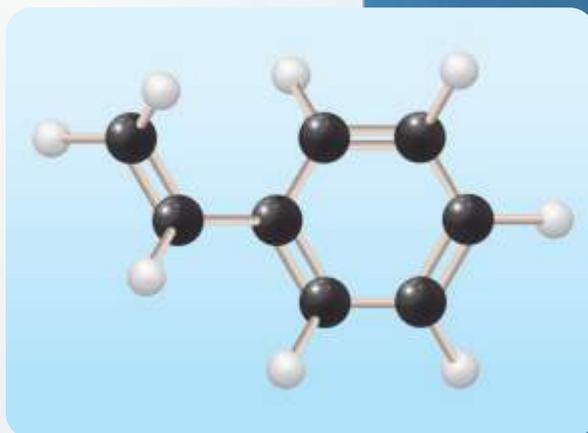
Se origina a partir de la reacción de hierro (Fe) sólido con el dióxígeno (O<sub>2</sub>) disponible en la atmósfera. Este proceso de formación ocurre según la ecuación química:



### CE Ciencia en nuestro entorno

En mayo de 2020, en India, una fuga de gas tóxico en LG Polymers India, resultó en la muerte de doce personas y dejó a cientos hospitalizados. El mal funcionamiento en la unidad de refrigeración provocó que el estireno, un compuesto orgánico, se convirtiera en gas, afectando a varias localidades cercanas y dejando a muchas personas inconscientes en las calles.

*¿Cómo pueden las comunidades locales estar mejor preparadas para responder a emergencias químicas como esta? ¿Qué responsabilidades tienen las empresas en términos de seguridad y protección del medioambiente? ¿Qué lecciones pueden aprender otros países de este incidente?*



▲ Modelo molecular del compuesto estireno

## Reacciones químicas en la industria

BDA U1\_IMA\_1

Hoy en día, se puede constatar un gran desarrollo industrial gracias al conocimiento y la colaboración científica entre diferentes áreas. En particular, en nuestro país, las reacciones químicas que se llevan a cabo a nivel industrial están centradas en la extracción de metales, como el litio y cobre.

BDA U1\_ACT\_12 a 14

### Litio

El litio (Li) puede obtenerse a partir de salmueras o de minerales. Para la obtención a partir de salmueras, el proceso comienza cuando se concentra el mineral tras la evaporación de agua. Luego, se obtiene cloruro de litio (LiCl) a partir del cual se originan carbonato de litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) e hidróxido de litio (LiOH). Si la obtención es por medio de minerales, se lleva a cabo una serie de procedimientos, que van desde la extracción del mineral hasta la electrólisis del cloruro de litio.



▲ Salar de Atacama

### Cobre

El cobre (Cu) puede obtenerse, dependiendo de las condiciones geológicas de formación de rocas, por medio de minerales oxidados (como la cuprita) y a partir de minerales sulfurados (como la calcopirita). Este proceso puede seguir dos caminos; producción por electrorrefinación o por electroobtención. La electrorrefinación consiste en un proceso que busca eliminar las impurezas que dañan las propiedades eléctricas y mecánicas del cobre.



▲ Mina de cobre en Chile

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

El Centro de Investigación Avanzada del Litio y Minerales Industriales (CELIMIN) es líder en el desarrollo de tecnologías relacionadas con el litio. En este contexto, desde 2015, ha estado investigando y patentando métodos para producir baterías de litio, aprovechando recursos locales, como el carbonato de litio del salar de Atacama, Región de Antofagasta. En colaboración con la Universidad de Antofagasta y SQM, busca desarrollar una batería de entre 6 y 10 amperes

por hora para el año 2026, utilizando nuevos materiales catódicos sintetizados a partir de estos procesos.

*¿Cuáles crees que son las ventajas y desventajas de obtener baterías con mayor capacidad?  
¿De qué manera impactan las actividades de extracción de litio al ambiente y a las comunidades atacameñas?*

Fuente: Universidad de Antofagasta. (11 de agosto de 2023).  
En 2026 se creará el primer prototipo de batería de 6 a 10 amperios-hora en la región. <https://www.uantof.cl/>

# DÍA INTERNACIONAL DE LIMPIEZA DE PLAYAS

El Día Internacional de Limpieza de Playas, que es liderado por Ocean Conservancy, tiene como objetivo principal recoger desechos sólidos en playas y ríos en más de 120 países durante septiembre. En Chile, esta actividad es organizada por DIRECTEMAR y el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) desde 2008 y 2011 respectivamente. Cada año, aumenta

la participación de personas voluntarias, instituciones y empresas en la limpieza de playas, lo que demuestra un creciente interés en la preservación marina.

En 2022, las personas voluntarias limpiaron 106 playas en Chile, recolectando 194 618 kg de desechos.

Los desechos más comunes fueron los siguientes:

1. **67 040**

Colillas de cigarro



6. **8 010**

Envoltorios de comida



2. **15 346**

Pedazos de plásticos



7. **7 673**

Botellas de plástico



3. **13 402**

Tapas de botellas



8. **7 006**

Botellas de vidrio



4. **10 852**

Pedazos de vidrio



9. **7 673**

Cuerda (1 metro = 1 pieza)



5. **8 142**

Latas de bebida



10. **7 006**

Tapas de botellas metálicas



En este sentido, debemos tener claro que la basura en las ciudades puede viajar al mar a través del viento, por lo que se enfatiza la importancia manejar adecuadamente los residuos urbanos.

Fuente: Directemar. (s.f.). Limpieza de playa. <https://www.directemar.cl>

¿Qué acciones personales podrías realizar para reducir tu huella de basura y contribuir a la limpieza de playas? ¿Cuál es tu opinión sobre la importancia de educar a las generaciones más jóvenes sobre la conservación marina y la gestión adecuada de los residuos?

¿Qué te motiva a participar en actividades de limpieza de playas? ¿Cómo crees que estas contribuyen al bienestar general de nuestro ecosistema?

¿Qué cambios en tus hábitos diarios podrías implementar para minimizar la cantidad de residuos que terminan en nuestros océanos?

¿Qué medidas adicionales podrían tomarse a nivel local, nacional e internacional para abordar de manera más efectiva la crisis de la contaminación marina?

¿Crees que esta iniciativa permite alcanzar el ODS 13 y 14? ¿Por qué?



## CD Ciudadanía digital

Ingresa el código **T2677039A** en la página web **www.auladigital.cl** para buscar tu playa y encontrar información acerca de las fechas de limpieza y coordinadores locales.

## Conservación de la materia

Durante muchos siglos, los alquimistas experimentaron con toda clase de compuestos. Esto lo hacían con dos propósitos: conseguir la inmortalidad y transformar los metales en oro. En su búsqueda y experimentación, los alquimistas no prestaban mucha atención a las cantidades de las sustancias que utilizaban en sus experimentos.

Fue hasta mediados del siglo XVIII que se estudiaron estos cambios químicos en forma cuantitativa cuando el químico francés Antoine Lavoisier realizó diversos experimentos. En uno de ellos, calentó muestras de metales y aire, en recipientes de vidrio cerrados, y observó que la masa antes y después del calentamiento era la misma. Esto lo llevó a formular la ley de conservación de la materia, conocida también como ley de Lavoisier o ley de conservación de la masa, que afirma lo siguiente:

En toda reacción química la suma de las masas de los reactantes es igual a la suma de las masas de los productos; es decir, la masa se conserva.

Con frecuencia, lo anterior se enuncia del siguiente modo:

La masa no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Por ejemplo, en la reacción química de cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ), la masa antes y después es la siguiente:

### Antes de la reacción química

Al medir en la balanza la masa de los dos compuestos disueltos en agua, cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ), se obtiene una masa total de 154,6 g.

Cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ )

Nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ )



### Después de la reacción química

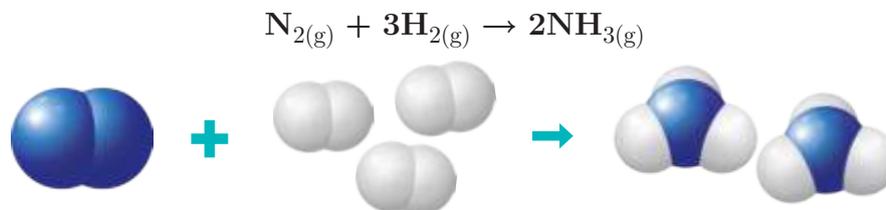
Tras reaccionar, los compuestos forman nitrato de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ) y cloruro de plata ( $\text{AgCl}$ ). La masa total de los productos es igual a la inicial (reactantes), es decir, 154,6 g. Esto demuestra que la masa en una reacción química se conserva.

Nitrato de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ) y cloruro de plata ( $\text{AgCl}$ )



## AC Alfabetización científica

En 1800, el químico John Dalton formuló una teoría que podía explicar la ley de conservación de la materia: “En una reacción, el número de átomos de cada elemento es el mismo en los reactantes y en los productos, pero su organización es diferente”. Es posible representar este postulado utilizando, por ejemplo, el modelo molecular de la síntesis del amoníaco.

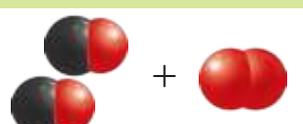


El número de átomos de cada elemento en los reactantes es igual al número de átomos de cada elemento en los productos.

## ¿Cómo comprobar el cumplimiento de la ley de conservación de la materia?

BDA U1\_ACT\_15

La ley de Lavoisier se puede comprobar mediante cálculos sencillos de medición de masa o utilizando un modelo molecular. Por ejemplo, a partir de una reacción de 56 g de monóxido de carbono (CO) con 32 g de oxígeno gaseoso (O<sub>2</sub>), se obtienen 88 g de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

	Reactantes	Productos
<b>Ecuación química</b>	$2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow$	$2\text{CO}_{2(g)}$
<b>Modelo molecular</b>		
<b>Número de átomos</b>	2 carbonos + 2 oxígenos	= 2 carbonos 4 oxígenos
<b>Masa (g)</b>	56 + 32	= 88
<b>Comprobación de la ley de conservación de la materia</b>	88 g	= 88 g

De acuerdo con el ejemplo, 56 g de monóxido de carbono (CO) reaccionan con 32 g de dióxígeno (O<sub>2</sub>) para formar 88 g de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Así, la masa de los reactantes es 88 g, igual a la masa del producto, con lo cual se cumple la ley de conservación de la materia.

Si se expresa la ley de conservación de la materia en palabras, se tiene:

- Los átomos de los reactantes están en igual número que los átomos de los productos.
- La masa de los reactantes es igual a la masa de los productos.

## ¿Cómo diseñar de una investigación experimental?

Dar solución a una problemática a través del diseño de una investigación experimental requiere de una definición clara del objetivo, una pregunta de investigación, una hipótesis y un procedimiento para llevar a cabo. Por ejemplo, si la problemática es la siguiente:

Los gases, en su mayoría, son invisibles a nuestros ojos. Esta cualidad ha sido la razón por la cual la ley de conservación de la materia ha sido y sigue siendo difícil de creer para muchos. De igual manera, el efecto de los gases de efecto invernadero presenta un desafío similar. Al no poder ver estos gases, nos resulta difícil creer que pueden tener un impacto significativo en nuestro medioambiente y en nuestra propia salud.

A continuación, se sugiere una serie de pasos para dar solución a la problemática a través del diseño de una investigación experimental.

PASO

### 1 ▶ Definir el objetivo de investigación

Para este paso es importante responder las preguntas: ¿Qué queremos lograr? ¿Para qué queremos realizar esta investigación?. Es importante considerar que un objetivo comienza con un verbo en infinitivo y considera las variables que se evaluarán. Un ejemplo de objetivo de investigación es el siguiente:

*“Comprobar el impacto de los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, en el calentamiento global y su relación con la ley de conservación de la materia”*

PASO

### 2 ▶ Plantear una pregunta de investigación

Una pregunta de investigación incluye las variables de estudio. En este sentido, es importante diferenciar entre los tres tipos de variables:

- Variable independiente, que es la variable que modificamos.
- Variable dependiente, que es la variable que cambia debido al efecto de la variable independiente.
- Variable constante, que es la que no se modifica y no varía en el tiempo.

Considerando esto, una posible pregunta de investigación es:

*¿Cuál es el efecto del aumento de dióxido de carbono en la temperatura ambiental considerando la ley de conservación de la materia?*

PASO

### 3 ▶ Formular una hipótesis

Una hipótesis es una respuesta anticipada que puede ser validada por medio de una investigación. En términos más simples, es lo que creemos que sucederá, basándonos en investigación previa. La hipótesis debe responder a la pregunta de investigación antes planteada. Un ejemplo de hipótesis es el siguiente:

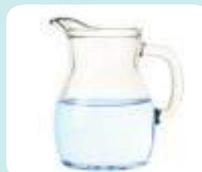
*“Si existe un aumento en la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera, la temperatura ambiental aumenta. Esto, considerando que, de acuerdo con la ley de conservación de la materia, el dióxido de carbono no se destruye y se mantiene como producto de diferentes reacciones químicas”*

## Seleccionar los materiales y definir el procedimiento

Los materiales y el procedimiento deben permitir cumplir con el objetivo de la investigación y las variables de estudio, es decir, permitir medir la variable dependiente y modificar la variable independiente. Una posibilidad para resolver la problemática implica utilizar los siguientes materiales y procedimiento:

### Materiales

- Termómetro
- Balanza digital
- Agua
- Tierra
- Plantas
- Vinagre
- Botellas de plástico
- Bicarbonato de sodio



### Procedimiento

1. Preparar 4 botellas de plástico, una para el control y otra tres para el grupo experimental,
2. Agregar tierra, agua y una planta en cada botella.
3. Colocar un termómetro en cada una. Cerrar la botella control.
4. Registrar la masa total de cada botella con todos los materiales dentro utilizando la balanza digital y anota estos valores.
5. Verter 5 g de vinagre en la botella experimental N°1.
6. Agregar 1 g de bicarbonato a la tapa. Luego, con cuidado y rapidez, tapa la botella. Observar y registrar lo que sucede.
7. Después de la reacción, volver a medir la masa total de cada botella con todos los materiales dentro utilizando la balanza digital y anotar estos nuevos valores.
8. Repetir el procedimiento en la botella N°2 con 10 g de vinagre y 2,5 g de bicarbonato.
9. Repetir el procedimiento en la botella N°3 con 15 g de vinagre y 5 g de bicarbonato.
10. Registrar la temperatura cada 2 horas.

## Reflexiono sobre mi aprendizaje

BDA U1\_ACT\_19

A partir de lo estudiado en esta lección, responde:

- ¿Cuáles son las fortalezas y desafíos personales que fuiste detectando a medida que estudiabas la lección?
- ¿Qué conceptos consideras que debes reforzar con relación a la clasificación de reacciones químicas? ¿Qué dudas te surgen respecto de la conservación de la materia?
- ¿A qué tipo de reacción corresponden las reacciones químicas estudiadas que ocurren en seres vivos? ¿A qué tipo corresponden las que ocurren en la Tierra y en la industria?

## Reacciones químicas

¿Qué es una reacción química?

Son cambios químicos de la materia en los que ocurre una reorganización de los átomos que da origen a nuevas sustancias.

Las sustancias iniciales se denominan reactantes.

Las sustancias finales se denominan productos.

¿Cuáles son los requerimientos para que ocurran?

Para que una reacción química ocurra, requiere de energía para romper y formar enlaces, que se produzcan choques efectivos y que se forme el estado de transición (complejo activado).

¿Qué manifestaciones permiten identificarlas?

Cambio de color

Cambio de olor

Formación de precipitados

Emisión de luz

Desprendimiento de gases

Absorción o liberación de calor

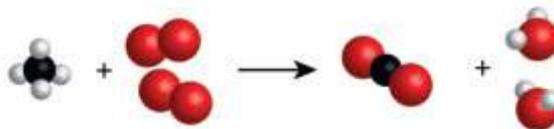
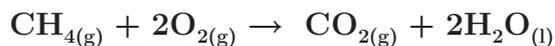
¿Cuáles son los factores que modifican su velocidad?

Algunos factores que influyen en la velocidad de una reacción son temperatura, concentración, superficie de contacto, presión y presencia de un catalizador.

¿Cómo representarlas?

Ecuación química

Modelo molecular

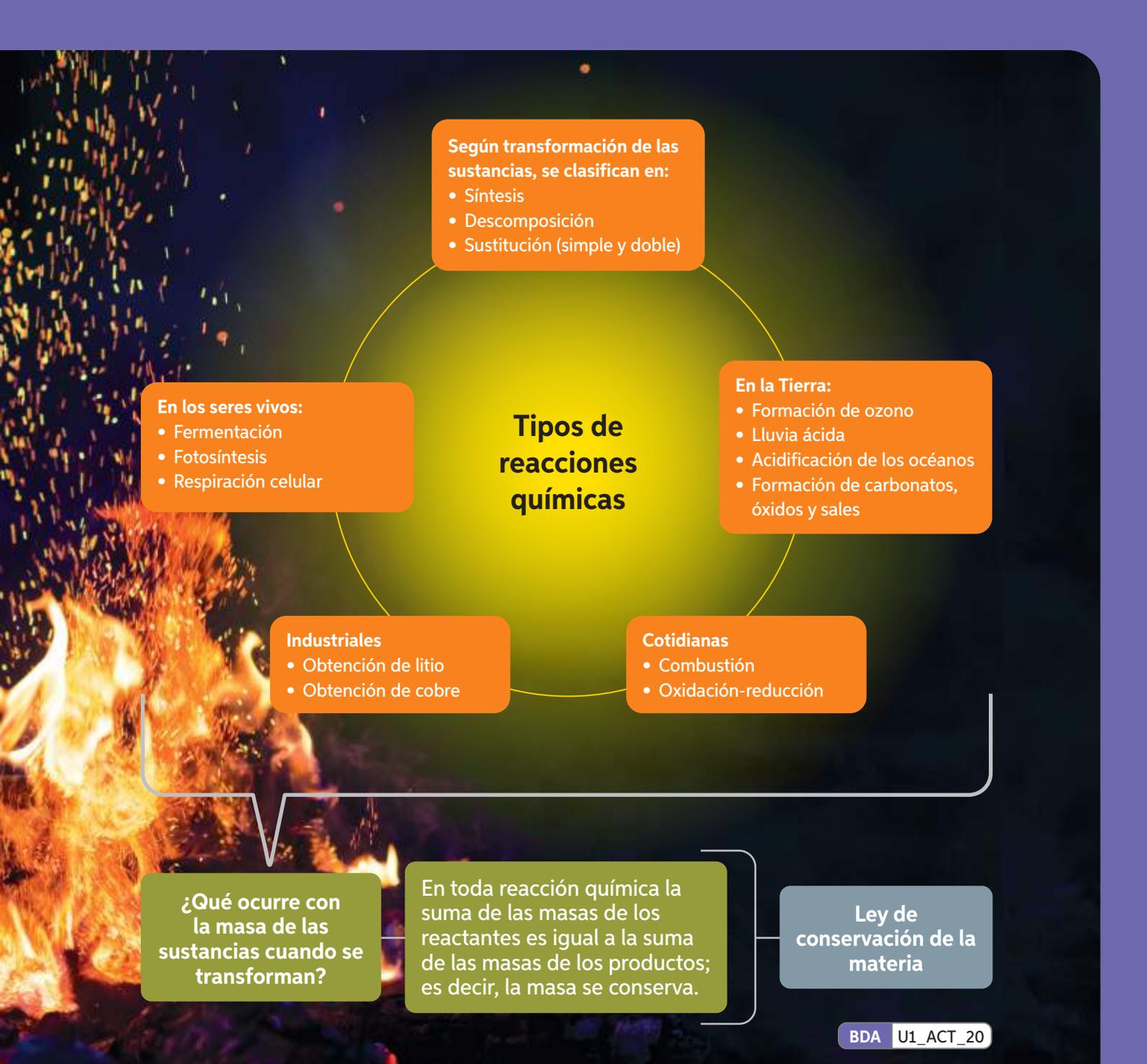


## APLICO LO APRENDIDO

La metanogénesis es un proceso en el cual la materia orgánica se transforma en gas metano. Dicho proceso es ampliamente utilizado en la producción de biogás a partir de la descomposición del ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) del cual se obtienen los productos metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). A partir de esta información, realiza las actividades:

BDA U1\_VID\_10

- Plantea la ecuación química que representa la reacción de metanogénesis.
- Representa la reacción mediante un modelo molecular.
- Comprueba si la reacción cumple con la ley de conservación de la materia.



## ¿QUÉ SÉ AHORA?

Luego de revisar la síntesis, vuelve al inicio de la unidad y responde:

- ¿Qué respuestas de las entregadas modificarías? ¿Por qué?
- ¿Cuáles de los conceptos estudiados en esta unidad utilizarías para describir las reacciones químicas que se generan en los incendios forestales?
- ¿Cómo influye el conocimiento acerca de las reacciones químicas en el desarrollo de hábitos que fomenten la protección del medioambiente y el bienestar de todos los seres vivos?



▲ Tocopilla, Chile.

UNIDAD

# 2

## Estequiometría de reacción

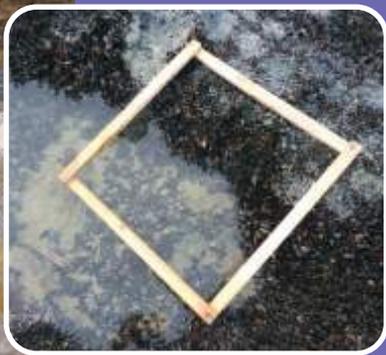
En esta unidad, explicaremos una reacción química a partir del balance de las cantidades de las sustancias que participan, las leyes de proporcionalidad que permiten la formación de compuestos simples y las magnitudes atómicas y molares que permiten determinar el número de partículas que conforman una sustancia. Además, estableceremos relaciones cuantitativas entre los reactantes y productos que permitirán determinar el reactivo limitante y en exceso, y el rendimiento de una reacción química; también, obtendremos la composición de diferentes sustancias desde sus fórmulas empíricas y moleculares y, finalmente, analizaremos reacciones químicas de importancia industrial y ambiental con el fin de tomar conciencia de las problemáticas ambientales locales y globales, y de la importancia de conservar el entorno natural y sus recursos.



▲ Metal pesado, arsénico (As).



▲ Equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA).



▲ Cuadrante de metro cuadrado utilizado para toma de muestras.

## Metales pesados en borde costero nortino

Una investigación científica realizada en 33 puntos de las regiones de Coquimbo y Arica y Parinacota logró identificar la presencia de metales pesados en el suelo marino del borde costero. Algunas de las cifras más preocupantes son la exorbitante presencia de plomo, arsénico y mercurio en playas de la ciudad de Antofagasta (principalmente Tocopilla, Taltal y Tongoy) y anomalías provocadas por las altas concentraciones de hierro en suelos en la comuna de Huasco, Región de Atacama.

Fuente: Universidad de Antofagasta (05 de mayo de 2023). Tocopilla, Taltal y Tongoy lideran índices de contaminación por metales pesados en borde costero según estudio de la Universidad de Antofagasta. [www.uantof.cl](http://www.uantof.cl)

- 1 La investigación liderada por Isabel Pizarro, doctora en Química Analítica y académica de la Universidad de Antofagasta destacó la gran presencia de materia orgánica en diversos puntos estudiados, lo que favorece la movilidad de metales pesados al borde costero.
- 2 En el estudio fue analizada la potencial presencia de los metales arsénico, plomo, mercurio, cromo, cadmio, cobre, hierro, níquel, zinc y manganeso. Para ello, utilizaron la técnica de un cuadrante de metro cuadrado y, posteriormente, la técnica de espectrofotometría de absorción atómica (EAA).
- 3 Los análisis de los resultados estuvieron basados en normas canadienses, de Países Bajos o de Estados Unidos, debido a que en Chile no existen normas concretas para su regulación. Algunos de los resultados superaron los índices recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

A partir de la información, responde las siguientes preguntas:

BDA U2\_VID\_1

- ¿Cuál crees que es el origen del término “metales pesados”? ¿Cuál crees que es el principal origen de estos metales?
- ¿Qué relación existe entre las transformaciones de la materia y la concentración de estos metales en los bordes costeros? ¿Podrías afirmar que estos metales pesados son el resultado de una reacción química?
- ¿En qué aspectos de esta investigación se ve reflejada la relación entre la ciencia y tecnología? ¿Qué impactos generan estas áreas del conocimiento en la sociedad y ambiente?

## LECCIÓN 1 ¿Qué leyes y magnitudes rigen las reacciones químicas?

### ➔ Exploro mis ideas

- ¿Qué ocurre microscópicamente con las sustancias que participan en una reacción química? ¿Cómo se denominan las sustancias que se encuentran al inicio y al final de una reacción química?
- ¿De qué manera determinarías la cantidad necesaria de sustancias para llevar a cabo una reacción química? ¿Cómo podrías calcular las sustancias que se forman en la reacción química?
- ¿Cómo se podría comprobar que, en una reacción química, la masa inicial y la masa final son iguales? ¿De qué manera crees que esto se relaciona con las ecuaciones químicas?

### ¿Qué es una ley en ciencia?

Una de las características de la ciencia es que el conocimiento que produce se basa, al menos parcialmente, en las observaciones de fenómenos del mundo natural (empírico). Para explicar dichos fenómenos que se observan, el conocimiento científico distingue y se organiza, por ejemplo, en hipótesis, predicciones, modelos, teorías y leyes. En este sentido, una ley ha sido definida por la ciencia como un enunciado que afirma la relación entre fenómenos observables y, por lo general, corresponde a una expresión verbal concisa o a una expresión matemática que resume una amplia variedad de observaciones y experiencias.

En cuanto a su relación con las reacciones químicas, hasta el siglo XVIII el estudio de la química se basaba en descripciones cualitativas. Sin embargo, desde mediados del siglo XXI, en ciencias, se produjo un cambio significativo gracias a la colaboración científica que permitió estudiar las reacciones químicas desde un punto de vista cuantitativo. Estas primeras descripciones cuantitativas se conocen hoy como leyes fundamentales de la química o leyes ponderales.

*¿Qué diferencia una hipótesis de una predicción? ¿Qué ejemplos de modelos conoces? ¿Cuáles teorías científicas podrías describir?*

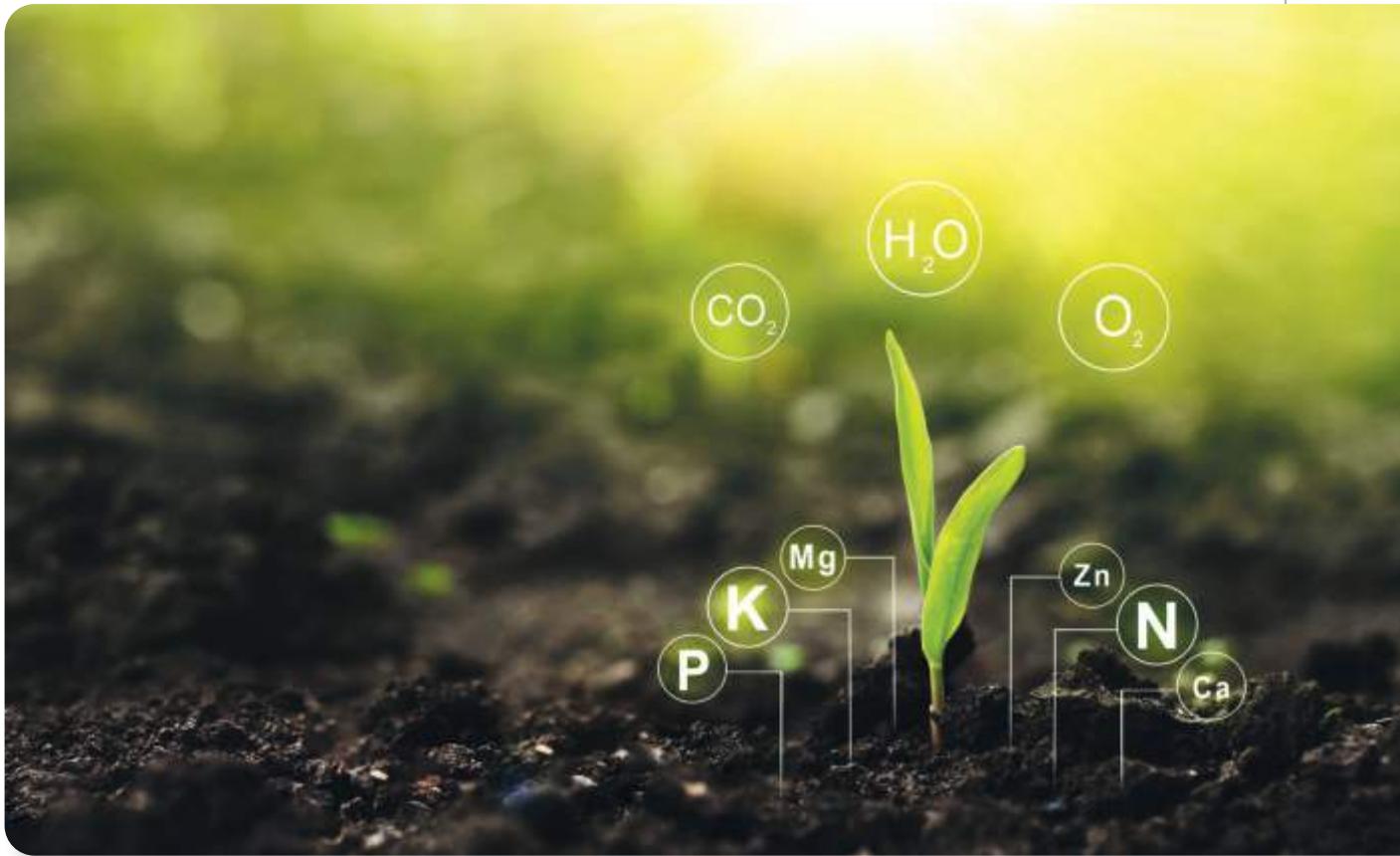
BDA U2\_AUD\_1



**CE** Ciencia en nuestro entorno**Fotosíntesis**

La fotosíntesis es una reacción química que ocurre principalmente en las hojas de las plantas. En ella, los organismos fotosintéticos utilizan luz, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) para producir glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) y dióxígeno ( $\text{O}_2$ ).

*¿Qué átomos forman las sustancias que participan en esta reacción química? ¿En qué proporción están los átomos en cada una de estas sustancias? ¿Qué crees que ocurriría si se modifica esta proporción? ¿Cómo calcularías la cantidad de moléculas de dióxido de carbono y agua que se necesita para formar una molécula de glucosa?*

**Nutrientes de las plantas**

Los principales nutrientes de una planta son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Una de las funciones del nitrógeno es el crecimiento de las hojas y tallos de las plantas. El fósforo, por su parte, permite la maduración de semillas y frutos, además de la formación de raíces. El potasio permite la formación de raíces y tallos fuertes, y de semillas y hojas gruesas que facilitan el transporte de otros nutrientes.

*¿Cómo podrías determinar la cantidad exacta de nutrientes que necesita una planta? ¿Qué método utilizarías para comprobar que estos nutrientes están formados por una cantidad diferente de átomos?*

## Métodos de balance de ecuaciones químicas

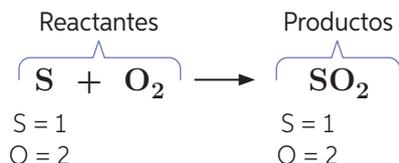
El conocimiento científico desarrollado de forma gradual ha establecido que el balance de ecuaciones químicas es el proceso que refleja y representa el cumplimiento de la ley de conservación de la materia en las reacciones químicas. En el balance de ecuaciones se busca igualar la cantidad de átomos de las sustancias (reactantes y productos) que participan de una reacción química. Así, se dice que la ecuación química está balanceada cuando tiene la misma cantidad de átomos en el lado de los reactantes y en el lado de los productos.

Al respecto, se han descrito diferentes métodos para balancear ecuaciones químicas. Entre ellos, se encuentran el método por tanteo y el método matemático, también conocido como método algebraico. En ambos métodos, primero se debe proceder a determinar si la ecuación cumple o no la ley de conservación de la masa, para lo cual han definido una serie de pasos:

- Identificar los elementos que están presentes en reactantes y en productos por separado.
- Calcular la cantidad de átomos de los reactantes y de los productos.
- Verificar si la ecuación química cumple con la ley de conservación de la materia.

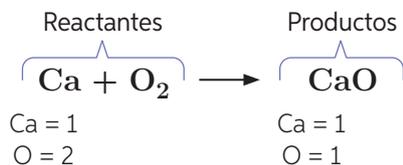
Observa los siguientes ejemplos:

### Ecuación química N°1



En la ecuación química, la cantidad de átomos de azufre (S) y oxígeno (O) es la misma en reactantes y productos. Por lo tanto, es posible afirmar que **cumple** con la ley de conservación de la materia.

### Ecuación química N°2



En la ecuación química, la cantidad de átomos de calcio (Ca) es igual en reactantes y productos. Sin embargo, para los átomos de oxígeno (O), en reactantes hay 2 y en los productos es 1. De esta manera, es posible afirmar que **no cumple** con la ley de conservación de la materia.

### AC Alfabetización científica

La ley de conservación de la materia se vio desafiada con la teoría cuántica y los postulados de Einstein en el siglo XX. La mecánica cuántica, con el concepto de cuantización de la energía, descubrió que las partículas subatómicas pueden aparecer y desaparecer espontáneamente, lo que desafiaba la noción de conservación de la masa tal como se entendía en la física clásica. Además, la teoría de la relatividad de Einstein demostró que la masa y la energía están relacionadas a través de la expresión

matemática  $E=mc^2$ , lo que implica que la masa puede convertirse en energía y viceversa. Estos avances teóricos fueron respaldados por avances tecnológicos significativos. Tal es el caso de los aceleradores de partículas y los detectores de alta precisión, que permitieron observar fenómenos a escalas subatómicas y confirmar las predicciones de la mecánica cuántica y la relatividad.

*¿Por qué crees que en la actualidad continuamos aplicando la ley de conservación de la materia?*

## Método por tanteo

El método por tanteo ha sido descrito como aquel que permite balancear ecuaciones químicas sencillas. Consiste en probar diferentes valores para los coeficientes estequiométricos hasta igualar el número de átomos de reactantes y productos.

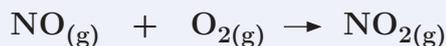
Por ejemplo, si se quiere balancear la ecuación química de la reacción entre monóxido de nitrógeno (NO) gaseoso y dióxígeno (O<sub>2</sub>) gaseoso para formar dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) gaseoso, a través del método por tanteo, se recomiendan los siguientes pasos:

### CD Ciudadanía digital

Digita el código **T2677051A** en la página web **www.auladigital.cl** para ingresar a un simulador de balance de ecuaciones químicas de las reacciones químicas de síntesis de amoníaco, descomposición del agua y combustión de metano.

#### 1 Contar la cantidad de átomos en reactantes y productos.

Ecuación química



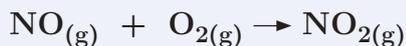
Modelo de esferas



La cantidad de átomos de nitrógeno (N) en reactantes y productos es 1. La cantidad de átomos de oxígeno (O) en reactantes es 3 y en productos es 2.

#### 2 Balancear los átomos diferentes de oxígeno e hidrógeno (primero los metálicos y luego, los no metálicos).

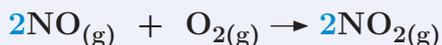
Ecuación química



La cantidad de átomos de nitrógeno (N) es igual en ambos lados de la ecuación química.

#### 3 Balancear los átomos de oxígeno. Luego, los átomos de hidrógeno.

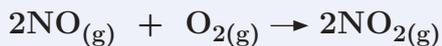
Ecuación química



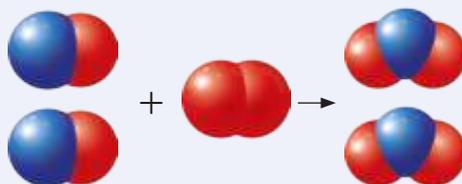
Los coeficientes estequiométricos de NO y NO<sub>2</sub> son modificados por el valor 2. De esta manera, la cantidad de átomos de oxígeno (O) es 4 en reactantes y productos.

#### 4 Comprobar que la ecuación está balanceada.

Ecuación química



Modelo de esferas



Tras balancear la ecuación química la cantidad de átomos de nitrógeno (N) en reactantes y productos es 2. La cantidad de átomos de oxígeno (O) en reactantes y productos es 4. Por lo tanto, está balanceada y cumple con la ley de conservación de la materia.

## Método matemático

En ciencia, el método algebraico consiste en utilizar un sistema de ecuaciones matemáticas para equilibrar la cantidad de átomos de los reactantes y productos de una reacción química y cumplir con la ley de conservación de la materia. Este método se emplea, principalmente, cuando las ecuaciones son complejas y es difícil abordarlas con el método por tanteo, porque se requieren procedimientos matemáticos de ajuste para cumplir con la ley de conservación de la materia. Este método incluye los siguientes pasos:

1. Contar la cantidad de átomos en reactantes y productos
2. Asignar letras a cada sustancia que participa de la reacción química.
3. Igualar el número de átomos de cada elemento y determinar las igualdades.
4. Asignar el valor 1 a uno de los coeficientes.
5. Reemplazar los valores de los coeficientes estequiométricos. Si resultan coeficientes fraccionarios, quitar los denominadores y simplificar si es posible.
6. Comprobar que la ecuación está balanceada.

Por ejemplo, para balancear la ecuación química de la reacción entre trióxido de níquel ( $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ) sólido y dihidrógeno ( $\text{H}_2$ ) gaseoso para producir níquel ( $\text{Ni}$ ) sólido y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) líquida:

BDA U2\_VID\_2

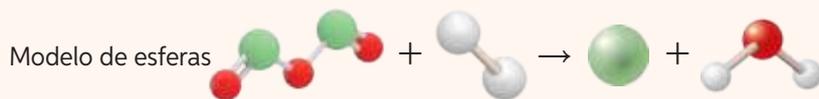
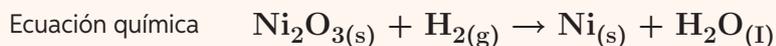
BDA U2\_ACT\_16

### Integrando conocimientos

En la asignatura de **Matemática** resuelven sistemas de ecuaciones lineales utilizando métodos algebraicos de resolución, como eliminación por igualación, sustitución y adición. Para obtener los coeficientes estequiométricos a partir del método matemático, deberás despejar las incógnitas de las ecuaciones que plantees haciendo sustituciones. Por ello, este tipo de balance también se conoce como método algebraico.

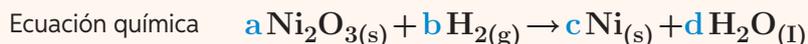
*¿Crees que sería posible balancear ecuaciones químicas complejas sin los métodos algebraicos de matemática? ¿Por qué?*

#### 1 Contar la cantidad de átomos en reactantes y productos.



La cantidad de átomos de níquel (Ni) en reactantes es 2 y en productos es 1. La cantidad de átomos de oxígeno (O) en reactantes es 3 y en productos es 1. La cantidad de átomos de hidrógeno (H) en reactantes y productos es 2.

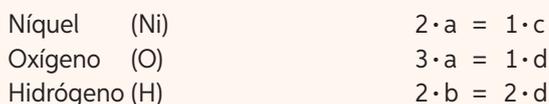
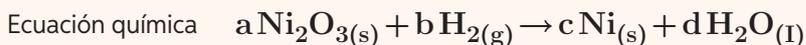
#### 2 Asignar letras a cada sustancia que participa de la reacción química.



Las letras a y b fueron asignadas a los reactantes. Las letras c y d a los productos.

**3**

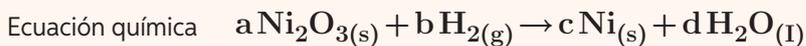
Igualar el número de átomos de cada elemento y determinar las igualdades.



El número de átomos de cada elemento se asocia a una de las letras. Ejemplo, hay 2 átomos de H en la letra "b" y 2 átomos de H en la letra "d".

**4**

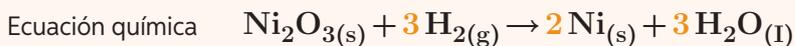
Asignar un valor arbitrario a una de las letras, por ejemplo, 1 para la letra "a". Luego, reemplazar cada una de las letras.



Si de forma arbitraria la "a" es 1, despejando las igualdades, la letra "c" tiene un valor de 2, "d" es 3 y "b" es 3.

**5**

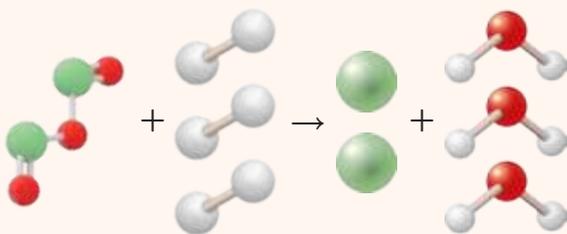
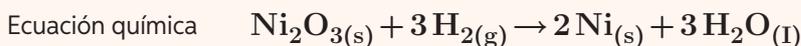
Reemplazar los valores de las letras en la ecuación química. Si resultan coeficientes fraccionarios, quitar los denominadores y simplificar si es posible.



El valor de cada letra corresponde al coeficiente de cada una de las sustancias que participa en la reacción.

**6**

Comprobar que la ecuación está balanceada.



La cantidad de átomos en reactantes y productos de níquel (Ni) es 2, de oxígeno (O) es 3 y de hidrógeno (H) es 6. Por lo tanto, está balanceada y cumple con la ley de conservación de la materia.

## Leyes ponderales

El desarrollo paulatino y colaborativo del conocimiento científico queda demostrado con las leyes ponderales, porque fueron los planteamientos de la ley de conservación de la materia y de las teorías y modelos atómicos los que permitieron posteriormente comprender el fundamento de las combinaciones de los átomos y las reacciones químicas.

Respeto de los inicios en el estudio de la estructura atómica, fue John Dalton, naturalista, químico, matemático y meteorólogo, quien sentó las bases para comprender el comportamiento de la materia, y sus postulados continúan siendo relevantes hasta hoy. Dalton formuló su teoría atómica tras analizar cuidadosamente sus propios trabajos experimentales y estudios previos realizados por destacados científicos, como Joseph Proust y Antoine Lavoisier. Su labor ejemplifica con claridad cómo el conocimiento científico se construye de forma gradual y apoyándose en evidencia empírica obtenida a través de procesos rigurosos y replicables, elementos esenciales que caracterizan la naturaleza de las ciencias.

## Postulados de John Dalton y las leyes ponderales

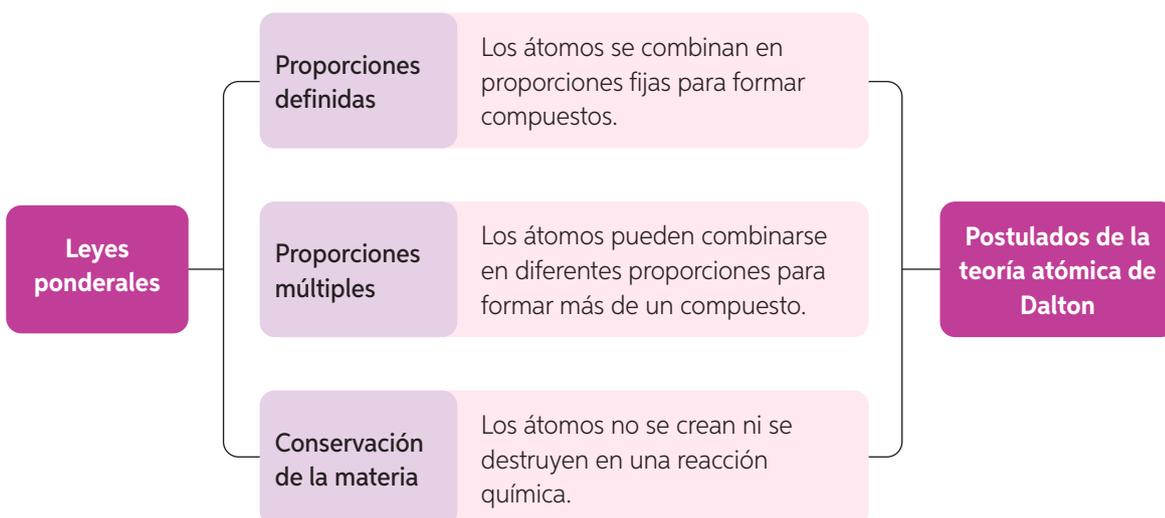
El concepto de átomo le facilitó a Dalton explicar tanto la ley de la conservación de la materia de Lavoisier como la ley de las proporciones definidas de Joseph Proust, además de permitirle plantear la ley de las proporciones múltiples. A continuación, se describen los postulados de la teoría atómica de Dalton que sirvieron de base para los planteamientos de las leyes ponderales.

### GI Gran idea de la ciencia

Toda la materia del universo está conformada por partículas muy pequeñas. ¿Cómo se relaciona esta gran idea de la ciencia con los planteamientos de Dalton sobre la constitución de la materia?



▲ John Dalton (1766 - 1844)



A comienzos del siglo XIX, los químicos franceses Joseph Proust (1754–1826) y Claude Berthollet (1748-1822) estudiaron la composición de los compuestos químicos. Sin embargo, sus explicaciones respecto de la combinación química no fueron totalmente coincidentes.

### AC Alfabetización científica

Hoy la evidencia científica ha podido concluir que el estaño puede formar dos óxidos: monóxido de estaño (SnO), que contiene 88 % de Sn, y el dióxido de estaño (SnO<sub>2</sub>) que contiene 79 % de Sn.

Estos resultados y otros experimentos realizados por Proust lo condujeron a formular, en 1799, la ley de las proporciones definidas, la que afirma lo siguiente:

*Porciones o muestras de una sustancia están formadas por los mismos elementos y en una misma proporción o relación de masas.*

En otras palabras:

*Cuando dos o más elementos se combinan para formar un compuesto, la proporción de las masas de los elementos que reaccionan tiene siempre un valor definido, constante.*

### Joseph Proust

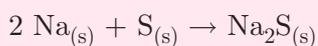
- Realizó un cuidadoso trabajo cuantitativo del óxido de estaño.
- Obtuvo evidencia suficiente para verificar que existen dos óxidos de estaño.
- Estableció que cada uno de los óxidos de estaño está formado por proporciones fijas de sus elementos.

### Claude Berthollet

- Sostenía que la proporción en masa de cada elemento en un compuesto podía ser variable.
- Analizó una muestra de óxido de estaño, la cual no sabía que contenía una mezcla de óxidos, y estableció que el porcentaje de estaño en el óxido variaba entre 79 y 88 %.

## ¿Cómo se puede verificar el cumplimiento de la ley de proporciones definidas?

Para verificar el cumplimiento de esta ley haremos reaccionar diferentes cantidades de sodio metálico (Na) y azufre (S) para obtener monosulfuro de sodio (Na<sub>2</sub>S). Este compuesto se utiliza frecuentemente en la industria del papel y se obtiene mediante esta reacción:



Al modificar las cantidades de los reactantes se obtienen estos resultados:

<b>Caso 1</b>	4,6 g de Na + 3,2 g de S → 7,8 g de Na <sub>2</sub> S	No sobra sodio (Na)
<b>Caso 2</b>	23,2 g de Na + 12,8 g de S → 35,8 g de Na <sub>2</sub> S	Sobran 4,8 g de sodio (Na)
<b>Caso 3</b>	40,6 g de Na + 25,6 g de S → 62,4 g de Na <sub>2</sub> S	Sobran 3,8 g de sodio (Na)

Las masas de sodio y azufre que reaccionan son diferentes. Sin embargo, su proporción en masa entre los elementos es siempre la misma e igual a 1,4. Por lo tanto, cumple con la ley de las proporciones definidas.

$$\frac{\text{masa}_{\text{Na}}}{\text{masa}_{\text{S}}} = \frac{4,6 \text{ g}}{3,2 \text{ g}} = \frac{18,4 \text{ g}}{12,8 \text{ g}} = \frac{36,8 \text{ g}}{25,6 \text{ g}} = 1,4$$

Caso 1    Caso 2    Caso 3

## ¿Cómo se calcula la masa de los elementos que forman un compuesto conociendo su relación en masa?

Para calcular la masa de los elementos en una muestra de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) de 51,48 g, utilizamos la relación en masa entre hidrógeno y oxígeno, que es 1:8. Esto significa que, por cada parte de masa de hidrógeno, hay ocho partes de masa de oxígeno. En términos de proporción en masa, esto se traduce en que la masa de hidrógeno representa aproximadamente el 12,5% (0,125) de la masa total del agua, mientras que la masa de oxígeno representa el 87,5% restante. Por lo tanto, para una muestra de 51,48 g de agua, la masa de hidrógeno es aproximadamente 5,72 g y la masa de oxígeno es aproximadamente 45,76 g.

A continuación, en la tabla pueden comprobar que la proporción en masa de hidrógeno y oxígeno es siempre la misma para diferentes cantidades, en masa, de agua:

Masa de agua (g)	Masa de hidrógeno (g)	Masa de oxígeno (g)	Relación	Proporción
1,8	0,2	1,6	0,2 : 1,6	0,125
13,5	1,5	12	1,5 : 12	
198,9	22,1	176,8	22,1 : 176,8	
493,2	54,8	438,4	54,8 : 438,4	

### CE Ciencia en nuestro entorno

Se suele comparar la cocina con un pequeño laboratorio debido a que en ella se evidencia la presencia de diferentes tipos de compuestos químicos. Por ejemplo, en la imagen observamos la sal de mesa formada por cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), la presencia en el aire de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que es el gas que exhalas al respirar, y de metano ( $\text{CH}_4$ ), que es uno de los componentes principales del gas con el que cocinamos los alimentos.

*¿Crees que estas sustancias cotidianas cumplen con la ley de las proporciones definidas? ¿Por qué? ¿Cuál es la proporción en masa del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) si la relación en masa C : O es de 12 : 32? ¿De qué manera podrías utilizar esa información para determinar la proporción de otro compuesto denominado monóxido de carbono ( $\text{CO}$ )?*

▼ Metano ( $\text{CH}_4$ )



▲ Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )



◀ Cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ )

## Imágenes del nanomundo

**D**urante el año 2023, distintas regiones de Chile tuvieron la visita de una exposición denominada “Imágenes del nanomundo”.

Los últimos diez años, el Centro de Nanociencia y Nanotecnología, conocido como CEDENNA, ha organizado un concurso anual entre sus investigadores para capturar imágenes artísticas del mundo nano. Estas imágenes se utilizan para crear calendarios que el centro distribuye gratuitamente en escuelas de todo el país. Ahora, estas fascinantes imágenes se han reunido en un libro lleno de color que lleva el mismo nombre de la exposición.

CEDENNA es el principal centro de investigación en nanociencia y nanotecnología del Chile. Trabaja en un ambiente multidisciplinario e interuniversitario, dedicado al estudio, progreso y difusión de la ciencia en escalas nanométricas y sus aplicaciones tecnológicas. En esta exposición, por ejemplo, se evidencia cómo la combinación en distintas proporciones del vanadio y del oxígeno, específicamente en los compuestos dióxido de vanadio ( $\text{VO}_2$ ) y pentaóxido de divanadio ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ), generan una fotografía sorprendentemente similar a un coral. Esta y otras 11 imágenes, posibles gracias al uso de la microscopía electrónica, son acompañadas de una descripción científica de lo observado en ellas.

Fuente: Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología (Cedenna). (s.f.). Nanotecnología. <https://cedenna.cl/>

*¿Cómo este tipo de iniciativas fomenta el interés por la ciencia y tecnología en la ciudadanía? ¿Qué otras áreas del conocimiento piensas que están involucradas en el estudio de la nanociencia y la nanotecnología?*



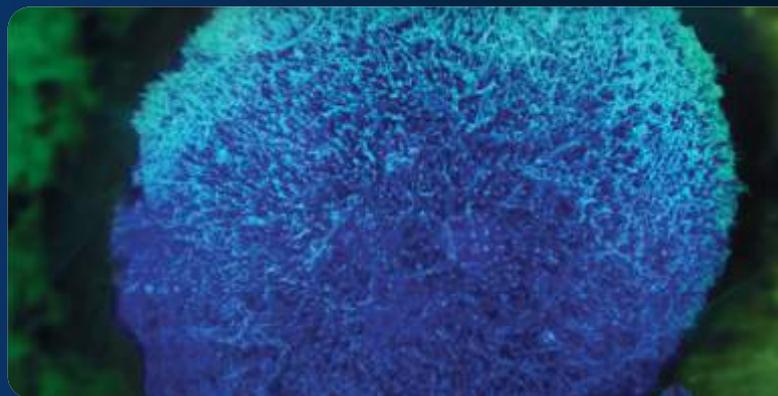
### ▲ Estrellas de vanadio

Nanoestructuras simétricas con forma de engranajes dentados o estrellas. Sus seis pliegues rotacionales simétricos presentan longitudes a escalas nanométricas.



### ▲ Nanoarrugaso

Textura de una aleación magnética que se logra de la mezcla de hierro y níquel en proporción 20 y 80 respectivamente, depositada por pulverización catódica sobre un polímero.



### ▲ Nanoerizo

Sintetizada a partir de alcóxidos de vanadio, esta nanoestructura tiende a ser esférica, aunque se trata de nanotubos densamente aglomerados similar a un erizo de mar. Posee propiedades electroquímicas y comportamiento paramagnético.

## Ley de las proporciones múltiples

BDA U2\_ACT\_5 y 6

En los últimos años del siglo XVIII, John Dalton (1766–1844) encontró que algunos elementos, al combinarse, dan origen a compuestos diferentes. Al estudiar las proporciones en que se combinaban las masas de dichos elementos, encontró una regularidad: mismos elementos pueden formar compuestos diferentes. Esto llevó a Dalton a formular la ley de las proporciones múltiples, la que postula lo siguiente:

BDA U2\_VID\_4

*Las cantidades de un mismo elemento que se unen con una cantidad fija de otro elemento para formar, en cada caso, un compuesto distinto, están en la relación de números enteros sencillos.*

### ¿Cómo verificar el cumplimiento de la ley de proporciones múltiples?

Para verificar el cumplimiento de esta ley, utilizaremos de ejemplo la reacción entre hidrógeno (H) y oxígeno (O), que genera agua ( $H_2O$ ) y peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), también conocido como agua oxigenada.

Compuesto	Cantidad de átomos	Proporción en masa	
Agua ( $H_2O$ ) 	2 H 1 O	2 g de H:16 g de O	1:8
Peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) 	2 H 2 O	2 g de H:32 g de O	1:16

En ambos compuestos, la masa de oxígeno (16 g y 32 g) se combina con una cantidad fija de hidrógeno (2 g). Esto implica que la relación simplificada entre las masas de oxígeno es 1:2, lo que muestra que están en proporciones de números enteros simples, permitiendo así verificar la ley de las proporciones múltiples.

### CE Ciencia en nuestro entorno

El oxígeno puede formar enlaces consigo mismo, produciendo oxígeno molecular ( $O_2$ ) y ozono ( $O_3$ ). Aunque el ozono es crucial en la estratósfera para proteger la Tierra de la radiación ultravioleta, su presencia en la tropósfera lo convierte en un contaminant.

El uso de combustibles fósiles, como la bencina, aunque no genera directamente ozono, favorece la liberación de óxidos de nitrógeno. Estos, al entrar en contacto con la radiación solar, crean radicales libres, que son especies químicas altamente reactivas. En este proceso, la formación de radicales

de oxígeno (O) provoca la unión de estos con el  $O_2$  dando lugar al  $O_3$ . Los efectos adversos de este gas a nivel troposférico, incluso en concentraciones bajas, abarcan desde problemas pulmonares y cardiovasculares hasta la reducción del crecimiento de bosques y de producción agrícola.

*¿Qué otros compuestos conoces que son liberados por el uso de combustibles fósiles y que generan impactos ambientales? ¿Cómo se puede revertir su impacto en el medioambiente y el bienestar de las personas?*

## ¿Cómo calcular la masa de los elementos que forman diferentes compuestos a partir de la proporción múltiple?

Para calcular la masa de los elementos de diferentes compuestos, tomaremos de ejemplo los óxidos de cobre.

El cobre (Cu) y el oxígeno (O) se combinan en dos compuestos distintos: el monóxido de cobre (CuO) y el óxido de dicobre (Cu<sub>2</sub>O). La relación en masa de cobre y oxígeno varía según el compuesto. En el monóxido de cobre (CuO), la proporción en masa de cobre y oxígeno es aproximadamente 1:4, mientras que en el óxido de dicobre (Cu<sub>2</sub>O), la proporción es aproximadamente 1:8.

Suponiendo que la masa del monóxido de cobre (CuO) es de 159 g y la del óxido de dicobre (Cu<sub>2</sub>O) es de 286 g, la masa de oxígeno en ambos compuestos es de 32 g. Sin embargo, la cantidad de cobre varía en cada caso: en CuO es de 127 g, mientras que en Cu<sub>2</sub>O es de 254 g. Esto se debe a que, en estos compuestos, el cobre y el oxígeno se combinan en diferentes proporciones, como se muestra en la siguiente tabla:

Compuesto	Masa del compuesto	Proporción en masa	
Monóxido de cobre (CuO)	159 g	32 g de O: 127 g de Cu	1:4
Monóxido de dicobre (Cu <sub>2</sub> O)	286 g	32 g de O: 254 g de Cu	1:8

BDA U2\_ACT\_7

### NC Naturaleza de la ciencia

Cuando Avogadro planteó que dos elementos iguales se pueden unir, primaban los planteamientos de las proporciones definidas y múltiples. Pasaron casi 50 años para ser aceptado su planteamiento, lo que ilustra la importancia de la revisión constante de las teorías científicas a la luz de nuevos descubrimientos y avances en la comprensión de la naturaleza de las ciencias.

*¿Por qué crees que tardó casi 50 años en aceptarse la propuesta de Avogadro? ¿Qué papel juegan los nuevos descubrimientos y avances en la revisión y modificación de las teorías y leyes científicas establecidas?*

### CE Ciencia en nuestro entorno

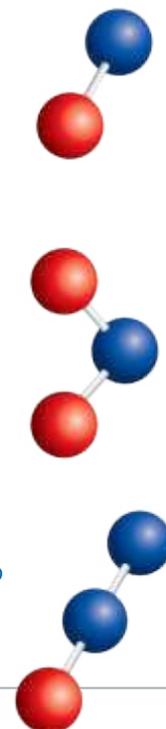
#### Proporciones múltiples del nitrógeno y oxígeno

Los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) son compuestos liberados de la combustión completa de bencina, leña o gas natural. Nitrógeno y oxígeno se unen en distintas proporciones, es decir cumplen la ley de las proporciones múltiples. Es así como en la atmósfera podemos encontrar N<sub>2</sub>O, NO y NO<sub>2</sub> en pequeñas cantidades.

Diversos estudios científicos establecen que la exposición a altas concentraciones de estos compuestos genera efectos nocivos directos sobre el aparato respiratorio. Por lo mismo se han establecido normas ambientales que tienen por finalidad limitar principalmente el gas dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

Investigaciones científicas han evidenciado efectos tales como daño cardiovascular, depresión, partos prematuros, enfermedad de Parkinson y diabetes.

*¿A cuál de los modelos de esferas corresponde cada óxido de nitrógeno? ¿Cuál es la proporción en masa de los óxidos de nitrógeno? ¿Qué métodos crees que utilizan quienes investigan estos compuestos para verificar que cumplen la ley de las proporciones múltiples? ¿De qué manera se evidencia que el conocimiento científico contribuye al establecimiento de normas ambientales?*



# Kitras, artefactos de la cultura

## MAPUCHE

**E**n las tradiciones mapuches, el acto de fumar trascendía el mero consumo de tabaco u otras especies de plantas como el maqui. Este ritual posee un profundo significado espiritual, simbolizando la unión de los espíritus individuales en uno colectivo a través del humo inhalado y exhalado por el grupo reunido. Para fumar, se empleaban pipas o *kitras*, confeccionadas en diversos materiales, entre ellos la plata, que denotaba un estatus elevado. Los *lonko* respetados, como los pertenecientes a *Ayllarewe*, tenían el privilegio de usar *kitras* de plata, cuya fabricación estaba en manos de los *rüxafe* expertos en platería mapuche.

Actualmente, el análisis de la proporción de plata en una *kitra* permite determinar si fue elaborada por un *rüxafe*. El grado de pureza considerado oscila entre 0,35 g y 0,95 g. La calidad de manufactura y la cantidad de plata presentes en una *kitra* fabricada por un *rüxafe* indican su excelencia. Un ejemplo de este análisis se evidencia en las siguientes citas:

### **Kitra n° 2671 (imagen 1)**

“En mi opinión de *rüxafe*, en esta pieza reconozco plata de buena calidad, por su color y brillo. El sonido que emite al ser golpeada con una pequeña rama de metal me indica que posee mayor cantidad de plata que la *kitra* anterior. En consecuencia, le estimo una calidad de 0,80 g a 0,85 g. Formalmente, presenta dos figuras ornitomorfas en los costados, que expresan la dualidad energética y sexual de los *püllü* creadores de la naturaleza y del humano mapuche.”

### **Kitra n° 2672 (imagen 2)**

“Basado en mi experiencia como *rüxafe*, creo que quien mandó a construir esta *kitra* debió ser un *lonko* de *Ayllarewe* de gran poder económico, social y político, quien ordenó a un *rüxafe* plasmar en ella a los dos fundadores de su linaje (mujer y hombre) que se habían transformado en divinidad –en *püllü*–.

Fuente: Paineicura, Juan. (2018). *Kitras* de plata del Museo Regional de la Araucanía: Artefactos fumatorios en la cultura mapuche. Colecciones Digitales, Subdirección de Investigación Dibam <http://museoregionalaraucania.gob.cl>



▲ Imagen 1. *Kitra* con dos figuras ornitomorfas. Plata, 32,5 g.



▲ Imagen 2. *Kitra* con figura femenina en la parte superior y dos representaciones masculinas en los costados del hornillo. Plata 19, 7 g.

¿Cuál es la visión del pueblo Mapuche sobre el acto de fumar? ¿Qué relación se puede establecer entre el conocimiento científico y los saberes prácticos del *rüxafe* que realiza el análisis de la proporción de plata de las *kitras*? ¿Por qué crees que la cantidad de plata presente en un *kitra* está asociada con los *lonko* pertenecientes a *Ayllarewe*?

## Magnitudes atómicas y molares

Para conocer la masa de una sustancia, habitualmente utilizamos una balanza, que expresa dicha cantidad en gramos (g) o kilogramos (kg). Sin embargo, con una balanza no es posible cuantificar partículas tan pequeñas como los átomos y las moléculas de una sustancia.

La necesidad de crear una unidad para contar partículas tan pequeñas, como átomos y moléculas, surgió en la química a medida que se fue constituyendo como una ciencia cuantitativa. Así comenzaron a surgir diferentes magnitudes que permiten estudiar las reacciones químicas y establecer relaciones entre las sustancias que participan en ellas de manera cuantitativa. Algunas de estas magnitudes son la masa atómica, masa molecular, cantidad de sustancia, masa molar y volumen molar, entre otras.

### Masa atómica

La masa atómica de todos los elementos se estima a partir del valor de la masa atómica del carbono. A estas masas atómicas se las denomina masas atómicas relativas. Esto fue definido en 1961 por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).

Así es como la IUPAC definió que la unidad de masa atómica (u) corresponde a la doceava parte de la masa del átomo del isótopo carbono-12. De esta manera la igualdad en masa para 1 u es la siguiente:

$$1 \text{ u} = 1,6606 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

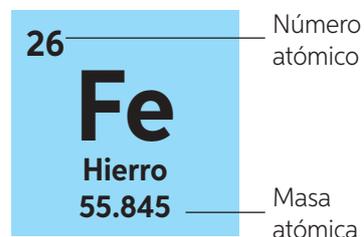
Por ejemplo, la masa atómica del hierro (Fe) es 55,845 u. Esto significa que la masa de un átomo de Fe es 55,845 veces mayor que 1 u y no 55,845 g. En efecto, la masa de Fe expresada en gramos sería:

$$\begin{array}{l} 55,845 \text{ u} \\ \quad \searrow \\ 55,845 \cdot 1,6606 \cdot 10^{-24} \text{ g} \\ \quad \quad \quad \searrow \\ \quad \quad \quad 9,2736 \cdot 10^{-23} \text{ g} \end{array}$$

La unidad de masa atómica fue utilizada para expresar la masa atómica de los elementos en la tabla periódica. Sin embargo, aún persistía un problema en la práctica. Este consistía en que las balanzas tradicionales no medían unidades de masa atómica. Además, su equivalente en gramos es muy pequeño.

### Habilidades del siglo XXI

El avance científico se materializa a través de la colaboración entre grupos diversos, unidos por el objetivo común de abordar desafíos específicos. Como habrás notado durante esta lección, los pilares de nuestra comprensión actual acerca del comportamiento de la materia se basan en este enfoque colaborativo, vital en la sociedad moderna que prioriza el conocimiento. Esta modalidad de trabajo en equipo emerge como una competencia esencial en el siglo XXI.



### AC Alfabetización científica

La masa atómica que aparece en la tabla periódica corresponde al promedio de las masas atómicas de los isótopos de cada elemento y no a la masa atómica relativa.

*¿Por qué crees es importante de tener en cuenta este tipo de información?*

La masa molecular ha sido descrita como la suma de las masas atómicas de los elementos que forman una molécula, expresada en unidades de masa atómica (u).

### ¿Cómo calcular la masa molecular?

Por ejemplo, para calcular la masa molecular del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), es necesario conocer la masa atómica del carbono (12,01 u) y la masa atómica del oxígeno (15,99 u).



### Cantidad de sustancia (n)

La comunidad científica, para igualar numéricamente la masa atómica con la masa de una sustancia, definió el concepto de **cantidad de sustancia**, cuya unidad de medida es el **mol**. Esta magnitud indica el número de entidades elementales (átomos, moléculas, iones, partículas subatómicas) que se encuentran en una porción de materia. La igualdad es la siguiente:

$$1 \text{ mol} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ entidades elementales}$$

Un mol de cualquier sustancia contiene el mismo número de entidades elementales (átomos, moléculas, iones, etc.) que un mol de otra sustancia. Sin embargo, aunque el número de partículas es el mismo, las masas no necesariamente coinciden. Por ejemplo, 1 mol de átomos de hierro tiene una masa de 55,845 g, mientras que 1 mol de átomos de plata tiene una masa de 196,97 g.

#### NC Naturaleza de la ciencia

El conocimiento científico es tentativo ya que está sujeto a cambios que surgen de nuevas evidencias o de la reinterpretación de las existentes. ¿Qué evidencias crees que podrían generar un cambio en la igualdad numérica de mol?



1 mol de átomos de plata (Ag) es igual a 107,87 g.

1 mol de átomos de oro (Au) es igual a 196,97 g.

1 mol de átomos de cobre (Cu) es igual a 63,55 g.



## ¿Cómo planificar una investigación?

Planificar una investigación implica desarrollar un plan o proyecto que permita responder a un problema científico. Esta investigación puede ser de tipo experimental, no experimental o documental.

A continuación, te presentamos algunos pasos para planificar una investigación experimental que permita responder a preguntas científicas relacionadas con las magnitudes de cantidad de sustancia y su masa.

PASO

### 1 ▶ Plantea la pregunta de investigación

Esta pregunta permite guiar la investigación sobre el tema de interés. La siguiente es una posible pregunta de investigación para el estudio de la relación entre masa y cantidad de sustancia:

*¿Qué relación existe entre la masa, en gramos, y la cantidad de sustancia, en mol?*

¿Qué hipótesis plantearías para esta pregunta de investigación? ¿De qué manera podrías validar o reformular esa hipótesis?

PASO

### 2 ▶ Identifica las variables del problema investigación

Las variables son el eje central de una investigación. Estas representan los aspectos medibles y observables que guían la investigación. En este caso, estudiaremos la cantidad de sustancia y la masa.

La **variable dependiente** es la condición cuyo comportamiento se ve afectada por la variable independiente.

La **variable independiente** es la condición que se manipula de forma controlada, poniéndola a prueba y cuyo cambio puede afectar o no afectar la variable dependiente.

¿La cantidad de sustancia es la variable dependiente o independiente?, ¿por qué? ¿qué ocurre con la masa?

PASO

### 3 ▶ Formula los objetivos de la investigación

Los objetivos planteados te permitirán orientar la investigación. Estos se relacionan con la pregunta de investigación y las variables en estudio. Formulen un objetivo general y al menos dos objetivos específicos.

El **objetivo general** sintetiza la idea central del trabajo y la problemática que se abordará. En él se explicita lo que se intenta lograr.

Los **objetivos específicos** detallan los pasos previos que son necesarios para alcanzar el objetivo general.

Pueden guiarse por preguntas como las siguientes: ¿Qué esperamos estudiar? ¿Qué fenómeno pretendemos responder? ¿Cuáles son nuestras metas? ¿Qué queremos lograr con nuestra investigación? ¿Cómo vamos a evaluar el trabajo grupal?

PASO

### 4 ▶ Organiza tu investigación

La organización de una investigación implica planificar lo que se hará, asignar roles y tareas a cada integrante del equipo, definir el tiempo que necesitarán y los recursos (herramientas digitales, materiales, etc.) que sean necesarios.

## Masa molar (M)

BDA U2\_ACT\_11 a 13

La masa molar de un elemento corresponde a la masa, en gramos, de un mol de dicho elemento. Su valor es numéricamente igual a la masa atómica y su unidad de medida es g/mol. Este es un valor que podemos extraer de la tabla periódica.

BDA U2\_APL\_1 y 2

### ¿Cómo calcular la masa molar de un compuesto?

Para calcular la masa molar, se suman las masas atómicas, en gramos, de cada elemento, que están presentes en la fórmula química. Por ejemplo, para calcular la masa molar del ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), puedes seguir los pasos que se describen a continuación.

1. Obtener la masa molar de cada uno de los elementos presentes en el compuesto.
2. Multiplicar la masa molar por el número de átomos que hay en cada elemento. Luego, sumar las masas de todos los elementos que forman el compuesto.

1	H	7	N	8	O
	Hidrógeno		Nitrógeno		Oxígeno
	1.008		14.007		15.999

$$M_{\text{HNO}_3} = (1 \cdot \text{H}) + (1 \cdot \text{N}) + (3 \cdot \text{O})$$
$$M_{\text{HNO}_3} = \left(1 \cdot 1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) + \left(1 \cdot 14,007 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) + \left(3 \cdot 15,999 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$$
$$M_{\text{HNO}_3} = 63,012 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

3. Expresar el resultado.

La masa molar del ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) es 63,012 g/mol.

### ¿Qué relación existe entre cantidad de sustancia, masa molar y masa?

Existe una expresión matemática que permite calcular la cantidad de sustancia a partir de la masa y la masa molar. Dicha expresión es la siguiente:

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

Cantidad de sustancia en mol

Masa en gramos (g)

Masa molar en gramos-mol (g/mol)

## Conductividad eléctrica de una única molécula

**A**ldo Campos Olgún, licenciado en Ciencias con mención en Química de la Universidad de Chile y estudiante de Doctorado en Química en la misma institución, participó en el estudio de la conductividad eléctrica de una sola molécula. En este trabajo, la molécula

objeto de análisis pertenece a la familia de los *curcuminoïdes*, compuestos que se encuentran en la cúrcuma, específicamente en sus raíces. Su objetivo era determinar potenciales aplicaciones en electrónica molecular para construir dispositivos a la escala más pequeña posible.

Fuente: Fuente: Olavarría Contreras, I., et. al. (2018). Electric-field induced bistability in single-molecule conductance measurements for boron coordinated curcuminoid compounds. <https://repositorio.uchile.cl/>

## Volumen molar

El volumen molar es el volumen que ocupa un mol de un elemento o compuesto que se encuentra en estado de agregación gaseoso. En condiciones normalizadas de presión y temperatura, también denominadas condiciones normales o estándar (CNPT) de presión y temperatura (1 atm y 273 K respectivamente), un mol de cualquier gas ocupa un volumen de 22,4 L:

$$1 \text{ mol} = 22,4 \text{ L}$$

### ¿Cómo calcular el volumen molar de las sustancias que participan en una reacción química?

Para calcular el volumen, utilizaremos de ejemplo la reacción entre monóxido de carbono (CO) gaseoso y dióxígeno (O<sub>2</sub>) gaseoso para formar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) gaseoso.

	Reactantes		→	Productos
<b>Ecuación química balanceada</b>	2 CO <sub>(g)</sub> + O <sub>2(g)</sub>		→	2 CO <sub>2(g)</sub>
<b>Cantidad de sustancia (mol)</b>	2	1		2
<b>Volumen molar (L)</b>	44,8	22,4		44,8

Entonces, a partir de los cálculos de volumen molar, el monóxido de carbono (CO) ocupa un volumen de 44,8 L; el dióxígeno (O<sub>2</sub>), 22,4 L y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 44,8 L.

#### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

La identificación precisa de la composición de distintos compuestos ha sido esencial en el desarrollo de las leyes de Proust y Dalton. En tiempos pasados, este proceso implicaba una ardua labor experimental. Hoy en día técnicas como la espectroscopía han permitido discernir los componentes de diversas mezclas de manera eficiente y precisa.

Un ejemplo destacado de los avances logrados gracias a la espectroscopía es el caso de la nave espacial Cassini, equipada con espectrógrafos y radares avanzados. Esta ha hecho importantes descubrimientos, entre ellos la composición de los mares en Titán (la luna más grande de Saturno), los cuales están compuestos mayormente por metano (CH<sub>4</sub>) y en menor medida por etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>). La espectroscopía funciona mediante la absorción y emisión de luz por parte de las moléculas presentes



en una muestra. Por ejemplo, una molécula como el metano puede absorber luz solar, excitarse y luego emitir luz en una longitud de onda característica, a pesar de estar conformada por los mismos elementos que el etano: carbono e hidrógeno. Al analizar estas emisiones, es posible identificar los compuestos presentes con precisión pues cada uno de ellos emitirá su propia luz.

## Los legos del universo



▲ Dra. Francisca Garay

**F**rancisca Garay Walls, Doctora en Física Experimental de Partículas, fue reconocida en 2020 por el Foro Económico Mundial por ser una de los 40 científicos jóvenes más influyentes del mundo. Destaca por su participación con el experimento ATLAS en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC), el acelerador de partículas más grande y de mayor energía que se haya construido, de la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN).

En la charla “Los legos del universo”, realizada el 2024 en el Congreso Futuro, abordó los bloques fundamentales del universo al nivel más pequeño, revelando los misterios de las partículas atómicas y sus posibles impactos en el mundo y en el uso de nuevas tecnologías. Desde su área de especialización, en esta charla explica que:

- Buscan obtener la “tabla periódica” de las piezas fundamentales.
- Una de las problemáticas es que solo se conoce el 3 % de la materia y el otro 97 %, incluida la materia oscura, es desconocida.
- Es necesario recrear lo que había muy pocos instantes después del big bang, cuando las partículas andaban sueltas. Eso se realiza con máquinas como el LHC.

En este ámbito, la investigadora se vale de algoritmos de aprendizaje de máquinas, rama de la inteligencia artificial, que la ayudan a distinguir en la inmensa cantidad de datos, la señal que quiere encontrar o explorar. En esto, los algoritmos pueden ser muy buenos si se les sabe manejar.

Fuente: Gómez, Andrés y Marín, Pablo. (21 de enero de 2024). Los pasos adelantados de las científicas chilenas. [latercera.com](http://latercera.com)

CD Ciudadanía digital

T2677067A



▲ Globo de la Ciencia y la Innovación de CERN

### Reflexiono sobre mi aprendizaje

BDA U2\_ACT\_19 y 20

Tras finalizar la lección, responde:

- ¿Por qué crees necesario comprender dos métodos diferentes para el balance de ecuaciones? ¿Qué ventajas tiene a nivel social, ambiental y tecnológico, el conocimiento de las magnitudes atómicas y molares?
- ¿Podrías asegurar que el carbono (C) u otro elemento químico cumple con la ley de Proust y de Dalton al mismo tiempo? ¿Por qué? ¿Qué nuevas preguntas te surgen al respecto?
- ¿Cómo podrías explicar experimentalmente la relación entre la cantidad de sustancia y la masa? ¿Qué materiales utilizarías? ¿Qué procedimientos realizarías?

## LECCIÓN 2 ¿Qué relaciones cuantitativas se pueden establecer en una reacción química?

### ➔ Exploro mis ideas

- ¿Cómo puedes comprobar cuantitativamente que una reacción química cumple con la ley de conservación de la materia?
- ¿Qué crees que ocurre cuando se está llevando a cabo una reacción química y uno de los reactantes se agota?
- ¿Entre cuáles de las magnitudes atómicas y molares de las sustancias que participan en una reacción química piensas que se pueden establecer relaciones cuantitativas?
- ¿Qué factores crees que podrían influir en la cantidad de producto que se obtiene en una reacción química?

### ¿Qué es la estequiometría?

La estequiometría es la rama de la química que estudia las relaciones cuantitativas entre los reactantes y los productos de una reacción química. La palabra estequiometría proviene del griego y se compone de dos raíces:

#### estequiometría

Proviene de la palabra griega *stoicheion* que significa elemento.

Proviene de la palabra griega *metron* que significa medida.

Para establecer estas relaciones cuantitativas, se debe verificar que la reacción química se encuentra balanceada.

Para esto, hay que recordar que las reacciones químicas pueden ser representadas por ecuaciones y de ellas es posible extraer información cuantitativa. Por ejemplo, la ecuación química balanceada de la reacción química de formación de ozono ( $O_3$ ):



*¿Por qué crees que la comunidad científica estudia las relaciones cuantitativas entre las sustancias que participan en una reacción? ¿Por qué es importante que la reacción química esté balanceada? ¿En qué crees que se utilizan estas relaciones cuantitativas?*

#### Permite extraer la siguiente información:

- Reaccionan 3 mol de dióxígeno ( $O_2$ ) para formar 2 mol de ozono ( $O_3$ ).
- La masa de dióxígeno ( $O_2$ ) que reacciona es 95,99 g.
- La masa de ozono ( $O_3$ ) que se produce es 95,99 g.
- La reacción cumple con la ley de conservación de la materia.

Gracias a la estequiometría es posible resolver diversos problemas que involucran un proceso en que ocurra alguna reacción química. A partir de estas relaciones cuantitativas entre las sustancias que reaccionan y se producen, es posible, a nivel ambiental, determinar cómo varía la cantidad de ozono (O<sub>3</sub>) en la atmósfera dependiendo de las cantidades de sustancias que contribuyen a su formación o agotamiento. A nivel industrial, se puede medir, por ejemplo, el rendimiento de cobre en las diferentes etapas del proceso productivo el que se lleva a cabo en la minería.



▲ Cátodos de cobre (99,99 % de cobre)

**CE** Ciencia en nuestro entorno

**Producción de cobre en Chile**

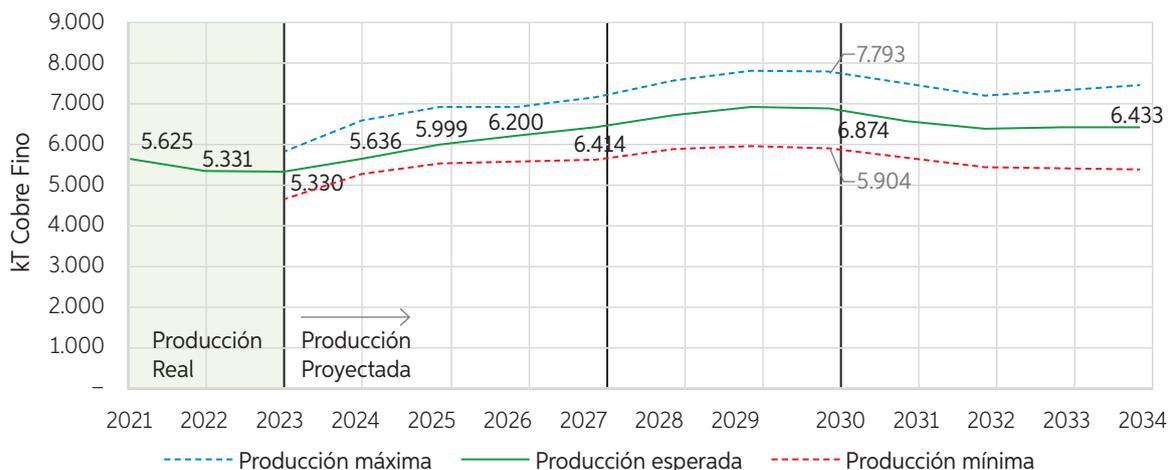
De acuerdo con el informe publicado por la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), la proyección de producción esperada de cobre para el periodo 2023-2034 indica que habrá para el 2034 un crecimiento del 20 % respecto del 2022, es decir, aumentará la producción del metal desde 5 331 kTon a 6 433 kTon.

*¿Qué conocimientos científicos de los estudiados en lecciones anteriores se necesitan para*

**BDA** U2\_APL\_4

*realizar estas proyecciones? ¿Qué condiciones piensas que favorecen la producción de cobre para el cumplimiento de esta proyección? ¿Con qué otras áreas del conocimiento están vinculadas estas proyecciones? ¿Te parece que es importante realizar cálculos de la producción futura de cobre? ¿Por qué? ¿Cuáles son las implicancias para la sociedad y el medioambiente un crecimiento del 20 %?*

**Proyección nacional de cobre mina 2023-2034**



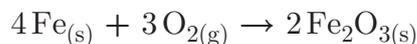
Fuente: Comisión Chilena del Cobre (09 de enero de 2024). Proyección de la producción de cobre en Chile 2023 – 2034. <https://www.cochilco.cl/>

## Relaciones cuantitativas entre reactantes y productos

BDA U2\_ACT\_2 a 5

Para comprender las relaciones estequiométricas que se pueden establecer en una reacción química, utilizaremos de ejemplo la reacción entre hierro (Fe) sólido y dióxígeno (O<sub>2</sub>) gaseoso, que genera trióxido de dihierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sólido según la siguiente ecuación balanceada:

BDA U2\_VID\_5



A partir de la ecuación, comprobamos el cumplimiento de la ley de conservación de la materia calculando la masa de reactantes y productos a partir de la multiplicación de la cantidad de sustancia y masa molar.

	Reactantes			Productos
<b>Ecuación química</b>	4Fe <sub>(s)</sub> + 3O <sub>2(g)</sub>		→	2Fe <sub>2</sub> O <sub>3(s)</sub>
<b>Cantidad de sustancia (mol)</b>	4	3	=	2
<b>Masa molar (g/mol)</b>	55,85	31,98		159,67
<b>Masa (g)</b>	223,4	+ 95,94	=	319,34
<b>Comprobación de la ley de conservación de la materia</b>	319,34 g		=	319,34 g

Se cumple así la ley de conservación de la materia ya que la masa de los reactantes es 319,34 g, es decir, igual a la masa del producto. Con esta información se pueden establecer relaciones, por ejemplo, entre la cantidad de sustancia, masa y volumen de los reactantes y productos.

¿Cuántos mol de trióxido de dihierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) se formarán a partir de 10 mol de hierro (Fe)?

Según la ecuación balanceada, cada 4 mol de hierro (Fe) que reaccionan, se forman 2 mol de trióxido de dihierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Entonces, la cantidad de sustancia que se forma a partir de 10 mol de hierro se calcula según la siguiente relación:

$$4 \text{ mol de Fe} = 2 \text{ mol de Fe}_2\text{O}_3$$

$$10 \text{ mol de Fe} = X \text{ mol de Fe}_2\text{O}_3$$

Al despejar la cantidad de sustancia (incógnita):

$$X = \frac{10 \text{ mol de Fe} \cdot 2 \text{ mol de Fe}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol de Fe}}$$

$$X = 5 \text{ mol de Fe}_2\text{O}_3$$

Entonces, se formarán 5 mol de trióxido de dihierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) a partir de 10 mol de hierro (Fe).

**Relaciones en cantidad de sustancia**

### Relaciones en masa

¿Cuál es la masa de dióxigeno ( $O_2$ ), en gramos, necesaria para producir 800 g de trióxido de dihierro ( $Fe_2O_3$ )?

De acuerdo con la ecuación balanceada, cada 95,94 g de dióxigeno ( $O_2$ ) se producen 319,34 g de trióxido de dihierro ( $Fe_2O_3$ ); entonces:

$$95,94 \text{ g de } O_2 = 319,34 \text{ g de } Fe_2O_3$$

$$X \text{ g de } O_2 = 800 \text{ g de } Fe_2O_3$$

Al despejar la masa de  $O_2$  (incógnita), se tiene:

$$X = \frac{95,94 \text{ g de } O_2 \cdot 800 \text{ g de } Fe_2O_3}{319,34 \text{ g de } Fe_2O_3}$$

$$X = 240,35 \text{ g de } O_2$$

Por lo tanto, se necesitan 240,35 g de dióxigeno ( $O_2$ ) para producir 800 g de trióxido de dihierro ( $Fe_2O_3$ ).

### Relaciones en volumen

¿Qué volumen de dióxigeno ( $O_2$ ), en litros, se necesita para que reaccionen 300 g de hierro (Fe)?

A partir de la ecuación balanceada, para que reaccionen 4 mol de hierro (Fe), se necesitan 3 mol de dióxigeno ( $O_2$ ). Además, la cantidad de sustancia de hierro es calculada a partir de la división de masa y masa molar:

$$n_{Fe} = \frac{m_{Fe}}{M_{Fe}} = \frac{300 \text{ g}}{55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 5,37 \text{ mol}$$

Los 300 g de hierro (Fe) son equivalentes a 5,37 mol. Entonces:

$$4 \text{ mol de Fe} = 3 \text{ mol de } O_2$$

$$5,37 \text{ mol de Fe} = X \text{ mol de } O_2$$

Despejando la cantidad de sustancia de  $O_2$  (incógnita):

$$X = \frac{3 \text{ mol de } O_2 \cdot 5,37 \text{ mol de Fe}}{4 \text{ mol de Fe}}$$

$$X = 4,028 \text{ mol de } O_2$$

Por lo tanto, se necesitan 4,028 mol de dióxigeno ( $O_2$ ). Luego, aplicando la igualdad del volumen molar para transformar de mol a litro y considerando que se encuentran en condiciones normalizadas de presión y temperatura, se tiene:

$$1 \text{ mol de } O_2 = 22,4 \text{ L de } O_2$$

$$4,028 \text{ mol de } O_2 = X \text{ L de } O_2$$

Al despejar el volumen, se obtiene que son necesarios 90,23 L de dióxigeno ( $O_2$ ) para que reaccionen 300 g de hierro (Fe).

## Reactivos en una reacción

BDA U2\_ACT\_6

BDA U2\_APL\_5

Hasta el momento, sabemos que una reacción química balanceada entrega información de los reactantes que originan los productos y de los distintos datos cuantitativos que se pueden conocer a través de los cálculos estequiométricos. Sin embargo, muchas veces nos encontramos con reacciones químicas en que uno de los reactantes reacciona completamente y el otro lo hace solo en forma parcial. De esta forma, queda un remanente o sobrante sin reaccionar. Considerando esto, en una reacción química existen dos tipos de reactivos, denominados reactivo limitante y reactivo en exceso.

### Reactivo limitante

- Corresponde a la sustancia que se agota primero.
- Al agotarse la reacción se detiene.
- Este reactivo no necesariamente está en menor cantidad.
- Es la sustancia que limita la cantidad de producto que se puede formar.

### Reactivo en exceso

- Corresponde a la sustancia que no reacciona completamente.
- Al finalizar la reacción cierta cantidad queda sin reaccionar.
- Ser el reactivo en exceso no implica que esté siempre en mayor cantidad.

## ¿Cómo identificar el reactivo limitante y el reactivo en exceso?

Para explicar cómo identificarlos, utilizaremos como analogía de una reacción química la siguiente situación:

Para preparar cinco vasos de mote con huesillos se tiene 1,8 L de jugo acaramelado, 5 huesillos y aproximadamente 12 cucharadas de mote cocido. Cada porción se prepara con 300 mL de jugo acaramelado, 1 huesillo y 2 cucharadas de mote cocido.

Esta situación es una analogía porque los reactantes no experimentan transformaciones químicas, sin embargo, se reordenan de cierta manera para generar los productos.

Ingredientes	→	Porciones
1,8 L de jugo acaramelado	→	$5 \cdot 300 \text{ mL} = 1500 \text{ mL} = 1,5 \text{ L}$
5 huesillos	→	$5 \cdot 1 \text{ huesillo} = 5 \text{ huesillos}$
12 cucharadas de mote cocido	→	$5 \cdot 2 \text{ cucharadas de mote cocido} = 10 \text{ cucharadas}$

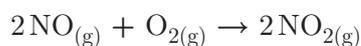
De la relación descrita, se puede deducir que el ingrediente que limita la cantidad de porciones es el huesillo. Además, los ingredientes que están en exceso son el jugo acaramelado y el mote cocido.

### NC Naturaleza de la ciencia

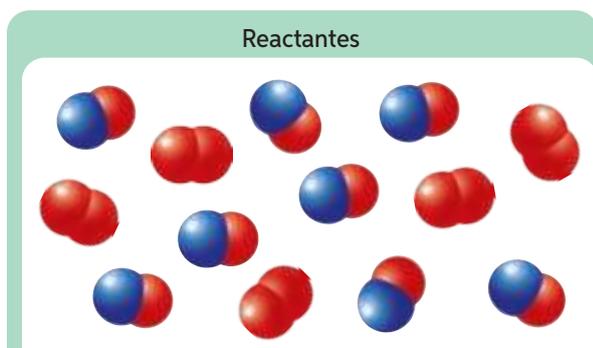
La ciencia es creativa e incluye la imaginación en todas las etapas de investigación. ¿Qué otra analogía se te ocurre para explicar cómo identificar el reactivo limitante y el reactivo en exceso? ¿Por qué crees que es necesaria la creatividad para explicar este tipo de conceptos científicos?

*Si se dispone de 1 huesillo más, ¿es posible preparar otra porción? ¿Cuál sería el ingrediente que limita la preparación? ¿Crees que sea posible que ocurra lo mismo en una reacción química?*

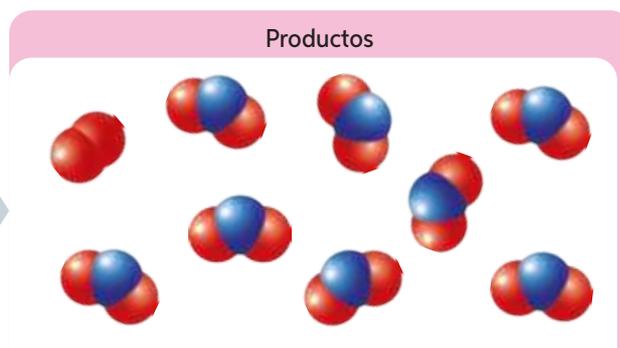
Ahora, para explicar cómo identificar el reactivo limitante y el reactivo en exceso, utilizaremos la reacción química entre monóxido de nitrógeno (NO) gaseoso y dióxígeno (O<sub>2</sub>) gaseoso para formar dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) gaseoso según la ecuación balanceada:



Para la reacción química que se lleva a cabo con 8 moléculas de monóxido de nitrógeno (NO) y 5 moléculas de dióxígeno (O<sub>2</sub>), las cantidades de reactantes y productos son representadas mediante modelos moleculares como se muestra a continuación:



Según la ecuación balanceada se establece que por cada 2 moléculas de NO reacciona 1 molécula de O<sub>2</sub>. Entonces, si se tienen 8 moléculas de NO y 5 moléculas de O<sub>2</sub>, de estas sustancias van a reaccionar las 8 moléculas de NO (reactivo limitante) y 4 moléculas de O<sub>2</sub> (reactivo en exceso).



Dado que el reactivo limitante es el NO, la cantidad máxima de producto que se forma son 8 moléculas de NO<sub>2</sub>. En el modelo molecular, es posible observar 1 molécula de O<sub>2</sub> que no reacciona, es decir, es el reactivo que queda en exceso tras agotarse el reactivo limitante y finalizar la reacción química.

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

La mezcla entre vinagre y bicarbonato de sodio es un ejemplo de reacción ácido-base, en la que la sustancia ácida es el vinagre y la sustancia básica es el bicarbonato de sodio. Esta reacción es de neutralización, sin embargo, si los reactantes no están en las cantidades estequiométricas exactas, uno de ellos quedará como reactivo en exceso y definirá si el producto es ácido o básico. Ahora bien, ¿cómo es posible saber cuál de ellos es el que se agotó? Una sencilla forma de determinar el reactivo en exceso de forma experimental es utilizar, por ejemplo, el papel pH que cambia de color dependiendo del tipo de sustancia.

- Si el papel pH se torna de un color que se encuentra entre 1 y 6, la mezcla es ácida; entonces, el reactivo en exceso será el vinagre.



▲ Papel pH.

- Si el papel pH se torna de un color en la escala entre 8 y 14, la mezcla es básica; entonces, el reactivo en exceso será el bicarbonato de sodio.
- Si el color del papel pH corresponde en la escala al color 7, esto indicará que es una mezcla neutra y, por lo tanto, habrán reaccionado totalmente ambas sustancias en la mezcla.

## Determinación del reactivo limitante y el reactivo en exceso

BDA U2\_ACT\_7

Para determinar el reactivo limitante y el reactivo en exceso en una reacción química, puedes seguir estos pasos:

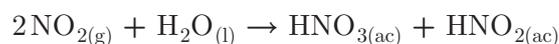
BDA U2\_VID\_6

PASO

### 1 Representar e interpretar la reacción química a través de la ecuación balanceada.

Supón que en la reacción química de la lluvia ácida reaccionan 50 g de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) gaseoso con 50 g de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) líquida y se forma cierta cantidad de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ).

Ecuación química



Considerando la ecuación química balanceada, es posible establecer que cada 2 mol de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) reacciona 1 mol de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y se forman 1 mol de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y 1 mol de ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ).

PASO

### 2 Determinar la cantidad de sustancia, en mol, de cada reactante.

Para esto, se utiliza la expresión que permite obtener la cantidad de sustancia a partir de la división de la masa con la masa molar:

	$\text{NO}_2$		$\text{H}_2\text{O}$
Masa (g)	50	+	50
Masa molar (g/mol)	46,01	+	18,01
Cantidad de sustancia (mol)	1,09	+	2,78

PASO

### 3 Establecer las relaciones estequiométricas teóricas y reales.

La relación estequiométrica teórica es la que se establece a partir de la ecuación balanceada y la relación estequiométrica real corresponde a las cantidades experimentales, es decir, los valores obtenidos en el paso anterior.

	$\text{NO}_2$		$\text{H}_2\text{O}$
Cantidad de sustancia teórica (mol)	2	+	1
Cantidad de sustancia real (mol)	1,09	+	2,78

#### Cultivando actitudes

Lo que ocurre entre los reactantes en una reacción química no puede ser advertido por el ojo humano. En este contexto: *¿Cómo determinarías la cantidad de ácidos que se genera a partir de 44,8 L de dióxido de nitrógeno? ¿Cómo podrías asegurarte de que el dióxido de nitrógeno reaccione por completa? ¿Por qué crees que son confiables los valores que se obtienen a partir de las relaciones estequiométricas establecidas en esta reacción?*

**Comparar las relaciones estequiométricas.**

Si teóricamente se establece que, por cada 2 mol de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), es necesario 1 mol de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), entonces:

- **Para el reactante  $\text{NO}_2$**

Cuando se tienen 1,09 mol de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), serán necesarios 0,55 mol de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), a partir del cálculo:

$$\begin{aligned} 2 \text{ mol de } \text{NO}_2 &= 1 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O} \\ 1,09 \text{ mol de } \text{NO}_2 &= X \text{ mol de } \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

Despejando la cantidad de sustancia de  $\text{H}_2\text{O}$  (incógnita):

$$\begin{aligned} X &= \frac{1,09 \text{ mol de } \text{NO}_2 \cdot 1 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O}}{2 \text{ mol de } \text{NO}_2} \\ X &= 0,55 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

Esto implica que el reactivo limitante es el  $\text{NO}_2$ , ya que reaccionan los 1,09 mol disponibles. El reactivo en exceso es el  $\text{H}_2\text{O}$ , porque reaccionan 0,55 mol y quedan sin reaccionar 2,23 mol.

- **Para el reactante  $\text{H}_2\text{O}$**

Cuando se tienen 2,78 mol de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), se necesitan 5,56 mol de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) de acuerdo con el cálculo:

$$\begin{aligned} 2 \text{ mol de } \text{NO}_2 &= 1 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O} \\ X \text{ mol de } \text{NO}_2 &= 2,78 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

Al despejar la cantidad de sustancia de  $\text{NO}_2$  (incógnita):

$$\begin{aligned} X &= \frac{2 \text{ mol de } \text{NO}_2 \cdot 2,78 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O}} \\ X &= 5,56 \text{ mol de } \text{NO}_2 \end{aligned}$$

Esto implica que el reactivo limitante es el  $\text{NO}_2$ , porque solo hay disponibles para reaccionar 1,09 mol.

**Interpretar el resultado y determinar el reactivo limitante y en exceso.**

Tras comparar las relaciones estequiométricas de los reactantes dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), se concluye que el reactivo limitante es el  $\text{NO}_2$  y el reactivo en exceso es el  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Calcular la masa que queda en exceso.**

La cantidad de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) que reacciona es 0,55 mol y su masa molar es 18,01 g/mol. Por ende, la masa de agua que reacciona según el cálculo es:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,55 \text{ mol} \cdot 18,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 9,91 \text{ g}$$

La masa de  $\text{H}_2\text{O}$  que reacciona es 9,91 g y hay disponibles 50 g, por lo tanto, quedan sin reaccionar 40,09 g.

**NC Naturaleza de la ciencia**

Si el conocimiento científico se genera usando diferentes métodos y no existe un solo procedimiento, ¿qué modificaciones harías a esta propuesta? ¿Qué método propondrías para determinar el reactivo limitante y el reactivo en exceso?

## ¿Cómo explicar los resultados de una investigación?

BDA U2\_ACT\_18

Explicar consiste en dar sentido a las observaciones y resultados de una investigación utilizando el conocimiento científico y un vocabulario disciplinar pertinente.

A continuación, se sugieren una serie de pasos para aprender a explicar los resultados de una investigación.

PASO

**1** ▶ Observar el fenómeno y describirlo.

Lee la siguiente situación. Luego, incorpora nuevas observaciones y descripciones.

Cinco estudiantes interesados en comprender las relaciones cuantitativas que se establecen entre los reactantes y los productos de una reacción química decidieron simular el efecto de la lluvia ácida en el entorno. Para esto realizaron el siguiente procedimiento:

**A.** Reunieron todos los materiales necesarios: balanza, 500 mL de vinagre, 3 vasos de precipitado de 100 mL, una caja de tizas.



**B.** Agregaron a cada vaso diferentes cantidades de vinagre. Al primero le añadieron 40 mL; al segundo 60 mL; y al tercero 80 mL.



**C.** Prepararon 3 trozos de tiza de 0,5 g de masa.



**D.** Agregaron en cada vaso un trozo de tiza. Luego, de la reacción, volvieron a masar cada uno de los vasos con los productos formados.



Durante el procedimiento, registraron las manifestaciones de la materia que observaron de las reacciones químicas y obtuvieron que las masas de las sustancias formadas fueron las siguientes: 43,24 g en el vaso 1; 58,52 g en el vaso 2 y 67,81 g en el vaso 3, cantidades inferiores a las esperadas de acuerdo con las relaciones estequiométricas teóricas que habían obtenido con la ecuación química balanceada de la reacción.

PASO

2

### Relacionar los resultados con tus conocimientos.

En este paso debes retomar las observaciones y relacionarlas con lo que sabes acerca de las relaciones cuantitativas que se establecen entre las sustancias que participan en una reacción química. Para ello, puedes responder estas preguntas:

- ¿Qué aprendizajes te permitirían comprender lo ocurrido en la situación?
- ¿Por qué los estudiantes obtuvieron esos resultados?
- ¿Qué conocimientos necesitas aplicar para determinar las relaciones estequiométricas teóricas?
- ¿De qué manera se podría obtener más cantidad de producto con la misma cantidad de reactantes?

PASO

3

### Comunicar la información obtenida.

Elige una manera para comunicar las explicaciones de los resultados de la investigación. Para esto, guíate con las preguntas:

- ¿A quiénes voy a comunicar las explicaciones de los resultados?
- ¿Qué información debo incluir?
- ¿Cómo la voy a organizar la información? ¿Qué formato, digital o impreso, utilizaré?
- ¿Cuál es la herramienta digital más adecuada para comunicar este tipo de información?
- ¿Cómo voy a verificar que la información entregada fue comprendida?

### CD Ciudadanía digital

Ingresa el código **T2677077A** en la página web **www.auladigital.cl** para utilizar una herramienta digital que te permitirá organizar de forma fácil y atractiva la información que buscas comunicar.

## Descontaminación con perspectiva de género

La Dra. Vania Rojas, investigadora del Advanced Mining Technology Center (AMTC) de la Universidad de Chile, busca evaluar el impacto del sistema SolArsenic para la remoción de arsénico en aguas. Esto desarrollado desde una perspectiva de género frente a la exposición y vulnerabilidad de la población a dicho elemento contaminante.

SolArsenic es un sistema de tratamiento de aguas desarrollado en el AMTC para la remoción de arsénico por medio de nanopartículas y radiación solar. Este sistema fue probado con éxito entre 2022 y 2023 en la localidad de Socaire, San Pedro de Atacama. La Dra. Rojas busca profundizar esa evaluación mediante un análisis más particular de la población beneficiaria.

Fuente: AMTC (05 de marzo de 2024). Investigadora del AMTC liderará estudio con perspectiva de género sobre impactos de sistema de descontaminación de arsénico. <https://www.amtc.cl/>



▲ Dra. Vania Rojas

*¿Por qué crees que el impacto de esta tecnología puede ser analizado desde una perspectiva de género? ¿Qué relación crees que tiene el género de las personas con las enfermedades vinculadas a la exposición a arsénico? ¿Quiénes son los posibles beneficiarios del tratamiento de agua contaminada con arsénico? ¿Cómo los aprendizajes sobre los reactivos de una reacción podrían contribuir a disminuir la contaminación de arsénico en el agua?*

## Rendimiento de una reacción

La evidencia científica ha permitido verificar que las reacciones químicas, en la práctica, presentan diferencias entre las cantidades de productos calculadas mediante las ecuaciones químicas y lo obtenido experimentalmente. El rendimiento de una reacción está determinado por la cantidad de producto que se genera al finalizar una reacción, y puede ser teórico o real (o experimental).

### Rendimiento teórico

- Corresponde a la máxima cantidad de producto que se esperaría obtener idealmente si todo el reactivo limitante se transformara en producto y no se perdiera en ninguna etapa del proceso.

### Rendimiento real (o experimental)

- Corresponde a la cantidad de producto real que se obtiene una vez finaliza la reacción. Este será siempre menor que el rendimiento teórico.

## Rendimiento porcentual

El rendimiento porcentual ha sido descrito, en ciencia, como aquel que permite calcular el porcentaje de rendimiento de una reacción química. Este se expresa de la siguiente manera:

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{rendimiento real}}{\text{rendimiento teórico}} \cdot 100$$

De esta manera, el rendimiento real corresponde a la masa de producto, generalmente en gramos, obtenida al finalizar la reacción y el rendimiento teórico corresponde a la masa de producto, generalmente en gramos, calculada a partir de las relaciones estequiométricas.

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

Innovadora idea aprovecha las escamas de pescado para producir papel. El proceso se logra aislando la quitina, un tipo de compuesto elaborado por algunas plantas y animales, que contienen las escamas del pescado para luego transformarlas a quitosano (macromolécula). Este último es el que se utiliza en una mezcla con celulosa de papel reciclado y escamas no tratadas en distintas proporciones. En el estudio realizado se analizaron los porcentajes de rendimiento de las distintas etapas para la obtención de quitina y la generación del quitosano. Además, se generaron dos metodologías, una de las cuales alcanza un grado de rendimiento del 84,80 %. La técnica es un avance que permite evitar el impacto tanto de la industria de la celulosa como de la industria pesquera.

Fuente: Andrea Fuentes. (2021). Propuesta para el aprovechamiento de escamas de pescado aplicado a la producción de papel de quitosano por el método de desacetilación de quitina en medio alcalino. <https://repository.uamerica.edu.co/>



A continuación, se mencionan algunos de los factores que afectan el rendimiento de una reacción.

- 1 Pérdida del producto durante etapas del proceso.
- 2 Los reactantes utilizados no son puros.
- 3 La formación de productos puede ser incompleta.
- 4 Pueden generarse reacciones paralelas.
- 5 Las condiciones de presión y temperatura no son adecuadas.
- 6 Errores en la preparación y la manipulación de los materiales y/o sustancias químicas.



### Integrando conocimientos

Las enzimas son proteínas altamente estudiadas en biología y biotecnología gracias a su habilidad para actuar como catalizadores. Se prefieren sobre los catalizadores químicos debido a su eficacia superior y

a las condiciones más favorables para su uso, como un pH más bajo y una temperatura moderada. Además, reducen significativamente la aparición de reacciones secundarias, lo que optimiza su rendimiento de estas.

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

La magnetita, un tetraóxido de trihierro de fórmula  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , puede ser sintetizada a escala nanométrica lo que reviste una especial importancia dado que este compuesto es muy apreciado en aplicaciones como la biomedicina o la remoción de contaminantes del agua.

Un estudio llevó a cabo la síntesis de nanopartículas de magnetita utilizando el método de coprecipitación con el objetivo de investigar cómo la velocidad de agitación y el tiempo de reacción afectan el rendimiento y las propiedades de las nanopartículas. La tabla a continuación presenta algunos resultados del estudio.

Muestra	Tiempo de reacción (min)	Velocidad de agitación (rpm)	Rendimiento de la reacción (%)
1	45	1000	94
2	30	1000	86
3	30	500	79
4	45	500	85

Fuente: Alvear, Franklin; Galeas, Salomé; Guerrero, Víctor y Debut, Alexis. (2017). Síntesis y Caracterización de Nanopartículas de Magnetita. *Revista Politécnica*, 39(2).

*¿Qué se puede concluir respecto de la relación entre la velocidad de agitación y el rendimiento de la reacción? ¿Cuál de los factores estudiados crees que influye en esta reacción? ¿Por qué el tiempo de reacción no debería considerarse como un factor que afecta el rendimiento de una reacción?*

# Cultivos ancestrales de RAPA NUI

En Rapa Nui, existen cultivos hortofrutícolas ancestrales que se encuentran fuertemente vinculados a la cultura polinésica, por ser ingredientes básicos en platos tradicionales. Tradicionalmente las principales plantas cultivadas han sido taro, ñame, kuma y maika. En la actualidad, su producción está enfocada principalmente en el consumo y la venta a nivel local.

El conocimiento de las características de cada especie es importante al momento de establecer posibles relaciones con los organismos que las atacan. Antecedentes productivos y de rendimiento permiten, a la vez, cuantificar los efectos de las plagas sobre los cultivos establecidos. A continuación, se presenta una descripción de algunas de las especies de mayor valoración cultural en la isla: taro, maika y kuma, entre otras.

¿En qué aspectos se evidencia que el territorio constituye la base del intercambio con la naturaleza? ¿Por qué el pueblo Rapa Nui considera los requerimientos del suelo, clima y agua en sus cultivos? ¿De qué manera se podría mejorar el rendimiento de los cultivos? ¿De qué manera se relacionan los cultivos y el conocimiento científico?

BDA U2\_ACT\_8

## Taro

(Malanga, Alcofaz, Papa china, Ñampí, Ñamera, Macal)



▲ Taro vai hoiti cormo.

**Origen:** noreste de India y Nueva Guinea.

**Valor nutricional:** 142 calorías por 100 g.

**Requerimientos:** suelos ácidos, con adecuado nivel de materia orgánica, clima de temperaturas entre 20 y 32 °C, y agua alrededor de 2 000 mm al año.

**Aspectos culturales:** la práctica cultural más común es el aporcamiento con caballo, que se realiza cuando la planta alcanza un crecimiento medio. De las variedades, el *taro vaihi* produce muchos cormelos que llegan a pesar 5 kg, en cambio los *taro hiva* y *vai hoiti* producen un solo cormo, también de 5 kg.

## Maika

(Plátano, Banana, Maduro, Topocho, Cambur)



▲ Maika puka puka, fruto.

**Origen:** Papúa Nueva Guinea.

**Valor nutricional:** 96,4 kcl por 100 g.

**Requerimientos:** suelos ácidos, bien drenados, con altos niveles de potasio, magnesio, calcio y nitrógeno. Temperaturas cercanas a los 26 °C y agua alrededor de 1 000 a 2 000 mm al año.

**Aspectos culturales:** las labores más comunes que realiza el pueblo Rapa Nui es el desmalezamiento, limpieza de hojas secas y cobertura de pseudotallo. La cosecha se realiza entre uno o dos años desde la plantación, en la que se obtienen racimos de entre 5 y 50 kg.

## Kuma

(Camote, Batata, Boniato)



▲ Camote morado *Kuma mea mea*. Cosecha 2019, Rapa Nui.

**Origen:** Centroamérica.

**Valor nutricional:** 114 kcal por 100 g.

**Requerimientos:** suelos de textura franca, arenosa o arcillosa, clima de temperaturas entre 20 y 30 °C, agua 1 200 mm al año y humedad del 75 %.

**Aspectos culturales:** los agricultores Rapa Nui ejercen el puke, que corresponde a aporcar con las manos las plantas. Esto se lleva a cabo dos semanas después del transplante. Luego, a partir de la cuarta semana del cultivo se realiza el hua'a te kumara o el aporcamiento con caballo.

Fuente: INIA (s.f.). Capítulo 2. Cultivos ancestrales de Rapa Nui. <https://biblioteca.inia.cl/>

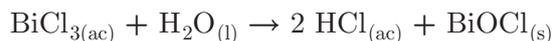
## Determinación del rendimiento porcentual

BDA U2\_VID\_8

Para determinar el rendimiento porcentual de una reacción, utilizaremos el ejemplo descrito a continuación:

BDA U2\_ACT\_9

La reacción química entre tricloruro de bismuto ( $\text{BiCl}_3$ ) acuoso con agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) líquida para formar ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) acuoso y oxiclورو de bismuto ( $\text{BiOCl}$ ) sólido según la ecuación química balanceada:



PASO

### 1 ▶ Determinar el reactivo limitante.

Si en la reacción química de 23 g de tricloruro de bismuto ( $\text{BiCl}_3$ ) con 2000 g de agua se obtienen 15,1 g de oxiclورو de bismuto ( $\text{BiOCl}$ ). Aplicando la expresión de cantidad de sustancia, se tiene que la cantidad de tricloruro de bismuto ( $\text{BiCl}_3$ ) es 0,07 mol y de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) es 111,11 mol. Además, las relaciones estequiométricas son:

	$\text{BiCl}_3$		$\text{H}_2\text{O}$
Cantidad de sustancia teórica (mol)	1	+	1
Cantidad de sustancia real (mol)	0,07	+	0,07

Por lo tanto, el reactivo limitante es  $\text{BiCl}_3$  (reaccionan por completo los 0,07 mol) y el reactivo en exceso es  $\text{H}_2\text{O}$  (reaccionan 0,07 mol y quedan 111,04 mol sin reaccionar).

PASO

### 2 ▶ Establecer las relaciones estequiométricas entre el reactivo limitante y el producto.

El reactivo limitante ( $\text{BiCl}_3$ ) determina la cantidad de producto formado. Por ende, la cantidad máxima de  $\text{BiOCl}$  es de 0,07 mol, porque, por cada 1 mol de  $\text{BiCl}_3$  que reacciona, se produce 1 mol de  $\text{BiOCl}$ .

	$\text{BiCl}_3$		$\text{BiOCl}$
Cantidad de sustancia teórica (mol)	1	+	1
Cantidad de sustancia real (mol)	0,07	+	0,07

PASO

### 3 ▶ Transformar la cantidad de sustancia del producto.

La cantidad de sustancia del producto oxiclورو de bismuto ( $\text{BiOCl}$ ) es 0,07 mol y su masa molar es 260,44 g/mol, por lo tanto, su masa es 18,2 g como se describe en el cálculo:

$$m_{\text{BiOCl}} = 0,07 \text{ mol} \cdot 260,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18,2 \text{ g}$$

PASO

### 4 ▶ Calcular el rendimiento porcentual.

Sabiendo que el rendimiento teórico es 18,2 g y el rendimiento real es 15,1 g, el rendimiento porcentual es 83 % de acuerdo con el cálculo:

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{15,1 \text{ g}}{18,2 \text{ g}} \cdot 100 = 83$$

*¿De qué otra manera podrías llegar a este resultado? ¿Por qué el rendimiento teórico es mayor que el rendimiento real? ¿Crees que podría ocurrir que el rendimiento porcentual supere el 100 %? ¿Por qué? ¿Qué tendría que ocurrir para que el rendimiento porcentual sea 0 %?*

## Fórmulas de un compuesto

Las leyes fundamentales del cambio químico han permitido conocer la fórmula química de muchos compuestos. Estas son utilizadas para expresar, por medio de los símbolos químicos, la composición de los compuestos y la proporción en que sus átomos se combinan. A continuación, son descritas dos tipos de fórmulas: molecular y empírica.

### GI Gran idea de la ciencia

La materia del universo, independiente de si forma parte de estructuras sin vida o de organismos vivos, está formada por átomos. Considerando esto, ¿por qué conocer estas fórmulas nos permite comprender la composición de la materia?

	Fórmula empírica	Fórmula molecular
¿Qué representa?	Representa la proporción más simple en la que están presentes los átomos que forman un compuesto químico.	Representa el número exacto de átomos de cada elemento que están presentes en la unidad más pequeña de una sustancia.
¿Cómo se representa?	Utilizando el símbolo de los elementos que forman el compuesto con un subíndice que indica la proporción en que se combinan sus átomos, expresada con los números más sencillos.	Utilizando el símbolo de los elementos que forman el compuesto con un subíndice que indica la cantidad exacta de átomos de ese elemento en una molécula de compuesto.
Ejemplos	<b>Glucosa <math>\text{CH}_2\text{O}</math></b> Los átomos de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) se combinan en la proporción 1:2:1. <b>Butano <math>\text{C}_2\text{H}_5</math></b> Los átomos de carbono (C) e hidrógeno (H) se combinan en la proporción 2:5.	<b>Glucosa <math>\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6</math></b> Una molécula está formada por 6 átomos de carbono (C), 12 átomos de hidrógeno (H) y 6 átomos de oxígeno (O). <b>Butano <math>\text{C}_4\text{H}_{10}</math></b> Una molécula está formada por 4 átomos de carbono (C) y 10 átomos de hidrógeno (H).

Todos los compuestos tienen fórmula empírica. Sin embargo, esta no es única, ya que diferentes compuestos pueden tener la misma fórmula empírica. Por ejemplo, la fórmula empírica de la glucosa y del ácido láctico es  $\text{CH}_2\text{O}$ . La fórmula molecular de la glucosa es  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , mientras que la del ácido láctico es  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ .

### NC Naturaleza de la ciencia

Para determinar las fórmulas moleculares de los distintos compuestos, se tuvo que recorrer un largo camino y llegar a consensos entre diferentes contribuciones científicas a fin de alcanzar un lenguaje común. Inicialmente, los estudios de J. Richter apuntaban a determinar los pesos equivalentes. Luego, se produjo la confrontación

entre J. Proust y C. Berthollet sobre las proporciones definidas y proporciones variables, situación saldada en la teoría atómica de J. Dalton. Más tarde, surgió el concepto de cantidad de materia, y su unidad el mol, reinterpretada bajo la teoría atomista. Todo esto demuestra el carácter provisorio del conocimiento científico.

## Análisis porcentual de un compuesto

El análisis porcentual es un proceso que permite conocer los gramos de cada elemento por cada 100 g de compuesto. Para explicar cómo determinar el porcentaje de cada elemento de un compuesto, utilizaremos de ejemplo el ácido  $\alpha$ -linolénico. La fórmula molecular de este compuesto es  $C_{18}H_{30}O_2$ .

*¿Qué compuestos están presentes en los alimentos que consumes? ¿Cuál de ellos analizarías porcentualmente? ¿Qué conocimientos necesitas para realizar el análisis?*

PASO

### 1 ▶ Calcular la masa molar del compuesto.

La masa molar de carbono (C) es 12,01 g/mol, la de hidrógeno (H) es 1,0 g/mol y la de oxígeno (O) es 15,99 g/mol. Entonces, la masa molar del ácido  $\alpha$ -linolénico:

$$M_{\text{ácido } \alpha\text{-linolénico}} = \left(18 \cdot 12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) + \left(30 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) + \left(2 \cdot 15,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)$$

$$M_{\text{ácido } \alpha\text{-linolénico}} = 278,16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

PASO

### 2 ▶ Determinar el porcentaje de cada elemento.

Considerando la masa molar de los elementos que forman el compuesto y la masa molar del compuesto, el porcentaje de cada elemento es el siguiente:

Porcentaje de carbono (C)

$$\% \text{ C} = \frac{18 \cdot 12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{278,16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 100$$

$$\% \text{ C} = 77,72 \%$$

Porcentaje de hidrógeno (H)

$$\% \text{ H} = \frac{30 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{278,16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 100$$

$$\% \text{ H} = 10,79 \%$$

Porcentaje de oxígeno (O)

$$\% \text{ O} = \frac{2 \cdot 15,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{278,16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 100$$

$$\% \text{ O} = 11,49 \%$$

PASO

### 3 ▶ Obtener la masa de cada elemento por cada 100 g del compuesto.

Por cada 100 g de ácido  $\alpha$ -linolénico, 77,72 g son de carbono (C), 10,79 g son de hidrógeno (H) y 11,49 g son de oxígeno (O).

## CE Ciencia en nuestro entorno

La fórmula molecular  $C_4H_8O_2$  puede corresponder a varias sustancias, por ejemplo:

**Ácido butanoico:** compuesto soluble en agua y de un olor característico que es posible encontrar, por ejemplo, en el olor a queso, olor corporal y olor a mantequilla o vino descompuesto.

**Acetato de etilo:** compuesto poco soluble en agua y aromático. Es utilizado, por ejemplo, en la industria alimentaria, elaboración de esencias y fabricación de quitaesmaltes de uñas.

**Butenodiol:** compuesto soluble en agua utilizado como disolvente en condimentos de alimentos y para la fabricación de materiales como el poliéster.



Para explicar cómo determinar la fórmula empírica, utilizaremos de ejemplo el sorbitol. Sabiendo que la masa molar del sorbitol es 182 g/mol y su composición centesimal es 39,56 % de carbono, 7,69 % de hidrógeno y 52,75 % de oxígeno, para obtener la fórmula empírica se deben seguir los siguientes pasos:

**PASO**

- 1** ▶ **Asignar incógnitas a los subíndices atómicos.**


**PASO**

- 2** ▶ **Convertir la proporción de cada elemento a masa.**

Considerando la composición centesimal, el 100 % es equivalente a 100 g del compuesto; entonces, el 39,56 % de carbono equivale a 39,56 g; el 7,69 % de hidrógeno equivale a 7,69 g; el 52,75 % de oxígeno equivale a 52,75 g.

**PASO**

- 3** ▶ **Determinar la cantidad de sustancia.**

A partir de la masa y masa molar, la cantidad de sustancia es la siguiente:

$$n_{\text{Carbono}} = \frac{39,56 \text{ g}}{12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$n_{\text{Carbono}} = 3,29 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Hidrógeno}} = \frac{7,69 \text{ g}}{1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$n_{\text{Hidrógeno}} = 7,69 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Oxígeno}} = \frac{52,75 \text{ g}}{15,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$n_{\text{Oxígeno}} = 3,29 \text{ mol}$$

**PASO**

- 4** ▶ **Obtener el valor de los subíndices.**

El menor valor obtenido de las cantidades de sustancia del paso anterior es 3,29. Este valor divide la cantidad de sustancia de cada elemento para obtener el valor de los subíndices.

$$x = \frac{3,29 \text{ mol}}{3,29 \text{ mol}} = 1$$

$$y = \frac{7,69 \text{ mol}}{3,29 \text{ mol}} = 2,34$$

$$z = \frac{3,29 \text{ mol}}{3,29 \text{ mol}} = 1$$

Cada valor de los subíndices es multiplicado por 3 para que el resultado aproximado del subíndice "y" sea un número entero.

**PASO**

- 5** ▶ **Expresar la fórmula empírica.**

Reemplazando los valores de subíndices en la fórmula empírica, tenemos  $C_3H_7O_3$ .

### IC Impacto científico

En el Laboratorio de Análisis Químico de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), se realizan análisis de composición de fármacos, alimentos, minerales, vegetales, suelos, aguas, entre otros. A partir de los cuales se logra determinar, por ejemplo, el carbono total en aguas, la presencia de tolueno en juguetes, la cantidad de azúcares en alimentos y la concentración de metales en suelos.

*¿De qué manera el trabajo desarrollado en este centro de investigación científica podría aprovecharse para buscar soluciones a problemáticas sociales, de salud y medioambientales?*

### CD Ciudadanía digital

Ingresa el código **T2677084A** en la página web **www.auladigital.cl** para ingresar a una calculadora de fórmula empírica a partir de la composición porcentual de sus elementos.

## Determinación de la fórmula empírica a partir del método de combustión

El método consiste en determinar la cantidad de dióxido de carbono y de agua a partir de la combustión de un compuesto orgánico. Para esto, utilizaremos de ejemplo:

El maltitol es un edulcorante que se usa como sustituto de la sacarosa en dietas hipocalóricas. Su masa molar es 344 g/mol y en su composición intervienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Para determinar su fórmula se quema, en exceso de  $O_2$ , una muestra de 2,29 g de maltitol y se recogen 3,52 g de  $CO_2$  y 1,44 g de  $H_2O$ .

### PASO

#### 1 ▶ Calcular la masa de cada elemento en la muestra.

Todo el carbono del maltitol pasa a formar parte del  $CO_2$ . De igual manera, todo el hidrógeno del maltitol pasa a formar parte del  $H_2O$ .

### CE Ciencia en nuestro entorno

Los compuestos orgánicos están formados principalmente por átomos de carbono e hidrógeno. Sin embargo, algunos pueden contener oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre.

Cuando se produce una reacción química con un compuesto orgánico se obtiene dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y agua ( $H_2O$ ).

En relación con el  $CO_2$ , Chile es uno de los países de Latinoamérica que más contribuye con este gas de efecto invernadero (GEI), siendo la Zona Norte y la Zona Centro, los lugares donde se concentran las mayores emisiones.

Fuente: <https://uchile.cl/>

#### Carbono (C)

$$m_{\text{Carbono}} = 3,52 \text{ de } CO_2 \cdot \frac{12,01 \text{ g de C}}{44,01 \text{ de } CO_2} = 0,96 \text{ g}$$

#### Hidrógeno (H)

$$m_{\text{Hidrógeno}} = 1,44 \text{ de } H_2O \cdot \frac{2,0 \text{ g de H}}{18,01 \text{ de } H_2O} = 0,16 \text{ g}$$

Finalmente, si la masa del compuesto es 2,29 g, restando a este valor la masa de carbono e hidrógeno, queda que la masa de oxígeno es 1,17 g.

### PASO

#### 2 ▶ Determinar la cantidad de sustancia.

Considerando la masa y masa molar de cada elemento, obtenemos la cantidad de sustancia:

#### Carbono (C)

$$n_{\text{Carbono}} = 0,079 \text{ mol}$$

#### Hidrógeno (H)

$$n_{\text{Hidrógeno}} = 0,16 \text{ mol}$$

#### Oxígeno (O)

$$n_{\text{Oxígeno}} = 0,073 \text{ mol}$$

### PASO

#### 3 ▶ Obtener la fórmula empírica.

A partir del menor valor de la cantidad de sustancia del paso anterior, los valores de subíndices:

#### Carbono (C)

$$x = \frac{0,079 \text{ mol}}{0,073 \text{ mol}} = 1,08$$

#### Hidrógeno (H)

$$y = \frac{0,16 \text{ mol}}{0,073 \text{ mol}} = 2,16$$

#### Oxígeno (O)

$$z = \frac{0,073 \text{ mol}}{0,073 \text{ mol}} = 1$$

Multiplicando los valores por 11 para que sean números enteros se obtiene que la fórmula empírica es  $C_{12}H_{24}O_{11}$ .

### PASO

#### 4 ▶ Determinar la fórmula molecular.

La fórmula molecular del compuesto coincide con su fórmula empírica. Esto se puede comprobar utilizando la masa molar del maltitol (344 g/mol).

BDA U2\_VID\_9

## Determinación de la fórmula molecular a partir de la fórmula empírica

Para obtener la fórmula molecular, debemos obtener previamente la masa molar de la fórmula empírica del compuesto. Esto lo explicaremos utilizando como ejemplo la fórmula empírica de la vitamina C, o ácido ascórbico,  $C_3H_4O_3$ .

BDA U2\_ACT\_11 y 12

PASO

### 1 ▶ Obtener la masa molar de la fórmula empírica.

La fórmula empírica indica que la proporción del compuesto es 3:4:3, es decir, 3 átomos de carbono (C) por 4 átomos de hidrógeno (H) y 3 átomos de oxígeno (O).

$$M_{\text{formaldehído}} = \left(3 \cdot 12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) + \left(4 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) + \left(3 \cdot 15,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) = 88 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

PASO

### 2 ▶ Calcular el factor de multiplicación.

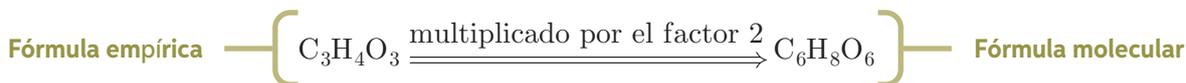
Para calcular el factor, se debe dividir la masa molar del compuesto por la masa molar de la fórmula empírica. La masa molar de la vitamina C es 176 g/mol.

$$\text{Factor} = \frac{176 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{88 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2$$

PASO

### 3 ▶ Determinar la fórmula molecular.

La fórmula molecular resulta de la multiplicación de los subíndices atómicos de la fórmula empírica por el factor encontrado en el paso anterior.



## Siete especies en una: la diversidad de un caracol marino

Claudio González-Wevar, biólogo marino, doctor en Ciencias con mención en Ecología y Biología Evolutiva y profesor asociado del Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas (ICML) de la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile y su equipo de investigación llevaron a cabo estudios moleculares y morfológicos de más de 750 ejemplares de moluscos.

Tras tres años de un trabajo de colección y análisis de datos, estos estudios revelaron la diversidad que esconde el pequeño caracol marino *Laevitorina caliginosa*, uno de los invertebrados con mayor distribución en el océano Austral. Este caracol marino constituye un excelente modelo para estudios evolutivos y biogeográficos, ya que, de acuerdo con los datos moleculares obtenidos, se logró identificar al menos siete especies derivadas de él.

Fuente: Instituto Milenio (07 de julio de 2022). Siete especies en una: nuevo hallazgo en el océano Austral descubre el "lado oculto" de un pequeño caracol marino <https://www.institutobase.cl/>



▲ Dr. Claudio González-Wevar

*¿Qué nuevas preguntas podrían surgir del análisis de los resultados de este estudio? ¿Cómo crees que están relacionados con los tipos de fórmulas de un compuesto?*

# INTERESCOLAR AMBIENTAL

EDUCACIÓN  
AMBIENTAL



Interescolar Ambiental es una plataforma web y móvil gratuita para trabajar la educación ambiental y alcanzar el objetivo de generar agentes de cambio para el cuidado del planeta. Este programa fue desarrollado en 2019, en el marco de la COP25, junto al Ministerio de Educación y Ministerio de Medio Ambiente.

En 2022, gracias a este programa, se formó la Red de Educadores Ambientales, que tiene al 2024 más de 640 docentes inscritos, que representan 227 comunas del país. Las comunidades escolares que participan del programa se suman a un ranking que se actualiza según la cantidad de actividades realizadas del calendario de efemérides, como algunas de las descritas a continuación correspondientes al 2024.



Calendario interescolar Ambiental 2024

Mes	Efemérides	Actividades	Puntaje
Marzo	03-03. Día Mundial de la Naturaleza.	Herbarios del bosque esclerófilo.	300
	22-03. Día Mundial del Agua.	Mapeo climático.	200
	25-03. Hora del Planeta.	Ciclo del agua en una botella.	100
		Cine Verde: ¡Una Aventura Documental por el Planeta!.	100
Abril	06-04. Día Mundial de la Salud.	Botellas de luz.	300
	22-04. Día de la Tierra.	¿Cómo comenzó la música?	200
	26-04. Día Internacional de la Consciencia sobre el Ruido.	Mini invernaderos con envases plásticos.	100
		Germinar el cambio.	100

Fuente: <https://interescolarambiental.cl/>

¿Cómo el Interescolar Ambiental contribuye al desarrollo de hábitos que fomenten la protección y restauración del medioambiente y el bienestar de todos los seres vivos? ¿Qué aspectos de este programa utilizarías para generar una campaña que promueva la toma de consciencia frente a la urgencia climática? ¿Por qué? ¿Este programa es suficiente para alcanzar los ODS 4, 12 y 13? ¿Por qué?

## Reflexiono sobre mi aprendizaje

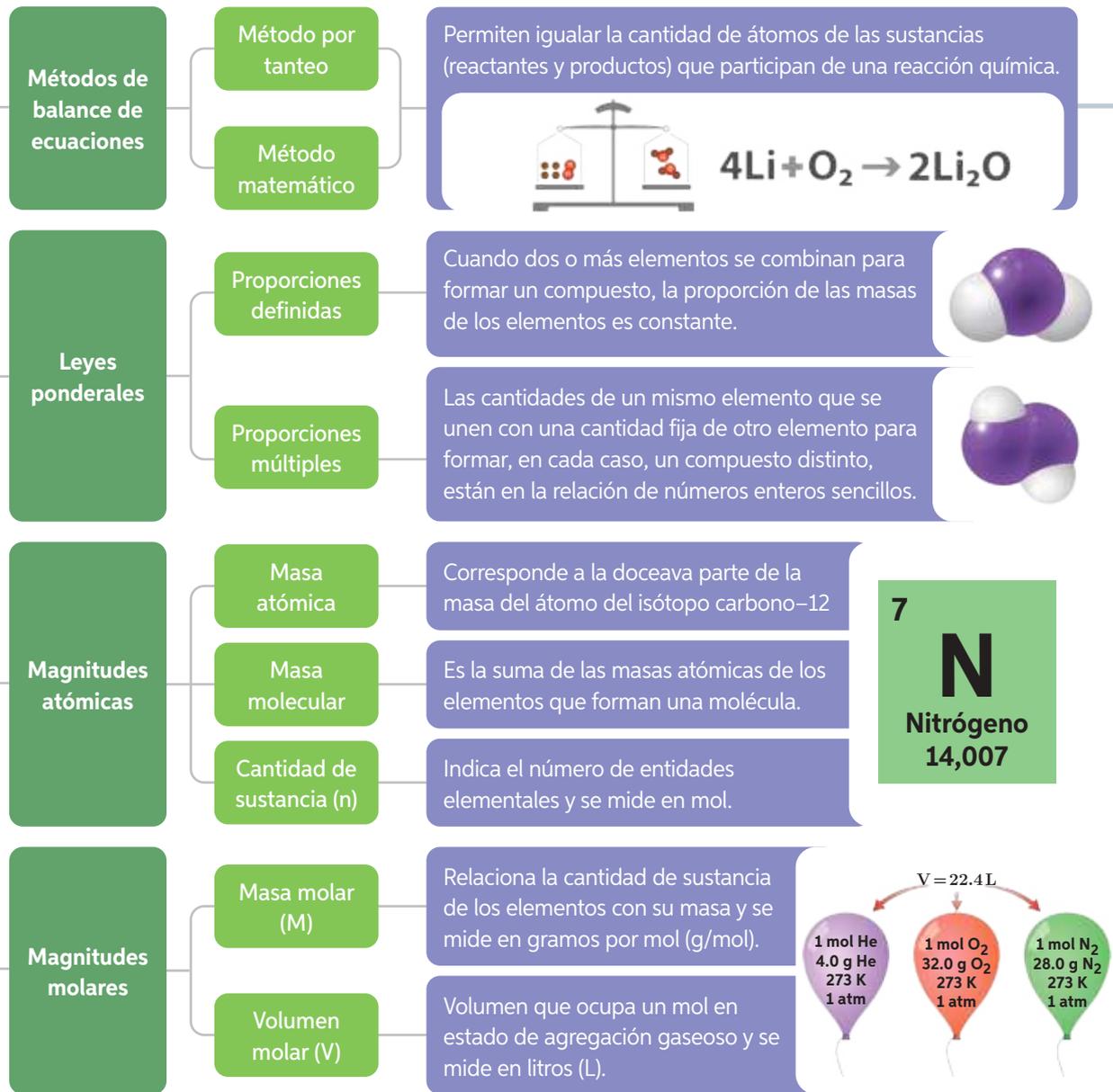
BDA U2\_ACT\_19

Para finalizar, vuelve a revisar las preguntas del inicio de la lección. Luego, responde:

- ¿Qué impacto tendría en la industria del cobre que los reactantes no se consuman completamente en alguno de los procesos químicos de producción?
- Si tuvieras que determinar la fórmula molecular y empírica de un compuesto desconocido, ¿qué información requerirías? ¿Qué nuevas preguntas te surgen al respecto?
- ¿De qué manera los aprendizajes de esta lección permiten explicar problemas ambientales que afectan a tu localidad? ¿Cómo permiten fomentar la protección y conservación del entorno natural de quienes habitan en ese lugar?

## Estequiometría de reacción

Métodos, leyes y magnitudes de las reacciones químicas



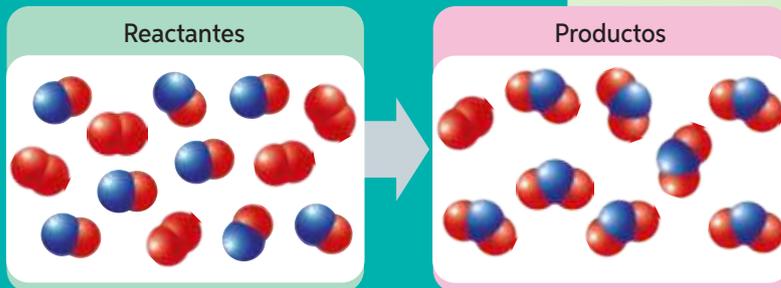
## APLICO LO APRENDIDO

Un informe publicado en 2022 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) señala que la caída prevista en la producción de soja de Argentina en 2023 es del 44 % en relación con los últimos cinco años. Como resultado, será la cosecha más baja desde 1988/89 y contribuirá a una caída estimada del 3 % en el PIB de Argentina.

- ¿Por qué la sequía afecta la producción de soja? Justifica.
- Si una planta de soja capta diariamente 10 000 g de  $\text{CO}_2$  y 3 240 g de  $\text{H}_2\text{O}$ , ¿qué reactivo limitaría el proceso de producción?
- ¿Qué conceptos de los aprendidos en la unidad utilizarías para explicar la caída en la producción de soja generada por sequía?

### Reactivos en una reacción

- Reactivo limitante: es la sustancia que se agota primero y la que determina la cantidad de producto que se puede obtener.
- Reactivo en exceso: es la sustancia que no reacciona por completo y la que queda cuando la reacción se detiene.



### Rendimiento de una reacción

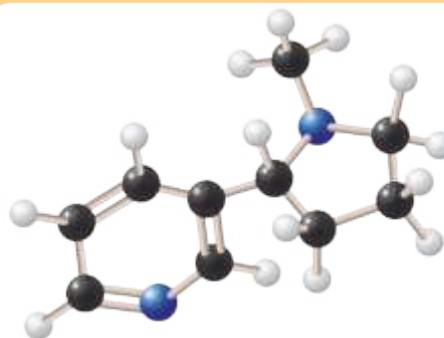
- Rendimiento teórico: es la máxima cantidad de producto que se puede obtener.
- Rendimiento real: es la cantidad de producto real (o experimental) que se obtiene una vez finaliza la reacción.

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{rendimiento real}}{\text{rendimiento teórico}} \cdot 100$$

### Fórmulas de un compuesto

- Fórmula empírica: representa la proporción más simple en la que están presentes los átomos en una sustancia.
- Fórmula molecular: representa el número exacto de átomos de cada elemento presente en una sustancia.

### Molécula de nicotina



- Fórmula molecular:  $C_{10}H_{14}N_2$
- Fórmula empírica:  $C_5H_7N$

## ¿QUÉ SÉ AHORA?

BDA U2\_ACT\_20

Al finalizar la revisión de la síntesis, regresa al inicio de la unidad y responde:

- ¿De qué manera podrías cuantificar la cantidad de metales pesados que se generan en las playas del norte? ¿Qué magnitud de las estudiadas utilizarías para expresar dicha cantidad? ¿Por qué?
- ¿Cómo podrías disminuir la cantidad de metales pesados en el borde costero de las playas de Antofagasta? ¿Qué relaciones cuantitativas tendrías que establecer? ¿Qué información necesitas para establecerla?
- ¿Por qué los aprendizajes sobre la estequiometría de reacción favorecen la búsqueda de estrategias para combatir la contaminación ambiental y sus efectos en la salud de las personas?

# QUÍMICA 2° MEDIO

<b>Unidad 1.</b> Soluciones químicas .....	2
<b>Lección 1.</b> ¿Qué características tienen las soluciones químicas? .....	4
Taller de habilidades .....	14
Reflexiono sobre mi aprendizaje .....	21
<b>Lección 2.</b> ¿Cómo calcular la concentración de una solución química? .....	22
Taller de habilidades .....	29
Reflexiono sobre mi aprendizaje .....	37
<b>Síntesis de lo aprendido</b> .....	<b>38</b>
<b>Unidad 2.</b> Química orgánica .....	40
<b>Lección 1.</b> ¿Por qué el carbono es la base de los compuestos orgánicos? .....	42
Taller de habilidades .....	49
Reflexiono sobre mi aprendizaje .....	59
<b>Lección 2.</b> ¿Qué compuestos orgánicos están presentes en nuestro entorno? .....	60
Reflexiono sobre mi aprendizaje .....	75
<b>Síntesis de lo aprendido</b> .....	<b>76</b>



CIENCIAS NATURALES

# QUÍMICA • 2<sup>o</sup> Medio

TEXTO DEL ESTUDIANTE





▲ Laguna de Cahuil, Chile.

## UNIDAD

# 1

## Soluciones químicas

En esta unidad, analizaremos las características de las soluciones químicas a fin de identificar sus componentes, clasificarlas de acuerdo con diferentes criterios, comprender su proceso de formación y conocer diferentes métodos que permiten separar sus componentes. Además, estableceremos relaciones cuantitativas para obtener su concentración utilizando diferentes magnitudes de medida y conoceremos los procedimientos de preparación, tipos de reacciones químicas que se llevan a cabo en una solución y algunas aplicaciones tecnológicas que contribuyen a satisfacer diversas necesidades sociales y ambientales.

## Conservación de humedales costeros

Los humedales son zonas de transición entre los ecosistemas terrestres y acuáticos. Un ejemplo, es el humedal Laguna de Cáhuil en la Región de O'Higgins, que alberga una gran biodiversidad y destaca por la extracción de sal de mar. En este humedal se forma de manera natural una barra de arena. Hasta la implementación del protocolo de manejo regulado desarrollado por el Proyecto GEF Humedales Costeros, la comunidad y autoridades locales la abrían y cerraban para evitar, por ejemplo, inundaciones de algunas viviendas del borde.

Fuente: Plataforma costera (14 de agosto de 2023). Los positivos alcances del manejo regulado de la barra del humedal Laguna de Cáhuil tras las últimas lluvias. [www.plataformacostera.org](http://www.plataformacostera.org)



▲ Quisco.



▲ Pirámides de sal.



▲ Pato real.

Además del protocolo, el proyecto propuso, durante los años de ejecución (2019 a 2024), los siguientes objetivos:

- 1 Incorporar y/o mejorar la gestión de humedales costeros de alta biodiversidad, para su conservación, uso sustentable y recuperación/mantenimiento de los servicios ecosistémicos que proveen.
- 2 Reducir las amenazas y presiones sobre los humedales costeros y su cuenca aportante que soportan las actividades humanas de importancia local.
- 3 Reducir las presiones en los humedales costeros que son hábitats de especies migratorias y/o especies con problemas de conservación como el quisco y pato real.

BDA U1\_IMA\_1

Para comenzar, lean estas páginas y reflexionen en torno a las siguientes preguntas:

BDA U1\_APL\_1

- ¿Qué relación tienen los humedales con las características y el comportamiento de la materia? ¿Cuáles de sus componentes corresponden a sustancias puras y cuáles a mezclas?
- ¿De qué manera se evidencia en los humedales que las interacciones pueden darse entre los sistemas vivos y los inertes?
- ¿Cómo influyen los niveles de agua, de oxígeno disuelto y de salinidad de los humedales en la mantención de la biodiversidad y las actividades productivas de la zona?
- ¿Por qué es importante generar propuestas de solución para las diferentes problemáticas de los territorios en Chile?

# LECCIÓN 1 ¿Qué características tienen las soluciones químicas?

## ➔ Exploro mis ideas

- ¿En qué se diferencian las sustancias puras de las mezclas heterogéneas y homogéneas?
- ¿Qué características debe tener la materia para ser clasificada como mezcla homogénea?
- ¿Qué mezclas homogéneas encontramos con frecuencia a nuestro alrededor?

## ¿Qué son las soluciones químicas?

BDA U1\_VID\_1

Antes de describir las características de las soluciones químicas, debemos recordar que la comunidad científica ha establecido que la materia se clasifica como sustancias puras o mezclas.



### NC Naturaleza de la ciencia

El conocimiento científico se fundamenta en gran medida en la evidencia empírica. Por ejemplo, la mayonesa, aunque a simple vista parece una mezcla homogénea, en realidad es una emulsión. Las evidencias científicas indican que las partículas

que la componen, como el aceite y el agua, no se mezclan de manera uniforme por sí solas.

*¿Qué métodos se habrán utilizado para establecer esta clasificación? ¿Qué otras sustancias cotidianas tienen un comportamiento similar a la mayonesa?*

### Elementos

Están constituidos por un solo tipo de átomos.

#### Elemento



▲ Átomo de oxígeno (O).

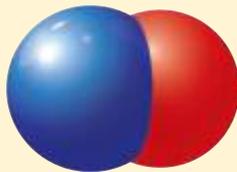
#### Elemento molecular



▲ Molécula de dinitrógeno (N<sub>2</sub>).

### Compuestos

Están formados por dos o más tipos de átomos.



▲ Monóxido de nitrógeno (NO).



▲ Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O).

### Mezclas heterogéneas

No poseen una composición uniforme y se distinguen sus componentes ya sea a simple vista o utilizando instrumentos ópticos.



▲ Agua, aceite y arena.



▲ Cereales, leche y frutas.

### Mezclas homogéneas

Poseen una composición uniforme, es decir, no es posible distinguir sus componentes. A estas mezclas se las conoce como soluciones químicas.



▲ Acero (hierro, carbono y otros elementos).



◀ Gas licuado (propano y butano).

## Componentes de las soluciones químicas

Las soluciones químicas están conformadas principalmente por dos componentes: soluto y disolvente. Ambos componentes pueden encontrarse en estado físico de agregación sólido, líquido o gaseoso.

### Soluto

Componente que se encuentra en menor proporción en la mezcla. Puede haber uno o más presentes en la solución química. Además, es el componente que le confiere las características especiales a la solución, como color y sabor.

**Ejemplo:** sal en estado sólido.



BDA U1\_ACT\_2



### Disolvente

Componente que se encuentra en mayor proporción en la solución química y es el que disuelve al soluto. Es el componente que le otorga el aspecto físico a la solución, es decir, define si es sólida, líquida o gaseosa.

**Ejemplo:** agua en estado líquido.

### Solución química

Corresponde a la mezcla homogénea entre soluto y disolvente tras un proceso de interacción entre las sustancias que la componen. Una vez formada la solución, la masa de ambos componentes se conserva, por lo tanto, la masa de la solución es igual a la masa del soluto más la masa del disolvente.

**Ejemplo:** solución líquida tras mezclar sal sólida y agua líquida.

### GI Gran idea de la ciencia

Las propiedades de la materia son explicadas a través de investigaciones científicas que nos ayudan a comprender el comportamiento de los átomos y cómo estos determinan las interacciones que puedan llevarse a cabo.

*¿Qué propiedades de la materia (sabor, color, densidad, volumen, estado de agregación, etc.) crees que permiten la formación de soluciones químicas? ¿Cómo crees que influyen en la interacción de sus componentes?*

# La ciencia del arte:

## LOS DIAGUITA

La alfarería y producción textil son algunas de las prácticas artesanales ancestrales del pueblo Diaguita.

La producción textil, por su parte, la desarrollan principalmente las mujeres de las comunidades de Huasco Alto, en la Región de Atacama. Durante este proceso hilan, tiñen la lana de oveja y, luego, tejen diversos productos en los antiguos *telares de palo plantado*. En relación con los pigmentos naturales tradicionales de este pueblo, destaca su obtención a través del uso de cáscara de cebolla o de nuez y de la cochinilla. De esta última, se obtiene el color carmesí proveniente de la sustancia denominada ácido carmínico, que es disuelta en agua caliente hasta obtener una solución química, a la que finalmente se le añade la lana para teñirla.

De igual manera, en Chalinga, Región de Coquimbo, las comunidades trabajan en la recuperación de técnicas y diseños de la alfarería de la cultura Diaguita prehispánica, incluyendo en ellos colores predominantes de su cerámica como el carmesí, negro y blanco, con el propósito de reforzar su identidad, prácticas y saberes.

*¿Qué aspectos de las prácticas del arte del pueblo Diaguita contribuyen al cuidado y protección del medioambiente? ¿Cuáles serán las ventajas y desventajas de utilizar tintes naturales en comparación con los tintes artificiales? ¿De qué manera este tipo de prácticas demuestra que los saberes científicos y saberes del pueblo Diaguita se integran para obtener nuevos conocimientos?*

Fuente: Chile Precolombino (s.f.). Pueblos originarios: Arte Diaguita.  
<http://chileprecolombino.cl/>



▲ Telar inspirado en el arte Diaguita elaborado por la artista visual Claudia Campos Mendoza.



▲ Vasija Diaguita reconstruida.

### CD Ciudadanía digital

Ingresa al sitio web [www.auladigital.cl](http://www.auladigital.cl) y digita el código **T2709007A** para revisar un video sobre el proceso de elaboración de una manta siguiendo las técnicas tradicionales del pueblo Diaguita.

*¿Por qué la creación de este tipo de recursos es importante para la difusión de los saberes propios de los Pueblos Originarios?*

BDA U1\_ACT\_12

## Formación de las soluciones químicas

Las investigaciones científicas han demostrado que, para que una solución química pueda formarse, es importante que exista una interacción entre el soluto y el disolvente. Este tipo de interacción dependerá principalmente de las características polares de las sustancias que van a interactuar. A este tipo de interacción se las conoce como interacciones intermoleculares, algunas de las cuales son las fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrógeno e ion-dipolo.

### Fuerzas de Van der Waals

Corresponden a las fuerzas intermoleculares más débiles y existen tres tipos: fuerzas de London, dipolo-dipolo inducido y dipolo-dipolo.

- **Fuerzas de London:** se producen entre moléculas apolares o monoatómicas. Aunque son las más débiles de todas las fuerzas intermoleculares, son cruciales para comprender las interacciones entre moléculas apolares.
- **Dipolo-dipolo inducido:** se generan por la interacción de una sustancia polar con otra apolar. En esta interacción, la sustancia polar induce a la apolar, es decir, genera un desorden electrónico que les permite interactuar entre sí.
- **Dipolo-dipolo:** se producen entre sustancias polares en las que el polo positivo del disolvente interactúa con el polo negativo del soluto y viceversa.

### Puentes de hidrógeno

Corresponde a un tipo específico de fuerza dipolo-dipolo producida entre un átomo de hidrógeno (H) y un átomo de nitrógeno (N), oxígeno (O) o flúor (F). Esta interacción entre estos átomos produce una fuerza intermolecular mucho más fuerte que las interacciones dipolo-dipolo que carecen de estos elementos.

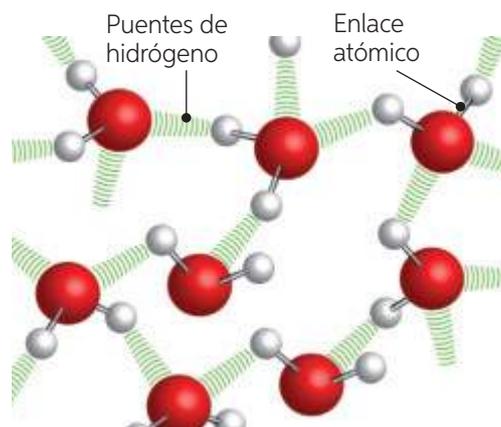
### Ion – dipolo

Corresponde a un tipo de fuerza entre una sustancia iónica y una polar. Este tipo de interacciones son las responsables de que las sales se disuelven en el agua.

### Integrando conocimientos

A partir de los aprendizajes de la asignatura de Biología, seguramente sabes que los peces son animales vertebrados acuáticos que, para respirar, utilizan sus branquias, la cuales les permiten captar el oxígeno disuelto en el agua del mar.

*¿Cómo se pueden integrar los conocimientos de Química y Biología para explicar cómo un gas apolar, como el oxígeno (O<sub>2</sub>), puede disolverse en un solvente polar como el agua (H<sub>2</sub>O)?*



▲ Interacción por puentes de hidrógeno en las moléculas de agua.

BDA U1\_VID\_2

▲ Intensidad de las fuerzas intermoleculares.

## Interacción ion-dipolo durante la disociación de sal (cloruro de sodio, NaCl) en agua (H<sub>2</sub>O) que permite la formación de una solución química

BDA U1\_VID\_3



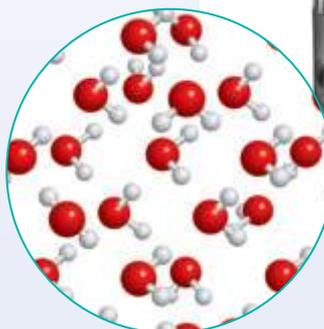
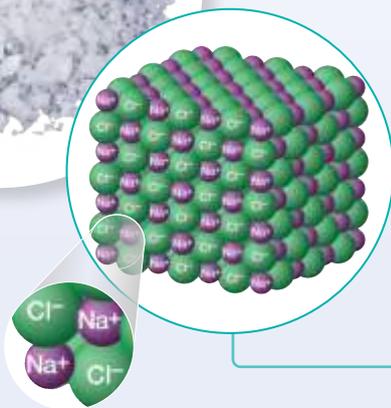
1

Antes de mezclar sal y agua, las sustancias se encuentran en sus estados naturales: la sal como un sólido cristalino y el agua como un líquido insípido.



### Simbología

-  Sodio
-  Cloro
-  Oxígeno
-  Hidrógeno



2

Al momento de entrar en contacto ambas sustancias, las moléculas del agua empiezan a interactuar con las de la sal por afinidad electrónica. El polo positivo del agua (centrado en los hidrógenos) interactúa con las cargas negativas de la sal (iones Cl<sup>-</sup>), mientras que el polo negativo del agua (centrado en el oxígeno) interactúa con las cargas positivas de la sal (iones Na<sup>+</sup>).



3

Finalmente, cuando todas las moléculas de agua logran romper la red cristalina de la sal, se produce el proceso de solvatación, en el cual los iones de la sal quedan rodeados por los polos afines del agua, de tal manera que no puedan interactuar entre sí y, en consecuencia, ocurra el fenómeno de la solución.

### NC Naturaleza de la ciencia

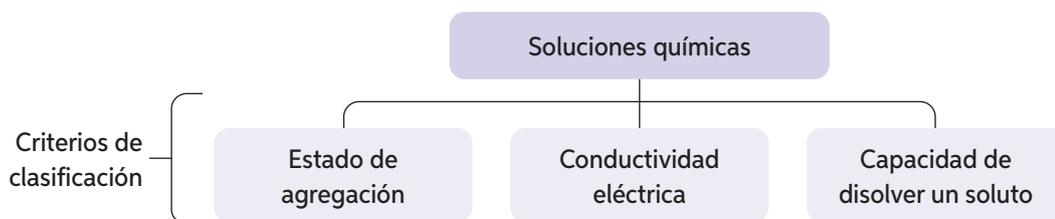
La experimentación es vital para el desarrollo del conocimiento científico. En ese sentido, el primer científico del que se tiene registro que postuló la existencia de sustancias iónicas es Michael Faraday, en 1830. Años más tarde, en 1884, Svante S. Arrhenius desarrolló la teoría de la existencia de iones predicha por Faraday. Esta fue la base para la obtención del Premio Nobel de Química en el año 1903: "En reconocimiento a su contribución al

desarrollo de la química con sus experimentos en el campo de la disociación electrolítica".

*¿Por qué crees que la ciencia depende de la colaboración y conformación de una comunidad científica para respaldar su avance?  
¿Crees posible que en la actualidad los avances científicos se obtengan sin un trabajo colaborativo? ¿Por qué?*

## Clasificación de las soluciones químicas

Considerando que una solución química es una mezcla homogénea de dos o más componentes y que por definición no hay una restricción para la naturaleza de las sustancias que la forman, actualmente se ha acordado que es posible clasificar las soluciones químicas según los criterios que se muestran en el esquema a continuación:



### Solución química según su estado de agregación

Este tipo de clasificación está relacionada con el estado físico de la solución, es decir, si es sólida, líquida o gaseosa. De esta manera, la evidencia científica permite determinar que el estado final de una solución química depende principalmente del estado de agregación del componente mayoritario, es decir, del disolvente. Por lo tanto, una solución química es líquida cuando el disolvente es líquido, sólida cuando el disolvente es sólido y gaseosa cuando el disolvente es gaseoso, independiente de las características físicas del soluto con el cual conforman la solución (sólido, líquido o gaseoso).

#### Solución química líquida

Al preparar una solución de agua (líquida) con jugo en polvo (sólido), el resultado es una solución de jugo en estado líquido.

Componente 1



▲ Agua.

Componente 2



▲ Jugo en polvo.

Resultado



▲ Jugo de naranja.

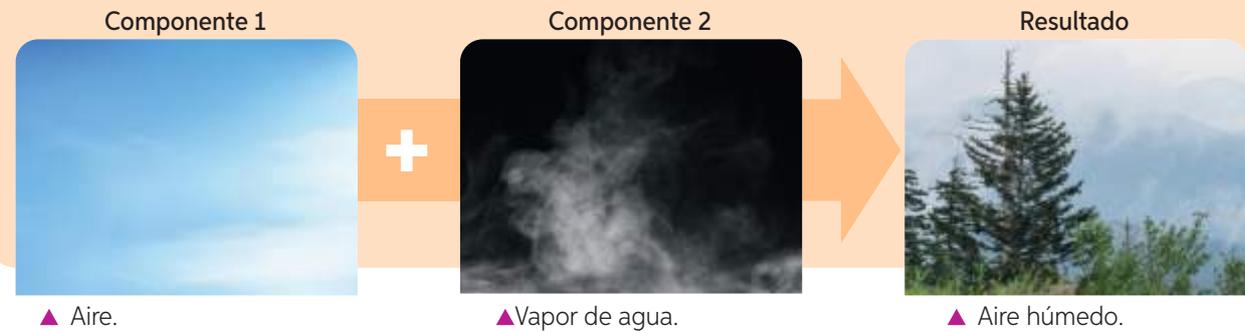
#### CE Ciencia en nuestro entorno

Las amalgamas son una solución química formada por un sólido y un líquido, siendo su componente principal el mercurio líquido. Son utilizadas en tapaduras dentales, sin embargo, por la toxicidad del mercurio se han implementado diferentes proyectos que buscan reducir su uso gradualmente. *¿Conoces otros tipos de tapaduras dentales? ¿Por qué crees que es importante buscar alternativas dentales?*



## Solución química gaseosa

En la solución formada por aire y vapor de agua, el resultado de la mezcla es el aire húmedo que se encuentra en estado gaseoso.



### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

El aire es un ejemplo de solución química gaseosa, que tiene por disolvente principal al  $N_2$  y los solutos  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NO_2$ , entre otros. De acuerdo con información proporcionada por el Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA), la concentración máxima en el aire de  $O_3$  en 8 horas es  $120 \mu g/m^3N$ , de  $NO_2$  en 1 hora es  $400 \mu g/m^3N$  y de  $SO_2$  en 24 horas es  $250 \mu g/m^3N$ , respectivamente.

*¿Cuáles son los principales efectos de la contaminación sobre la salud? ¿Por qué crees que las concentraciones máximas son diferentes para cada tipo de gas? ¿Qué métodos se utilizarán para medir estos gases?*

## Solución química sólida

En la solución formada por estaño (sólido) y cobre (sólido), el resultado de la mezcla es el bronce, que se encuentra en estado sólido.



BDA U1\_ACT\_14 y 15

### CE Ciencia en nuestro entorno

El acero es una solución sólida formada por hierro (98 %) y carbono (2 %). Este material es utilizado en múltiples áreas, por ejemplo, los utensilios de cocina, como tenedor y cuchillos, son fabricados con este material. Además, es muy importante en el área de la construcción: en la actualidad, la mayoría de las estructuras de casas y edificios son fabricadas con acero galvanizado.



## Solución química según conductividad eléctrica

Las investigaciones científicas sobre la conductividad eléctrica en las soluciones químicas han permitido comprender que esta capacidad está relacionada con la presencia de iones en la solución. Considerando lo anterior, las soluciones químicas que presentan conductividad eléctrica son las que están formadas por un soluto electrolito y aquellas que no poseen la capacidad de conducir electricidad son las que están formadas por solutos no electrolitos. En ese sentido, se puede clasificar las soluciones en dos tipos: electrolíticas y no electrolíticas.

### Integrando conocimientos

A partir de lo aprendido sobre fuerza eléctrica en la asignatura de Física, *¿cómo crees que se relaciona la conductividad eléctrica con la cantidad de soluto disuelto en la solución? ¿Qué podría ocurrir con la conductividad al modificar la cantidad de soluto en la solución?*

BDA U1\_ACT\_3 y 4

### Tipo de soluciones químicas

#### Soluciones electrolíticas

Están formadas por uno o más solutos electrolitos fuertes o débiles.

##### Electrolito fuerte

Sustancia capaz de disociarse totalmente (100%), quedando en la solución la totalidad de sus iones.

##### Ejemplos

Cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), dicloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2$ ) y sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ )



##### Electrolito débil

Sustancia que no logra disociarse totalmente (menos del 100%), quedando en solución iones y soluto sin disociar en equilibrio.

##### Ejemplos

Amoniaco ( $\text{NH}_3$ ), ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) y bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ )



#### Soluciones no electrolíticas

Están formadas por uno o más solutos no electrolitos.

##### Ejemplos

Etilenglicol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ), azúcar ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) y etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ).



## Comparación de la conductividad eléctrica de distintas soluciones acuosas

Experimentalmente podemos probar la conductividad eléctrica de las soluciones químicas. Esto es posible, por ejemplo, cuando conectamos un circuito –conformado por una batería, dos electrodos (cobre y grafito) y una ampolleta– a un recipiente con agua y el soluto que se quiere analizar. A continuación, puedes comparar la capacidad de conducir corriente eléctrica de soluciones acuosas preparadas con tres solutos diferentes: azúcar, ácido acético y cloruro de sodio.

1

### Solución acuosa de azúcar

En la solución 1, se observa que la ampolleta no ilumina. Esto se debe a que la solución contiene un soluto no electrolito (azúcar).



2

### Solución acuosa de ácido acético

En la solución 2, se observa que existe una pequeña intensidad en la iluminación, por lo que corresponde a una solución preparada con un electrolito débil (ácido acético).



3

### Solución acuosa de cloruro de sodio

En la solución 3, se puede observar una gran intensidad lumínica, por lo que se trata de una solución preparada con un electrolito fuerte (cloruro de sodio).



## NC Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

Una aplicación de la conductividad eléctrica en la industria se da en la medición de la calidad del agua potable. Esto, impulsado por la necesidad de proporcionar un servicio seguro. En efecto, una alta conductividad en el agua significa una alta

concentración de sales disueltas en ella.

*¿Qué consecuencias podría traer a la población si no se realizara esta medición? ¿Quiénes son los encargados de fiscalizar que los niveles de sales disueltas en el agua sean los óptimos?*

## ¿Cómo planificar el diseño de una investigación experimental?

Todos los conceptos que hemos estudiado surgen de investigaciones empíricas en que se recolectan datos para poner a prueba las hipótesis. Nunca se conocen los resultados en forma previa. Tener la oportunidad de llevar a cabo investigaciones experimentales nos posibilita desarrollar una serie de habilidades y comprender las dificultades y valorar los logros de la ciencia.

A continuación, te presentamos algunos pasos que puedes considerar para diseñar una investigación experimental.

PASO

### 1 ▶ Plantea la pregunta de investigación

Esta pregunta, que te permitirá guiar la investigación del tema en interés, debe surgir de la observación del fenómeno de estudio y estar relacionada con lo que buscas solucionar a través de la experimentación. La siguiente es una posible pregunta de investigación:

*¿Cómo influye la naturaleza electrolítica de los solutos en la conductividad eléctrica de las soluciones químicas cotidianas?*

PASO

### 2 ▶ Formula una hipótesis

Una hipótesis es una explicación tentativa a la pregunta de investigación y que puede ser validada a través de un diseño experimental. Por lo tanto, para formular una hipótesis, debes relacionar las variables dependiente e independiente. Así, una hipótesis podría ser:

*Las soluciones que contengan solutos electrolitos conducirán la corriente eléctrica, porque estos se disociarán al disolverse en agua. En cambio, las que contengan solutos no electrolitos no conducirán la corriente eléctrica, por lo tanto, no encenderán la ampolleta.*

PASO

### 3 ▶ Identifica los materiales

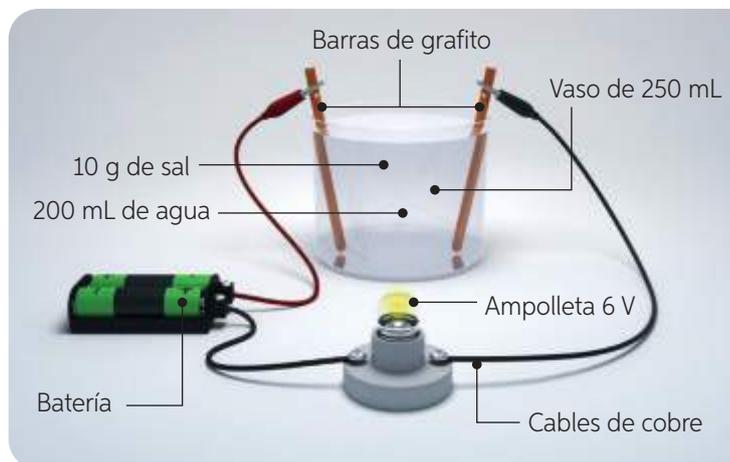
Para seleccionar los materiales que utilizarás en el diseño experimental, es importante tener en consideración la cantidad de solutos que serán investigados y cómo vas a diseñar el procedimiento.

PASO

### 4 ▶ Define el procedimiento

Determina cuál es la secuencia y cantidad de pasos, por ejemplo:

1. Armar el circuito eléctrico.
2. Rotular los vasos.
3. Preparar las soluciones químicas.
4. Introducir los electrodos (barras de grafito) en las soluciones para medir la conductividad.
5. Registrar las observaciones de cada una de las soluciones químicas.



## Solución química según la capacidad de disolver un soluto

A lo largo de la historia, la ciencia ha dado respuesta a preguntas, como: ¿por qué se disuelve el azúcar con mayor facilidad cuando el agua se encuentra a mayor temperatura? De acuerdo con las investigaciones científicas, para responder la pregunta y explicar el fenómeno descrito, es necesario comprender el concepto de solubilidad.

La solubilidad, como la define la comunidad científica, es una medida de la cantidad máxima de soluto que se puede disolver en cierta cantidad de disolvente a una temperatura específica. Por lo tanto, en función de la solubilidad, es posible clasificar las soluciones químicas en tres tipos: insaturada, saturada y sobresaturada.

### Solución insaturada

Corresponde a una solución que contiene menos cantidad de soluto que la que el disolvente puede disolver a cierta temperatura.

### Solución saturada

Corresponde a una solución que contiene la máxima cantidad de soluto que el disolvente puede disolver a cierta temperatura.

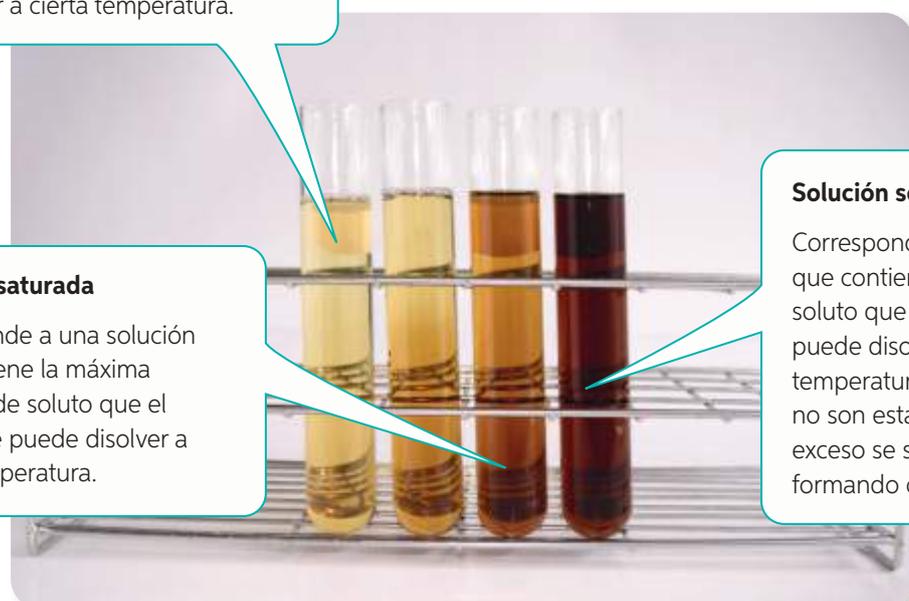
### Cultivando actitudes

Según datos de la ONU (2024), a nivel mundial, uno de cada tres investigadores son mujeres. En Chile, según datos entregados por el Ministerio de la Mujer y Equidad de Género, el 53 % de las matrículas universitarias corresponde a mujeres, sin embargo, solo el 25 % de estas postula a carreras relacionadas con las STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática)

*¿Por qué crees que hay más hombres en carreras y trabajos relacionados con las STEM? ¿Qué estrategias deberían implementar el Estado, las escuelas y las universidades para disminuir la brecha de género en las ciencias? ¿Qué acciones realiza tu establecimiento educacional para fomentar la igualdad de género en las ciencias?*

### Solución sobresaturada

Corresponde a la solución que contiene más cantidad de soluto que la que el disolvente puede disolver a cierta temperatura. Estas soluciones no son estables, por lo que el exceso se separa de la solución formando cristales.



▲ El gradiente de color que se observa en la imagen representa la saturación de una manera gráfica, pero en ciertas ocasiones este fenómeno es invisible a la vista o se manifiesta a través de la formación de precipitados.

BDA U1\_APL\_2

BDA U1\_ACT\_17

### AC Alfabetización científica

La sal de mesa es un compuesto iónico que se obtiene principalmente de la sal disuelta en el mar. Para su obtención, se deja evaporar el agua de mar, de modo que la concentración de esta aumente y precipiten los cristales.

*¿Qué diferencias en su composición tienen la sal de mesa y la sal de mar? ¿Qué inferencia podrías formular sobre lo que ocurre con las sustancias durante el proceso de evaporación del agua de la sal de mar? ¿Cómo lo representarías?*

## Factores que afectan la solubilidad

La solubilidad de un soluto en una solución no es constante, es decir, puede ser modificada. Esta modificación no es arbitraria, sino que está relacionada con algunos factores que permiten variar la solubilidad. Dichos factores pueden ser la interacción soluto-disolvente en la solución, la temperatura y la presión de la solución química.

### Factor interacción soluto-disolvente

Este factor está directamente relacionado con las características polares de los componentes de la solución. Por lo tanto, los solutos polares o iónicos siempre se disolverán en solventes polares como el agua. Así mismo, solutos apolares (como el aceite) siempre se disolverán en solventes apolares (como la bencina). Desde este punto de vista, existe un principio que dice “lo semejante disuelve a lo semejante”. Entonces, ¿cómo la interacción soluto-disolvente puede ser un factor que afecte la solubilidad de una solución? Para explicarlo, observemos el siguiente esquema:

1

Si a una solución acuosa de cloruro de sodio se le agrega poco a poco una solución acuosa de etanol, las interacciones entre cloruro de sodio y agua se ven alteradas por las moléculas de etanol.

2

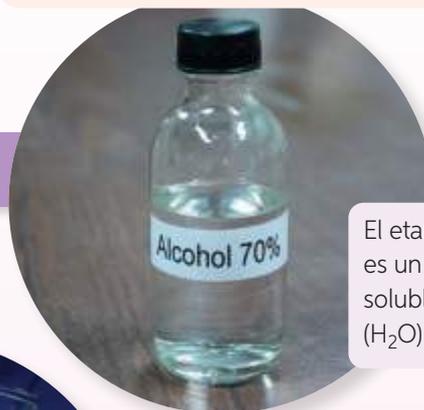
Cuando la presencia de etanol es mayor que la de la sal, sus moléculas comienzan a desplazar los iones de cloruro de sodio provocando que el agua interactúe con el etanol y no con la sal.

El cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) es un compuesto soluble en agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).



▲ Solución acuosa de cloruro de sodio.

+



El etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) es un compuesto soluble en agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

▲ Solución acuosa de etanol.



◀ Cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) suspendido en etanol.

3

Esto provoca que se vuelva a formar sal en estado sólido y comience a precipitar en la solución, observándose una pequeña turbiedad blanquecina. Este ejemplo permite comprobar que la solubilidad de un soluto puede verse afectada por la presencia de otro soluto que irrumpe en la interacción inicial disminuyendo su solubilidad.

BDA U1\_ACT\_6

## Factor temperatura

Para comprender la influencia de la temperatura en la solubilidad, la comunidad científica ha construido gráficos de solubilidad a partir de datos que se obtienen experimentalmente.

### Efecto de la temperatura en la solubilidad de solutos sólidos

En general, la solubilidad de solutos sólidos en agua aumenta cuando la temperatura de la solución aumenta. Por lo tanto, a mayores temperaturas, el disolvente tiene mayor capacidad de disolver soluto.

En el gráfico se observa que la mayoría de las sales tienen un comportamiento similar. Sin embargo, existen ciertas excepciones de sales en soluciones acuosas, como el sulfato de cerio ( $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ ). Por esta razón, el efecto de la temperatura sobre la solubilidad debe determinarse de forma experimental para cada sal que se desee estudiar.

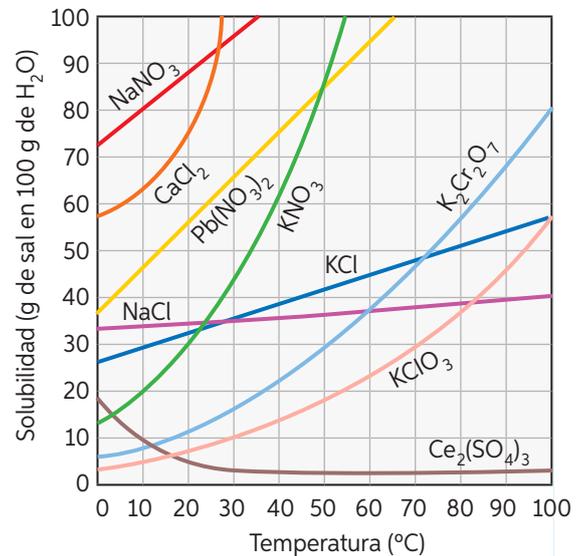
### Efecto de la temperatura en la solubilidad de solutos gaseosos

Al aumentar la temperatura de una solución química compuesta por un soluto gaseoso, la energía cinética del gas aumentará. Por lo tanto, habrá mayor capacidad del gas de desprenderse de la solución, lo que provocará que la solubilidad de los gases, en general, disminuya al aumentar la temperatura y viceversa.

En el gráfico, se observa que la solubilidad de la mayoría de los gases disminuye al aumentar la temperatura de una solución. La excepción es el gas helio (He), dado su comportamiento de gas ideal.

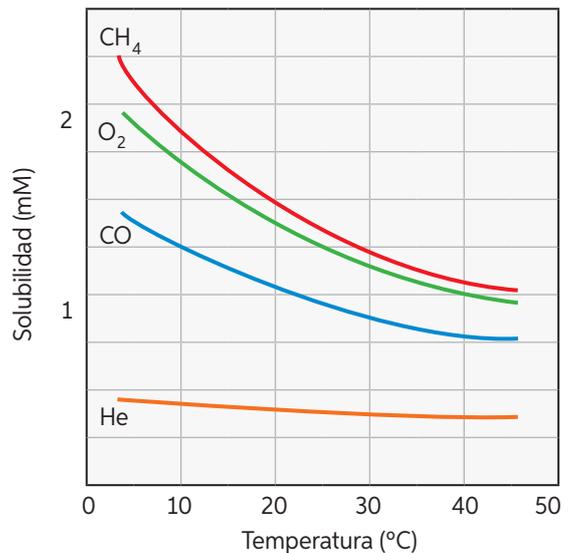
BDA U1\_ACT\_5 y 7

### Solubilidad de sales en agua a diferentes temperaturas



Fuente: Brown, T. (2018). Química: La Ciencia Central.

### Solubilidad de gases en agua a diferentes temperaturas



Fuente: Brown, T. (2018). Química: La Ciencia Central.

## NC Naturaleza de la ciencia

Para crear modelos, teorías y leyes; en ciencias se recurre al conocimiento que se obtiene de las observaciones de las experiencias prácticas y teóricas. A partir de esto, se dice que, por regla general, las sales aumentan su solubilidad al aumentar la temperatura. Sin embargo, no ocurre así con todas.

*¿Qué tan común es que en las ciencias se construyan teorías basadas en patrones generales que no siempre se cumplen? ¿Esto podría generar desconfianza en la ciencia? ¿Por qué?*

## Microalgas en el lago Villarrica: investigación y medidas

**D**urante los últimos años, ha sido recurrente ver el lago Villarrica teñido de verde. ¿Qué ocurre exactamente? Este fenómeno es conocido como “bloom de algas”, y no es nada más que el aumento de microalgas (cianobacterias).

La Dra Norka Fuentes, limnóloga de la Universidad de Los Lagos, explica que este aumento de fitoplancton se debe a un aumento en la concentración de los nutrientes como fosfatos, nitratos, y de parámetros como la temperatura y luz. Este aumento de concentración es multifactorial, ya que va desde el alcantarillado construido frente al lago hasta por las actividades industriales. Al tratarse de cianobacterias, se libera una sustancia llamada “microcistina”, que puede ser peligrosa para la población.

Para enfrentar esta situación, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha realizado diferentes consultas ciudadanas a fin de involucrar a las personas y encontrar en conjunto una solución al problema de contaminación del lago.



▲ Dra. Norka Fuentes

*¿Qué medidas deberían tomar las autoridades para evitar esta contaminación del lago? ¿Qué consecuencias podría traer a la población la contaminación por microcistina?*

Fuentes: Cortés, Valentina. (26 enero de 2024). Lago Villarrica: conoce qué es y cómo se produce el bloom de algas. *Diario Sostenible*. <https://www.diariosostenible.cl/>

BDA U1\_ACT\_11

### Factor presión

BDA U1\_ACT\_16 y 18

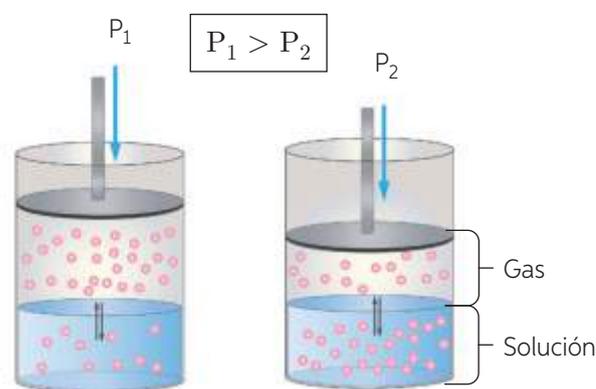
La experimentación científica ha permitido establecer que este factor no influye en la solubilidad de solutos sólidos o líquidos. Sin embargo, sí afecta en gran medida a los solutos gaseosos. Matemáticamente, existe una relación cuantitativa entre la solubilidad y la presión que está dada por la ley de Henry:

$$S_g = K_H \cdot P_g$$

Donde  $S_g$  corresponde a la solubilidad del gas en la solución (mol/L),  $P_g$  corresponde a la presión del gas (atm) y  $K_H$  corresponde a la constante de Henry (mol/L·atm).

Por otro lado, cualitativamente, la solubilidad de un gas en un disolvente está relacionada con la teoría cinético-molecular, es decir, la cantidad de gas que se disolverá en un disolvente depende de la interacción gas-disolvente, y esta interacción aumenta si la presión del sistema también lo hace; por consiguiente, la solubilidad del gas también aumenta.

### Solubilidad de gases en solución líquida



En la imagen, podemos observar cómo se aplica la ley de Henry. En un recipiente se encuentran la solución y el gas. Si se aplica una presión, el émbolo del sistema empuja al gas hacia la solución, provocando que un mayor número de partículas del gas ingresen a la solución y, por lo tanto, aumente la solubilidad del gas en la solución. Este sistema es utilizado para incorporar el  $\text{CO}_2$  en las aguas minerales.

## Separación de las soluciones químicas

Como ya sabemos, las soluciones químicas tienen una composición uniforme, es decir, no podemos distinguir entre el soluto y el disolvente. A partir de esto, para separar las sustancias que conforman la solución, existen diversos métodos de purificación. Estos procesos no son iguales para todos, ya que dependen principalmente de las características físicas de la solución química.

BDA U1\_ACT\_13

### Cristalización

La cristalización es un proceso de formación de un sólido cristalino a partir de una solución líquida. Para poder obtener los cristales puros, es importante que el compuesto que se quiere obtener cumpla con dos requisitos: ser soluble en caliente en el disolvente y ser insoluble en frío. Además, las impurezas de las cuales se quiere separar el sólido cristalino deben ser solubles en el disolvente a cualquier temperatura. Una aplicación de esta técnica se observa en el área de la industria azucarera para la obtención de la sucralosa.



### Destilación

La destilación es uno de los métodos más comunes para separar las sustancias de una solución en la que tanto soluto como disolvente son líquidos. Para utilizar la destilación como método de separación, es importante fijarse en que las temperaturas de ebullición de ambos líquidos sean diferentes y no muy cercanas.

El proceso consiste en calentar la mezcla hasta el punto de ebullición del líquido más volátil. Así este podrá salir de la mezcla en forma de gas hasta llegar al refrigerante que, al estar a una temperatura menor que el punto de ebullición del líquido volátil, provocará su condensación y, por tanto, la separación de la mezcla. Este método de purificación es muy aplicado en la industria del petróleo y, por ejemplo, en la obtención de aceites esenciales de plantas.



### Habilidades del siglo XXI

El desarrollo de la creatividad implica utilizar conocimientos, habilidades y actitudes que permiten pensar y trabajar de manera novedosa, adaptar ideas anteriores a situaciones nuevas e implementar soluciones originales.

*¿De qué manera esta habilidad del siglo XXI se refleja en el diseño de los métodos de separación como la cristalización y destilación?*

### CD Ciudadanía digital

Ingresar el código **T2709019A** en la página web **www.auladigital.cl** para observar el proceso de destilación de etanol.

## Cromatografía

La cromatografía es una técnica de separación cuya finalidad es separar sustancias solubles basándose en la capacidad de interacción de los componentes (polaridad) de la mezcla y otra sustancia. De forma general, consiste en pasar por una fase móvil (mezcla que contiene el compuesto deseado en el solvente) a través de una fase estacionaria fija sólida. La fase estacionaria retrasa el paso de los componentes de la muestra, de tal forma que estos la atraviesan a diferentes velocidades y se van separando en el tiempo. Esta separación dependerá del nivel de interacción entre la sustancia de la mezcla y el medio móvil que se utilice. Cabe destacar que existen dos tipos de cromatografía en relación con el estado físico de la fase móvil: la líquida y la gaseosa. Esta técnica es muy utilizada en las áreas farmacéutica, alimentaria o ambiental.

Cromatografía de papel a base de mezclas de colorantes. ▶



BDA U1\_ACT\_9 y 10

## La cromatografía en la industria agro acuícola

El centro de Genómica Nutricional Agroacuícola (CGNA) ha estado trabajando con un berrie que posee un gran poder antioxidante y que ha sabido adaptarse a la sequía en la Región de la Araucanía. Se trata del michay, un fruto nativo de la región, capaz de lograr calidad y óptimo rendimiento de su fruta sin riesgo ni uso de agroquímicos.

El Dr. Manuel Chacón indica que experimentalmente se han podido observar las interacciones entre los insectos y la planta del michay versus otras plantas, como la frambuesa y el arándano, y se han obtenido resultados sorprendentes. El michay atrae con mayor facilidad a los insectos polinizadores que los otros berries.

Además, mediante cromatografía gaseosa acoplada a espectrofotometría de masas, se ha determinado un diferencial del perfil de compuestos orgánicos volátiles en flores del michay respecto al arándano. En otras palabras, la planta del michay naturalmente genera una estrategia más eficaz para atraer a los insectos polinizadores.

Con estos resultados, la CGNA busca mejorar las interacciones planta-insecto y, con ello, la polinización de otros berries a fin de aumentar la calidad y la producción de cultivos.

Fuente: Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (27 de febrero de 2023). Michay: el berrie de la Araucanía que resiste la sequía. <https://anid.cl/>



▲ Dr. Manuel Chacón.

*¿Qué importancia crees tú que tiene la polinización de los insectos en la reproducción de estos berries? ¿Cómo crees que afecta el cambio climático a los polinizadores?*



Desde la Revolución Industrial, los niveles de CO<sub>2</sub> en el ambiente han ido en aumento de forma exponencial, provocando en el medioambiente una serie de consecuencias. Entre esas consecuencias, está la acidificación de los océanos causada por la incorporación de CO<sub>2</sub> en el mar, que causa una serie de desequilibrios en el ecosistema marino y es considerada una gran amenaza para la industria de la acuicultura. Uno de los grupos de animales que se ven afectados son los moluscos, ya que, un pH más ácido, provoca de forma inevitable reacciones con su caparazón.

Chile no es ajeno a esta realidad, especialmente en lo que respecta a los mejillones. Estudios recientes indican que la acidificación de los océanos tendrá un impacto negativo en estas especies, lo que, a su vez, afectará también a las personas que los consumen.

Hasta ahora, la industria se ha centrado en estrategias de adaptación como el uso de criaderos, viveros, agua de mar artificial, complementos alimenticios alternativos, sistemas de palangre con especies fotosintéticas, entre otros, que son costosos e implican cambios en los procesos productivos. Mayores ofertas y variabilidad en los productos son las estrategias que tiene la industria

para contrarrestar en el futuro los efectos provocados por la acidez oceánica.

En consecuencia, dos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se ven afectados directamente por esta problemática ambiental. El ODS 14, por su parte, busca conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos, y el ODS 2 tiene por objetivo crear un mundo libre de hambre para el 2030.

- En grupos de 3 estudiantes respondan las siguientes preguntas: ¿Qué estrategia diseñarías para promover el desarrollo de hábitos que fomenten la protección y restauración del medioambiente a través de la disminución de los niveles de CO<sub>2</sub>? ¿Cuáles de los aprendizajes de esta lección podrías utilizar para promover la conciencia frente a la urgencia climática reflejada en los océanos? ¿Cuáles son los cambios que se deben generar a nivel industrial y social para alcanzar las metas de los ODS 2 y 14? Presenten sus respuestas al resto de los estudiantes.



BDA U1\_ACT\_8

Fuente: Oliva, R. D. P., Lavín, F. V., Martín, V. A. S., Hernández, J. I., Vargas, C. A., González, P. S., & Gelfich, S. (2019). Ocean Acidification, Consumers' Preferences, and Market Adaptation Strategies in the Mussel Aquaculture Industry. *Ecological Economics*, 158, 42-50. <https://doi.org>

ODS: 2 (Hambre cero) y 14 (vida submarina) <https://researchers.uss.cl>

## Reflexiono sobre mi aprendizaje

BDA U1\_ACT\_19 y 20

Tras haber finalizado el estudio de esta lección, revisa tus respuestas de la sección **Exploro mis ideas** y, responde:

- ¿Qué respuestas modificarías? ¿Por qué?
- ¿Qué nuevas preguntas te surgen sobre las características de las soluciones químicas?
- ¿Cómo aplicarías los conocimientos científicos aprendidos en esta lección en la mantención de un acuario? ¿Cuál de los aprendizajes podrías aplicar en situaciones cotidianas de tu vida?

## LECCIÓN 2 ¿Cómo calcular la concentración de una solución química?

### ➔ Exploro mis ideas

- ¿Cómo podrías determinar la concentración de una solución química?
- ¿Qué componente, soluto o disolvente, añadirías para aumentar la concentración de una solución?
- ¿Cómo se relaciona el estudio cuantitativo de las soluciones con la determinación de su concentración?

### ¿Qué es la concentración?

La concentración ha sido definida como la relación que existe, en una solución, entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolvente. Mientras mayor es la cantidad de soluto en el disolvente, mayor es la concentración de la solución. De igual manera, si una solución contiene menos concentración de soluto disuelto en el disolvente, la concentración de la solución es menor y es considerada una solución diluida.

Cuantitativamente, se puede expresar como una relación matemática entre la cantidad de soluto y de disolvente, o bien entre la cantidad de soluto y la de solución. Para ello, se ha acordado utilizar diferentes unidades de concentración. Estas han sido clasificadas en unidades físicas de concentración, que utilizan unidades de medida físicas de las magnitudes masa y volumen; y en unidades químicas de concentración, que utilizan la unidad de medida química de la magnitud cantidad de sustancia.

A continuación, se describen las magnitudes que utilizaremos en las expresiones matemáticas para el cálculo de concentración de una solución.

*Una de las soluciones químicas más utilizadas como desinfectante es el alcohol, con una concentración del 70 % v/v. ¿Cómo interpretarías esa información? ¿En qué otros productos has observado que se indica la concentración de sus componentes?*

BDA U1\_ACT\_1 y 2

#### Masa

Magnitud que expresa la cantidad de materia de un cuerpo medida por la inercia que posee. Sus unidades de medida son, por ejemplo, el kilogramo (kg) y el gramo (g).

#### Volumen

Magnitud que expresa la extensión de un cuerpo en tres dimensiones (largo, ancho y alto). Entre las unidades de medida de volumen se encuentran el litro (L) y el mililitro (mL).

#### Cantidad de sustancia

Magnitud que expresa el número de entidades elementales (moléculas, átomos, iones o partículas) contenidas en un sistema material. Su unidad de medida es el mol.

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

La determinación precisa de la concentración de sustancias es de crucial importancia para numerosas aplicaciones científicas, industriales y médicas. Uno de los instrumentos tecnológicos utilizados para esto es el refractómetro, que determina la concentración basándose en la refracción de la luz.

*¿Qué usos tendrá este tipo de instrumentos a nivel industrial, médico y científico? ¿Por qué crees que es importante determinar la concentración de las sustancias?*

**CE** Ciencia en nuestro entorno

La meta 6.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) consiste en proporcionar acceso universal y equitativo a agua potable salubre. Hasta el 2022, se contabilizaban 5600 millones de personas que se abastecían de un servicio de suministro de agua para consumo humano gestionado de forma segura. Sin embargo, entre los restantes 2200 millones de personas que no cuentan con este servicio, 296 millones se abastecían de agua de pozo o manantiales no protegidos y 115 millones recogían agua superficial no tratada, procedente de lagos, estanques, ríos o arroyos.

**Agua potable**

Aquella que el Servicio Nacional del Consumidor (SERNAC) ha definido que es apta para el uso doméstico y para la alimentación. Debe ser incolora, inodora e insípida, y cumplir con las exigencias sanitarias. Contiene sodio, potasio, calcio, magnesio, cloro, azufre y fósforo, en forma de sales.

**Concentración de cloro**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) propone un valor de referencia de 5,0 mg/L de concentración de esta sustancia. La norma chilena indica que la concentración máxima debe ser de 2,0 mg/L.



*¿Por qué es importante establecer normativas para la concentración máxima de cloro en el agua potable? ¿Qué otras sustancias que representan un riesgo para la salud de las personas podrían estar presentes en el agua potable? ¿De qué manera la comunidad científica contribuye a establecer normativas para medir la concentración de solutos en el agua potable?*

## Unidades físicas de concentración

La comunidad científica ha determinado que son unidades físicas de concentración, entre otras, el porcentaje en masa (% m/m), el porcentaje en volumen (% v/v) y el porcentaje masa-volumen (% m/v).

### Porcentaje en masa (% m/m)

El porcentaje en masa ha sido definido como la masa de soluto disuelto en 100 g de solución. Se obtiene a partir de la siguiente expresión matemática:

$$\% \text{ m/m} = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{solución}}} \cdot 100$$

Masa de soluto en gramos (g)

Masa de solución en gramos (g)  
(masa de soluto + masa de disolvente)

### Porcentaje en volumen (% V/V)

El porcentaje en volumen ha sido definido como el volumen de soluto disuelto en 100 mL de solución. Para el cálculo matemático de esta unidad se utiliza la siguiente expresión:

$$\% \text{ V/V} = \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{solución}}} \cdot 100$$

Volumen de soluto en mililitros (mL)

Volumen de solución en mililitros (mL)

### Integrando conocimientos

Aplicando los aprendizajes de la asignatura de Matemática, es posible establecer relaciones de proporcionalidad entre las diferentes variables involucradas en el cálculo de las unidades físicas de concentración. A partir de esto, *¿cómo varía el porcentaje en masa cuando aumenta la masa de solución? ¿Qué ocurre con la concentración de la solución a medida que disminuye el volumen de soluto? ¿Qué tipo de proporcionalidad, directa o inversa, existe entre el porcentaje en volumen y el volumen de la solución?*

Para su obtención es necesario tener en cuenta que los volúmenes no son aditivos, ya que las densidades de los líquidos pueden hacer variar el volumen total. Solo en los casos en que se indique que los volúmenes son aditivos, es posible calcular el volumen de la solución sumando los volúmenes de sus componentes.

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

Los fertilizantes son un tipo de sustancia de origen orgánico o inorgánico, que contienen nutrientes que permiten que las plantas tengan un óptimo crecimiento. Esto, porque ayudan a mantener o fortalecer los suelos en los cuales se encuentran. Existe una alta gama de fertilizantes, pero uno de los más conocidos es la urea. Este fertilizante contiene un 46 % m/m de nitrógeno (N) en su composición, es decir, de cada 100 g de fertilizante, 46 g corresponden a nitrógeno, la cual permite que el suelo se enriquezca con amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

*¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de fertilizantes para el ambiente? ¿De qué manera la sociedad podría ser afectada por el aumento de la concentración de fertilizantes en los suelos?*

BDA U1\_ACT\_3



## Porcentaje masa-volumen (% m/V)

El porcentaje masa-volumen ha sido definido como la masa de soluto disuelto en 100 mL de solución. Matemáticamente, se obtiene con la siguiente expresión:

Masa de soluto en gramos (g)

$$\% \text{ m/V} = \frac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{solución}}} \cdot 100$$

Volumen de solución, en mililitros (mL)

De la misma manera que ocurre con el porcentaje en volumen, no es posible obtener el volumen de solución a partir de la suma de sus componentes. Para obtener el volumen de la solución, se debe considerar la densidad de sus componentes:

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

Donde  $\rho$  corresponde a densidad,  $m$  a la masa y  $V$  al volumen.

### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

El herbicida más utilizado por la industria agrícola en Chile es el glifosato, que está compuesto por 48 % m/V de glifosato-isopropilamonio. Pese a ser ampliamente utilizado, también ha generado controversia por ser considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como posible cancerígeno.

*¿Cómo el conocimiento científico contribuye a solucionar este tipo de controversias? ¿Por qué se sigue utilizando a pesar de lo señalado por la OMS? ¿Qué organismos en Chile son los encargados de regular su uso?*



## ¿Cómo calcular el porcentaje en masa de una solución preparada mezclando 120 g de agua con 30 g de sal de mesa?

BDA U1\_ACT\_4

Para calcular el porcentaje en masa, puedes guiarte de los siguientes pasos:

### 1. Identificar datos

Masa soluto(sal) = 30 g  
Masa disolvente(agua) = 120 g

El soluto es la sal porque se encuentra en menor proporción y el disolvente es el agua porque está en mayor proporción.

### 2. Calcular el porcentaje en masa

$$\% \text{ m/m} = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{solución}}} \cdot 100$$

$$\% \text{ m/m} = \frac{30 \text{ g}}{150 \text{ g}} \cdot 100$$

$$\% \text{ m/m} = 20 \%$$

La masa de soluto es 30 g y la masa de la solución es 150 g, que corresponde a la suma de la masa de soluto (30 g) y la masa de disolvente (120 g).

Las unidades de medida de gramos se simplifican y el valor de la concentración queda expresada en porcentaje.

### 3. Interpretar el resultado

La concentración de la solución es 20 % m/m. Esto significa que, cada 100 g de solución de sal en agua, hay 20 g de sal.

## Unidades químicas de concentración

BDA U1\_APL\_3

Las unidades químicas de concentración, según el criterio definido por la ciencia, consideran la magnitud de cantidad de sustancia, cuya unidad de medida es el mol. Esta magnitud indica el número de entidades elementales que se encuentran en una porción de materia (1 mol equivale a  $6,022 \cdot 10^{23}$  entidades elementales).

Para calcular la cantidad de sustancia, se emplea la siguiente relación matemática:

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

Donde **n** corresponde a la cantidad de sustancia, **m** a la masa y **M** a la masa molar.

Son unidades químicas de concentración la molaridad (M), molalidad (m) y fracción molar (X).

### Molaridad (M)

La molaridad, también denominada concentración molar, ha sido definida por la comunidad científica como la cantidad de sustancia de soluto presente en 1 L de solución. Matemáticamente, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$M = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solución}}}$$

Cantidad de sustancia de soluto en mol

Volumen de solución en litros (L)

### NC Naturaleza de la ciencia

Antes de la incorporación de la unidad de medida mol al Sistema Internacional de Unidades (SI) en el año 1971, el mol no existía. De hecho, el mol era conocido como átomo-gramo o molécula-gramo. Fueron los aportes de Amadeo Avogadro y la unificación de criterios de las instituciones científicas IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) y IUPAP (Unión Internacional de Física Pura y Aplicada), que acordaron su incorporación al SI.

*¿Qué beneficios generó la incorporación de esta unidad de medida? ¿De qué depende que sea sustituida por otra unidad de medida en el futuro?*

### CE Ciencia en nuestro entorno

Un examen de azúcar en sangre mide la cantidad de azúcar presente en ella. Este tipo de examen es utilizado con frecuencia para detectar enfermedades como la diabetes. Para tomarlo, es necesario un ayuno mínimo de 8 horas. De lo contrario, la alimentación puede alterar la concentración de azúcar en la sangre y, en consecuencia, el resultado. El rango normal de concentración de azúcar en la sangre es entre 3,9 y 5,6 mmol/L. Si la masa molar de azúcar es 342,29 g/mol, *¿cuál es la cantidad normal de azúcar, en gramos, que debe estar disuelta por cada litro de sangre?*



BDA U1\_ACT\_16 y 17

## Molalidad (m)

La molalidad, también denominada concentración molal, ha sido definida como la cantidad de sustancia de soluto presente en 1 kg de disolvente. La expresión matemática de esta concentración es la siguiente:

$$m = \frac{n_{\text{solute}}}{m_{\text{disolvente}}}$$

Cantidad de sustancia de soluto en mol

Masa de disolvente en kilogramos (kg)

### NC Naturaleza de la ciencia

La ciencia se caracteriza por incluir en sus etapas de investigación la creatividad, por ejemplo, para obtener datos como los valores de concentración.

*¿Por qué crees que en ciencia se utilizan diversas unidades de concentración?  
¿Qué tan probable es que para una misma solución química se utilicen diferentes unidades para indicar su concentración?*

BDA U1\_ACT\_7 y 8

## Recuperando suelos con bioproductos locales

Quintero y Puchuncaví son dos comunas del país que en los últimos años han estado en las noticias relacionadas con desastres de petróleo o de contaminación. A lo largo de los años, se ha podido demostrar que la calidad tanto del aire como de los suelos ha ido empeorando como resultado de la actividad industrial de la zona (termoeléctricas, petroleras y plantas químicas).

Los suelos de la zona contienen cobre, arsénico, mercurio y plomo, entre otros metales, y la concentración ha ido en aumento con los años. Esto influye en que la agricultura de la zona sea cada vez menos eficiente y más contaminante.

Sin embargo, existe una investigadora científica que quiere darle un cambio a esta situación y demostrar que es posible revertirla. Hablamos de la Dra. Marcela Carvajal, investigadora del Departamento de Química y del Centro de Biotecnología Dr. Daniel Alkaway Lowitt, de la Universidad Federico Santa María (USM). La Dra. Carvajal y la investigadora Ximena Fadic, del Cetam (Centro de Tecnologías Ambientales), han trabajado en la creación de un biomaterial a base de hongos producidos en la zona capaces de retener e inmovilizar a los metales pesados y, con ello, favorecer la reconversión de los suelos disminuyendo la concentración de estos, estimulando los equilibrios biológicos y promoviendo la recuperación de superficies cultivables dañadas a través de un proceso sustentable, no invasivo y amigable con el medioambiente. Esto lo realizan a través del polvo de un hongo, el cual tiene la capacidad de interactuar con los metales pesados, provocando una recuperación del suelo agrícola o los degradados por el ser humano.

Con esto, la Dra. Marcela Carvajal busca mejorar no solo la calidad de los suelos de esta zona, sino que también, la calidad de vida para cada una de las personas que viven en estas condiciones.



▲ Dra. Marcela Carvajal

*¿De qué manera este biomaterial contribuye al cuidado del ambiente? ¿Por qué es importante para la sociedad mejorar la calidad de los suelos? ¿Qué otras comunas han sido afectadas por contaminación de este tipo?*

Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María. (29 de agosto de 2023). Bioformulación en polvo basada en hongos busca recuperar suelos contaminados por metales pesados. <https://usm.cl/>

## Fracción molar (X)

La fracción molar ha sido definida como una cantidad adimensional que expresa la relación entre la cantidad de sustancia de cada componente y la cantidad de sustancia total de la solución. En general, la expresión matemática que permite calcular la fracción molar es la siguiente:

Cantidad de sustancia del componente "i" en mol

$$X_i = \frac{n_i}{n_{\text{total}}}$$

Cantidad de sustancia total en mol

La fracción molar de cada componente de la solución es inferior a 1 y la suma de las fracciones molares de los componentes es 1.

### ¿Cómo calcular la fracción molar de los componentes de una solución formada por 0,2 mol de O<sub>2</sub> y 75 g de N<sub>2</sub>?

BDA U1\_ACT\_9

La fracción molar se puede determinar siguiendo los pasos descritos a continuación:

#### 1. Identificar datos

Cantidad de sustancia O<sub>2</sub> = 0,2 mol  
Masa de N<sub>2</sub> = 75 g

La cantidad de sustancia de O<sub>2</sub> es 0,2 mol y la masa de N<sub>2</sub> es 75 g.

#### 2. Determinar la cantidad de sustancia de N<sub>2</sub>

$$n_{\text{N}_2} = \frac{m}{M}$$

$$n_{\text{N}_2} = \frac{75 \text{ g}}{28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$n_{\text{N}_2} = 2,67 \text{ mol}$$

La cantidad de sustancia de N<sub>2</sub> se determina dividiendo su masa (75 g) por su masa molar (28 g/mol).

Las unidades de medida de gramos se simplifican y el valor de cantidad de sustancia queda expresado en mol.

#### 3. Calcular la fracción molar de cada componente

$$X_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{total}}} = \frac{2,67 \text{ mol}}{2,87 \text{ mol}} = 0,93$$

$$X_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{total}}} = \frac{0,2 \text{ mol}}{2,87 \text{ mol}} = 0,07$$

La cantidad de sustancia total es 2,87 mol, que corresponden a la suma de la cantidad de sustancia de ambos componentes de la solución (2,67 mol y 0,2 mol).

La cantidad de sustancia de cada componente es dividida por la cantidad de sustancia total. Luego, las unidades de medida de mol se simplifican, resultando un valor de concentración adimensional.

#### 4. Interpretar el resultado

La fracción molar de N<sub>2</sub> es 0,93 y de O<sub>2</sub> es 0,07. Al sumar las fracciones molares de ambos componentes de la solución, es posible comprobar que el valor es 1.

## ¿Cómo organizar datos cuantitativos utilizando TIC?

Las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) son el conjunto de herramientas y soluciones tecnológicas que permiten ordenar y procesar la información y las comunicaciones de las personas, empresas y organizaciones en pro de la eficiencia y la agilidad.

A continuación, te presentamos algunos pasos para organizar datos de concentración de diferentes soluciones preparadas en el simulador Molarity.

PASO

### 1 ▶ Ingresa al simulador Molaridad.

Para acceder al simulador de Phet llamado Molaridad, ingresa el código **T2709029A** en la página web **www.auladigital.cl**.

PASO

### 2 ▶ Simula la preparación de soluciones saturadas

Utilizando el simulador puedes preparar diferentes soluciones saturadas. Para determinar las cantidades necesarias para saturar las soluciones, te puedes guiar con preguntas como las siguientes: *¿Cuál será el volumen de cada una de las soluciones? ¿Qué pasa si con el volumen elegido la solución no se satura? ¿Qué otra variable puedo modificar?*

PASO

### 3 ▶ Organiza los datos

La tabulación de los datos se puede realizar con una tabla en Excel considerando la siguiente información:

Soluto	Concentración molar (mol/L)	Volumen (L)	Masa molar (g/mol)	Masa (g)
Dicloruro de cobalto				
Dicromato de potasio				
Cromato de potasio				
Sulfato de cobre				
Permanganato de potasio				

Organizando los datos de concentración molar y volumen, y conociendo las masas molares de cada compuesto, puedes determinar la masa que requieren de cada uno para saturar las soluciones.

Al finalizar la organización de los datos, compárenlos como curso. Luego, analicen los resultados con preguntas, por ejemplo: *¿Qué valores fueron los que más variaron entre los diferentes grupos? ¿Cuáles son las variables involucradas? ¿Los volúmenes trabajados fueron iguales a los otros grupos? ¿La cantidad de sustancia es diferente a la de los otros grupos? ¿A qué se deberán las semejanzas o diferencias de los resultados?*

### CD Ciudadanía digital

Para realizar los cálculos en Excel, ingresa el código **T2709029B** en la página **www.auladigital.cl** y observa un video sobre cómo multiplicar en Excel. Ingresa, además, el código **T2709029C** para observar un video sobre cómo dividir en Excel.

*¿Qué herramientas digitales usarías para comunicar tus resultados? ¿De qué manera este tipo de herramientas para trabajar contribuyen a la formación de ciudadanos digitales?*

El conocimiento científico ha evidenciado que los componentes de una solución química no reaccionan entre sí. Sin embargo, hay muchas reacciones químicas que ocurren cuando dos soluciones entran en contacto. A continuación, son descritas algunas de las reacciones químicas que ocurren en una solución.

### Reacciones de neutralización

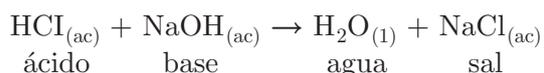
La experimentación en ciencia ha permitido comprender que los ácidos y las bases son sustancias que en solución reaccionan entre sí. Este tipo de sustancias están presentes en diversos procesos, tanto biológicos como industriales. Ejemplos de ellos son el vinagre (ácido acético) o el hidróxido de sodio (soda cáustica). Las reacciones de neutralización también pueden ser observadas en la repostería, por ejemplo, cuando mezclan jugo de limón o naranja (sustancias ácidas) con polvos de hornear que contiene bicarbonato de sodio (sustancia básica).



▲ En la imagen, se observa la titulación ácido-base utilizando como indicador la fenolftaleína que permite identificar soluciones básicas.

Existen diversas teorías científicas que explican el comportamiento de ácidos y bases. Una de ellas es la de teoría de Arrhenius, que define los ácidos como sustancias que, en solución, liberan iones hidrógeno ( $H^+$ ), y las bases como sustancias que, en solución, liberan iones hidroxilo ( $OH^-$ ).

Al entrar en contacto estas sustancias, ocurren las denominadas reacciones de neutralización o ácido-base. A modo general, las reacciones ácido-base forman siempre agua y una sal. Por ejemplo:



### NC Naturaleza de la ciencia

La teoría de Arrhenius es una de muchas relacionadas con los ácidos y las bases *¿Por qué crees que aún se habla de teoría y no de leyes ácido-base? ¿Qué diferencia una ley de una teoría? ¿Qué tienen en común estos tipos de conocimientos científicos?*

### CE Ciencia en nuestro entorno

El río tinto en la ciudad de Huelva, España, es un caso único en el mundo. El color rojizo de sus aguas se debe a elevadas concentraciones de hierro y un pH muy ácido cuyo origen es el drenaje de ácidos provenientes de la industria minera.

*¿Qué método utilizarías para modificar el pH de este río?  
¿Qué ciudades de Chile presentan problemáticas como esta?*



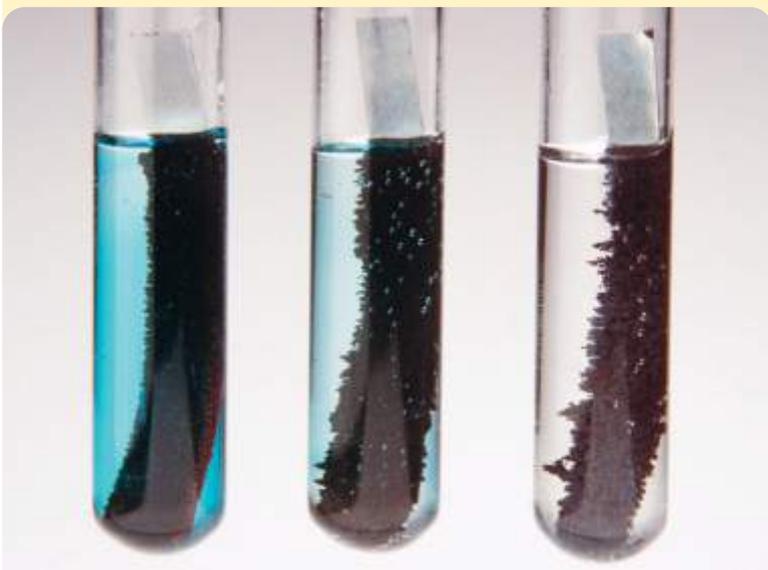
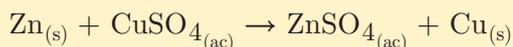
## Reacciones de óxido-reducción

¿Te has preguntado por qué las rejas de las casas en la playa son mayoritariamente de madera? La respuesta es sencilla: porque los metales se oxidan con mayor facilidad cerca del mar.

La evidencia científica ha permitido comprobar que, cuando un metal entra en contacto con la humedad del aire, se produce una reacción de óxido-reducción, también denominada redox. En este caso, el metal (en su mayoría hierro metálico) reacciona con el vapor de agua presente en el aire.

En estas reacciones se lleva a cabo un proceso de transferencia de electrones entre las sustancias que participan. El conocimiento científico ha descrito dos componentes de las reacciones de oxidación-reducción: un agente reductor (sustancia que cede los electrones) y un agente oxidante (sustancia que acepta los electrones).

Un ejemplo es el caso de la reacción de óxido-reducción de cinc (Zn) sólido y sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) acuoso. En ella, el cinc actúa como agente reductor y el ion cobre como agente oxidante. En esta reacción se forma cobre (Cu) sólido, como podemos evidenciar en su ecuación química:



En la imagen, es posible observar la reacción de óxido-reducción de cinc metálico (Zn) en una solución de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>).

## AC Alfabetización científica

El acero inoxidable fue una de las soluciones para combatir la oxidación de metales. Está compuesto por hierro y cromo (12 %) principalmente. Este último, al ser reactivo con el oxígeno, genera una capa protectora que previene la oxidación y el deterioro del hierro. ¿En qué situaciones de la vida cotidiana podrías utilizarlo?

## Cultivando actitudes

Las concentraciones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y NO son cada año mayores. Y es que parece ser que la población en general no contribuye a mejorar la calidad del aire, ya sea con el uso excesivo de automóviles particulares o de la calefacción a través de combustión.

*¿Qué medidas crees que puedan ser útiles en la población para disminuir la concentración de gases contaminantes?  
¿Qué soluciones se han desarrollado en otros países para disminuir los niveles de gases contaminantes?*



▲ Contaminación en Santiago, Chile.

## Reacción de precipitación

Este tipo de reacción se caracteriza por la formación de sólidos en solución, generalmente compuestos iónicos. Ocurre cuando dos sustancias solubles de forma independiente reaccionan al combinarse y forman un compuesto que es insoluble en la nueva solución. En este proceso, un catión de una sustancia reacciona con un anión de la otra sustancia para formar un compuesto sólido insoluble, conocido como precipitado.

En la imagen, es posible observar la formación de dos precipitados diferentes a partir de una solución de hidróxido de sodio. En el tubo de color turquesa, se observa la formación de hidróxido de cobre ( $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ). En el tubo color rojizo, se puede observar la formación de hidróxido de hierro ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ).



BDA U1\_ACT\_11

## CE Ciencia en nuestro entorno

### En nuestro entorno, ¿qué reacciones químicas ocurren en solución?

**Antiácidos:** Los antiácidos son sustancias que se utilizan para aliviar la acidez estomacal. Al entrar en contacto con el ácido del estómago (ácido clorhídrico,  $\text{HCl}$ ), se produce una reacción de neutralización, que provoca la disminución de concentración de ácido y favorece la formación de sal en el medio, la cual es eliminada a través de las heces. Uno de los más comunes y utilizados es el bicarbonato de sodio.

**Cálculos renales:** Los cálculos renales son precipitados formados principalmente de oxalato de calcio. Se forman en los riñones como resultado de la alta concentración de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $(\text{COO})_2^{2-}$ . Son cristales de rafidio, es decir, presentan agujas o zonas puntiagudas, por lo que su eliminación a través de la orina es dolorosa para quien lo presenta.

**Alcotest:** Este tipo de examen es utilizado para testear el nivel de etanol presente en el aire exhalado de una persona. En concreto, lo que se hace al momento de exhalar es hacer reaccionar el etanol con dicromato de potasio. Así, el etanol se oxida a ácido acético y el dicromato de potasio a sulfato de cromo. Mientras mayor cantidad de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) se produzca, mayor es la cantidad de alcohol presente en la persona.



# Árbol ancestral del pueblo **MAPUCHE**, un potente químico

**E**l boldo es un árbol endémico de Chile que ha tenido una conexión directa con diferentes Pueblos Originarios, en especial con el pueblo Mapuche. Principalmente, su uso se relaciona con la medicina, pero también es utilizado en la fabricación de *weño*, el palo de madera que se utiliza en el palin. El *palin* es un encuentro social que el pueblo Mapuche practica hace siglos para fortalecer las relaciones políticas, espirituales y culturales de las *lof* (comunidades) y sus *longko* (autoridades).

## **Mapuche kimün (conocimiento mapuche)**

**Infusión:** cumple una función de estimulante digestivo y sedante nervioso. Se prepara con un par de hojas de boldo y agua hervida.

**Baño:** utilizado para aliviar dolores reumáticos. Para esto se recoge un puñado grande de hojas de boldo y dos a tres litros de agua; se cuele y usa en un baño de media hora a 35 °C.

Por otro lado, el boldo está en el centro de estudio de la medicina en general. La boldina, el principal alcaloide presente en la planta, está siendo investigado para combatir enfermedades como el cáncer, la diabetes, el Alzheimer, entre otras.

La concentración de boldina en el boldo es baja. De hecho, experimentalmente se ha logrado comprobar que este alcaloide está presente entre un 15 a 40 mL/kg de boldo.

Rodrigo Hasbún y Jorge González, investigadores de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción, han trabajado en mejorar la producción de esta sustancia. Para eso, pretenden usar biotecnología con células madre. Es de suma importancia este trabajo, porque el fin es evitar el agotamiento del boldo. Actualmente no hay plantaciones de este árbol, por lo que la disponibilidad está limitada solo a lo nativo.



▲ Palin, juego tradicional Mapuche



*¿Por qué los saberes y conocimientos del pueblo Mapuche son importantes para la sociedad? ¿Qué importancia tiene el boldo en la cosmovisión mapuche? ¿Cómo el mapuche kimün contribuye con los estudios del ámbito científico?*

Fuente: Pavez, Katerinne (25 octubre de 2021). Investigadores buscan masificar producción de potente compuesto químico del boldo. <https://noticias.udec.cl>  
Palin: un encuentro espiritual, social y político. (s. f.). Museo Mapuche de Cañete. <https://www.museomapuchecanete.gob.cl/>

## Preparación de soluciones químicas

Hasta ahora hemos estudiado las unidades que permiten determinar la concentración de una solución y las diferentes reacciones que existen al momento de juntar dos soluciones químicas. Sin embargo, también es indispensable conocer el procedimiento científico que permite prepararlas con precisión. A continuación, son descritos los pasos para preparar 100 mL de una solución de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración molar 1 M.

1

### Seleccionar los materiales

Reconocer los materiales más apropiados para preparar 100 mL de una solución 1 M de hidróxido de sodio (NaOH). Algunos materiales de laboratorio son los siguientes:



▲ Balanza



▲ Matraz de aforo de 100 mL



▲ Agua destilada



▲ Hidróxido de sodio



▲ Varilla de agitación



▲ Vaso precipitado

2

### Calcular la masa de hidróxido de sodio

Para preparar una solución 1 M de NaOH (masa molar<sub>NaOH</sub> = 40 g/mol), es necesario conocer la masa, en gramos, del compuesto que debe ser disuelto para preparar la solución.

#### a. Cantidad de sustancia de NaOH

A partir de la expresión matemática de la concentración molar, se obtiene la cantidad de sustancia, en mol, de hidróxido de sodio. El volumen de la solución será de 100 mL, lo que es equivalente a 0,1 L:

$$M = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solución}}} \rightarrow n_{\text{soluto}} = M \cdot V_{\text{solución}} \rightarrow n_{\text{NaOH}} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{L} \rightarrow n_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{mol}$$

#### b. Masa de NaOH

Sabiendo la cantidad de sustancia y masa molar de hidróxido de sodio, se calcula la masa en gramos:

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow m_{\text{soluto}} = M_{\text{soluto}} \cdot n_{\text{solución}} \rightarrow m_{\text{soluto}} = 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,1 \text{mol} \rightarrow m_{\text{soluto}} = 4 \text{g}$$

Finalmente, la masa que se necesita de hidróxido de sodio para preparar 100 mL de una solución de concentración 1 M es de 4 g.

### CD Ciudadanía digital

Digita el código **T2709034A** en la página **www.auladigital.cl** para ingresar a una calculadora de masa de soluto necesaria para la preparación de soluciones químicas.

### 3

#### Preparar la solución

a. Enciende la balanza. Luego, coloca el vaso precipitado sobre ella y tara (regrésala a cero). Con una espátula o cuchara, toma la masa de hidróxido de sodio calculada y agrégala al vaso.



b. Agrega agua destilada en el vaso precipitado hasta la mitad de su volumen (50 mL). Para homogeneizar la solución, utiliza una varilla de agitación o cuchara.



c. Agrega la mezcla al matraz de aforo de 100 mL. Para eso, puedes ayudarte con un embudo o puedes trasvasiarlo con mucho cuidado.



d. Con la piseta, completa con agua destilada hasta el volumen requerido (100 mL). En el matraz de aforo, la medida está marcada con una línea en la parte más delgada de éste. Recuerda que el menisco del líquido debe estar a ras de la medida.



## Dilución química

La dilución es un procedimiento utilizado para preparar soluciones de menor concentración a partir de una solución más concentrada, cuya concentración es conocida. Para preparar una solución de menor concentración, se toma una cierta cantidad de la solución concentrada y se le agrega solvente hasta alcanzar el volumen deseado. Para calcular la nueva concentración de la solución, se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

Donde  $C_i$  y  $V_i$  son la concentración y el volumen iniciales, y  $C_f$  y  $V_f$  son la concentración y el volumen finales.



## La importancia de la vitamina D en el organismo

La *Encuesta Nacional de Salud* arrojó que el 84 % de la población chilena posee algún grado de deficiencia de vitamina D, nutriente esencial para el metabolismo de las personas y que se obtiene principalmente a través de la exposición al sol.

¿A qué se debe el déficit? Francisco Pérez, director del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) y académico del Departamento de nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, asegura que estos bajos niveles se encuentran relacionados con los altos índices de obesidad. Según describe, la vitamina D es una molécula liposoluble, es decir, se disuelve muy bien en grasas como el tejido adiposo, por lo tanto, queda atrapada en dichos tejidos y no cumple la función en otros.

La baja concentración de vitamina D puede provocar serios problemas metabólicos, ya que su déficit está muy asociado a enfermedades como la osteomalacia y la osteoporosis. En este sentido, una persona puede mantener una dieta balanceada en calcio; sin embargo, si no existe un buen nivel de vitamina D, ese calcio no será absorbido.

La jefa del Departamento de Dermatología del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, Andrea Cortés, asegura que, para recuperar los niveles de vitamina D, es necesaria una exposición solar. Una exposición de 5 a 15 minutos diarios puede ser suficiente para cumplir con la dosis diaria.

Fuentes: Maldonado, María Francisca. (06 de noviembre de 2023). Déficit de vitamina D: Especialistas U. de Chile explican cómo nos afecta y cómo podemos obtenerla. <https://inta.uchile.cl> (Adaptación).



▲ Dr. Francisco Pérez



▲ Dr. Andrea Cortés

*¿Qué otras medidas pueden servir para poder aumentar la concentración de vitamina D en el cuerpo? ¿Crees que los bloqueadores solares inhiban la producción de la vitamina D?*

# METALES PESADOS EN LA BIODIVERSIDAD MARINA

El HUB Ambiental de la Universidad de Playa Ancha monitoreó los niveles de contaminación en los ecosistemas bentónicos en la Bahía Quintero-Puchuncaví. Los muestreos contemplaron mediciones en el agua, los suelos y organismos presentes en la bahía. En esa línea, para determinar los niveles que alcanzan metales pesados, como cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), manganeso (Mn), plomo (Pb), vanadio (V), níquel (Ni), zinc (Zn) y mercurio (Hg), se realizó un estudio del ecosistema marino submareal y se comparó con la localidad de Quintay que fue utilizada como control.

Lamentablemente, los resultados fueron desalentadores, ya que la concentración de algunos metales pesados en la biota marina (medidos en ppm), como el mercurio (Hg) y el cadmio (Cd), superó el límite vigente con creces.

En los sedimentos también se encontraron alteraciones, siendo el cobre (Cu) y el vanadio (V) los metales con mayor presencia y fuera de los límites que indica la norma sanitaria, al igual que los coliformes fecales.

Se piensa que este estudio puede servir como insumo básico para la toma de decisiones en la zona, complementando aquellos que profundicen aún más en potenciales fuentes y en estrategias que permitan descontaminar y remediar la zona.

Fuente: Trujillo, Diego. (24 julio de 2023). Estudio detecta alta presencia de metales pesados en bahía de Quintero-Puchuncaví. <https://www.upla.cl/> (Adaptación).



¿Qué estrategias debería implementar el Estado de Chile para evitar tal nivel de contaminación en la bahía de Quintero-Puchuncaví? ¿Por qué es tan grave la contaminación por metales pesados para la biodiversidad acuática? ¿Qué consecuencias pueden tener en las especies esos niveles acumulados? ¿Qué proyecto desarrollarías para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 13 y 14 relacionados con esta problemática ambiental?



BDA U1\_IMA\_2 y 3

BDA U1\_ACT\_15

## Reflexiono sobre mi aprendizaje

BDA U1\_ACT\_19

- ¿Qué aprendizaje de esta lección fue el que más te interesó?, ¿por qué?
- ¿Qué otras preguntas te surgen sobre las aplicaciones de las soluciones?, ¿a quién recurrirías para responderlas?
- ¿Qué información es necesaria para preparar soluciones de 100 mL de ácido clorhídrico (HCl) con concentraciones de 0,5 M, 1 M y 1,5 M?, ¿Qué factores debes considerar para garantizar la precisión y rigurosidad en su preparación?

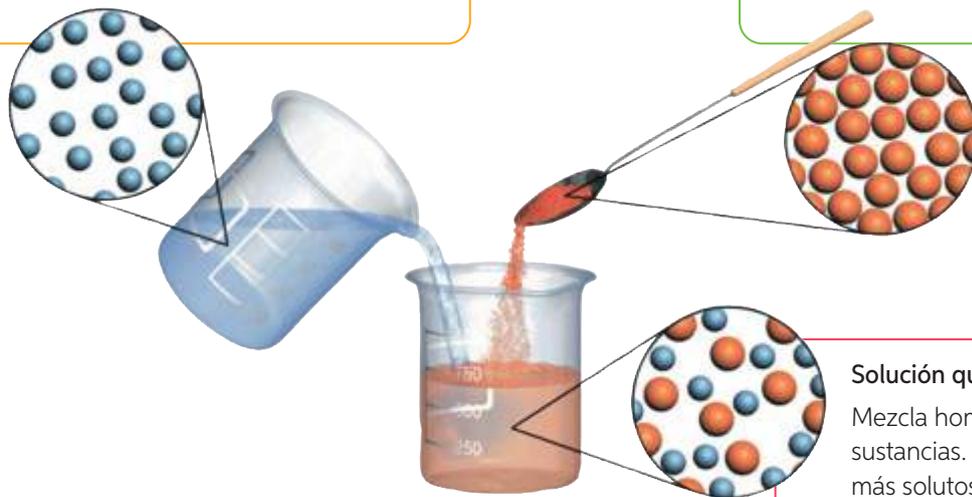
## Soluciones químicas

### Disolvente

Componente que se encuentra en mayor proporción y aquel que le confiere el aspecto físico.

### Soluto

Componente que se encuentra en menor proporción y aquel que le otorga propiedades como el color y sabor.



### Solución química

Mezcla homogénea de dos o más sustancias. Está formada por uno o más solutos y el disolvente.

### Clasificación de las soluciones químicas

#### Según estado de agregación:

- Líquidas
- Sólidas
- Gaseosas

#### Según conductividad eléctrica:

- Electrolíticas
- No electrolíticas

#### Según capacidad de disolver un soluto:

- Insaturadas
- Saturadas
- Sobresaturadas

### Solubilidad

Medida de la cantidad máxima de soluto que se puede disolver en cierta cantidad de solvente a una temperatura específica. Puede verse afectada por factores como la presión, temperatura e interacción soluto-disolvente.

## APLICO LO APRENDIDO

El suero fisiológico es una solución de sal cloruro de sodio (NaCl) en agua (H<sub>2</sub>O) de concentración 0,9 % m/V. A partir de esta información, responde:

- ¿Cuál es el soluto? ¿Cuál es el disolvente?
- ¿Cómo se clasifica esta solución según los tres criterios estudiados?
- ¿Qué volumen de suero fisiológico se podría preparar con 4,5 g de cloruro de sodio (NaCl)?



## Unidades de concentración de las soluciones

### Unidades físicas

Expresan la concentración de soluto en la solución utilizando unidades de medida físicas de masa y/o volumen.

#### Porcentaje en masa (% m)

$$\% \text{ m/m} = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{solución}}} \cdot 100$$

#### Porcentaje en volumen (% V)

$$\% \text{ V/V} = \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{solución}}} \cdot 100$$

#### Porcentaje masa-volumen (% m-V)

$$\% \text{ m/V} = \frac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{solución}}} \cdot 100$$

### Unidades químicas

Expresa la concentración de la solución considerando la cantidad de sustancia de los componentes en una solución.

#### Molaridad (M)

$$M = \frac{n_{\text{soluto}}}{V_{\text{solución}}}$$

#### Molalidad (m)

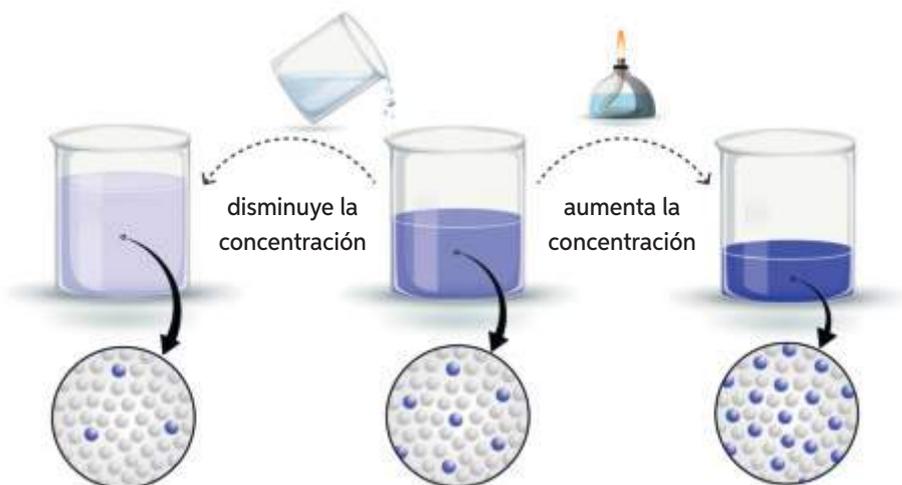
$$m = \frac{n_{\text{soluto}}}{m_{\text{disolvente}}}$$

#### Fracción molar (X)

$$X_i = \frac{n_i}{n_{\text{total}}}$$

### Dilución

Corresponde a la obtención de una solución de menor concentración a partir de una de mayor concentración.



## ¿QUÉ SÉ AHORA?

BDA U1\_ACT\_20

Revisa las preguntas planteadas al inicio de la unidad. Luego, responde:

- ¿De qué manera los aprendizajes de esta unidad permiten comprender las características y comportamiento de la materia de los humedales?
- ¿Qué argumentos entregarías para explicar la importancia de mantener las concentraciones de oxígeno y sales en los humedales?
- ¿Qué nuevos aprendizajes adquiriste sobre las soluciones químicas del entorno?  
¿De qué manera el conocimiento científico contribuye a formular estrategias de protección ambiental?



▲ Estrecho de Magallanes, Chile.

UNIDAD

# 2

## Química orgánica

En esta unidad, describiremos las características y propiedades del átomo de carbono que le permite formar un gran número de compuestos orgánicos y representaremos moléculas orgánicas utilizando diferentes fórmulas y modelos que permitirán comprender su composición. También, conoceremos las características de los diferentes tipos de compuestos orgánicos, las reglas establecidas en la nomenclatura IUPAC para nombrarlos y su importancia a nivel industrial, social, biológico y tecnológico. Todo ello, con el propósito de desarrollar actitudes y habilidades científicas, promover la alfabetización científica y comprender la naturaleza de la ciencia y sus grandes ideas.



## Primer yacimiento de petróleo en Magallanes

Uno de los hitos más importantes de Magallanes ocurrió el 29 de diciembre de 1945, cuando se descubrió el primer yacimiento de petróleo en el pozo Springhill, de una profundidad que fluctúa entre 2300 y 2400 metros. Este descubrimiento motivó al Estado de Chile a fundar la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), que creó su primera refinería de petróleo en 1950.

Fuente: ENAP (s.f.). ENAP en Magallanes.  
[www.enap.cl](http://www.enap.cl)

### Empresa Nacional del Petróleo (ENAP)

- 1 Realiza actividades de exploración y producción de hidrocarburos solo en la Región de Magallanes, donde cuenta con plantas de operaciones de obtención de gas y petróleo en la zona continental y en isla Tierra del Fuego.
- 2 Desde su origen ha generado miles de puestos de trabajo y ha contribuido a la construcción de caminos y escuelas, a la promoción de centros de educación superior y a facilitar las telecomunicaciones y el abastecimiento de gas para diferentes zonas de la región.
- 3 En busca de la transición a energías sustentables, será la primera empresa en producir hidrógeno verde como producto final en el complejo de Cabo Negro, en Magallanes, que estaría operativo a fines de 2025.

En parejas, discutan en torno a las siguientes preguntas:

BDA U2\_VID\_1

- ¿Por qué creen que el petróleo desempeña un papel crucial en la sociedad actual? ¿Qué productos que utilizan cotidianamente se obtienen a partir de petróleo?
- ¿Qué impactos ambientales conocen que han sido provocados por las actividades petroleras? ¿Qué consecuencias generan en el ámbito social ese tipo de actividades industriales?
- ¿Cuáles consideran que son las ventajas y desventajas del desarrollo científico y tecnológico en relación con la incorporación de energías sostenibles como el hidrógeno verde?

# LECCIÓN 1 ¿Por qué el carbono es la base de los compuestos orgánicos?

## ➔ Exploro mis ideas

- ¿Qué ejemplos de productos se te vienen a la mente cuando escuchas la palabra orgánico? ¿Qué materiales conoces que contienen carbono?
- ¿Cuáles son las características del carbono? ¿Cómo se relacionan con su posición en la tabla periódica?
- ¿Qué propiedades del átomo de carbono le permiten formar compuestos orgánicos? ¿Por qué el tipo de enlace con el que se une a otros átomos influye en la formación de compuestos orgánicos?

## ¿Qué se pensaba antes de los compuestos orgánicos?

En nuestra vida cotidiana, hemos escuchado muchas veces el concepto de que un determinado alimento o producto es orgánico. De inmediato, asociamos que su proceso de obtención es más natural y que, por ejemplo, está libre de químicos. Sin embargo, la comunidad científica ha definido que el concepto de compuesto orgánico va mucho más allá.

BDA U2\_VID\_2

La química orgánica es un área de la ciencia que se encarga del estudio de aquellos compuestos que presentan átomos de carbono en su estructura, con enlaces característicos. Hoy se calcula que existen al menos 24 millones de compuestos, tanto de origen natural como creados en un laboratorio. Esta área del conocimiento científico ha estado vinculada al ser humano desde sus orígenes.



▲ *Indigofera tinctoria*

### Colorante índigo

Algunas civilizaciones antiguas utilizaban técnicas rudimentarias para extraer compuestos orgánicos de plantas y animales. Por ejemplo, obtenían colorantes como el índigo a partir de la planta denominada, *Indigofera tinctoria*.



La evidencia que se tenía anteriormente hizo pensar que los compuestos orgánicos solo provenían de la naturaleza y los seres vivos, de ahí su nombre "orgánico". Sin embargo, en 1828, el químico alemán Friedrich Wöhler puso fin a esta teoría, conocida como **vitalismo**, cuando sintetizó urea, un compuesto orgánico, a partir de la reacción química entre las sustancias inorgánicas conocidas como cianato de potasio (KCN) y cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).

A partir de ese entonces, el conocimiento científico se ha desarrollado paulatinamente y cientos de miles de compuestos orgánicos han sido descubiertos y también preparados, con el fin de resolver y satisfacer distintas necesidades del ser humano.

### NC Naturaleza de la ciencia

El conocimiento científico se organiza en hipótesis, predicciones, modelos, teorías, leyes, entre otros diferentes tipos de explicaciones de fenómenos observables.

*¿Qué es una teoría en ciencias? ¿Por qué crees que una teoría pierde validez? ¿Qué diferencias existen entre una teoría y una ley? ¿Cuáles son sus similitudes?*

### AC Alfabetización científica

La teoría del vitalismo defendía la hipótesis de que los compuestos orgánicos provenían exclusivamente de los organismos vivos porque se necesitaba de una "fuerza vital" para producirlos.



▲ Friedrich Wöhler

### Aspirina

El trabajo realizado por el químico italiano Raffaele Piria (1814-1865) de sintetizar ácido salicílico desde la salicilina, un compuesto presente en la corteza del sauce, permitió más tarde que el químico francés Charles Gerhardt (1816-1856) sintetizara ácido acetilsalicílico, que dio origen al fármaco conocido como aspirina®.



▲ Sauce

## Átomo de carbono

La química orgánica es también conocida como química del carbono, ya que todos los compuestos orgánicos tienen como base principal el carbono. En relación con el átomo de carbono, la evidencia científica ha contribuido a comprender la gran diversidad de compuestos orgánicos que existen.

### Características del átomo de carbono

Este elemento, ubicado en el período 2 y en el grupo 14 de la tabla periódica, tiene la posibilidad de compartir cuatro electrones de valencia, formando así cuatro enlaces covalentes fuertes, ya sea con átomos de hidrógeno (H), nitrógeno (N) y oxígeno (O), como también con otros átomos de carbono (C). Esta propiedad del átomo de carbono es conocida como tetravalencia.

BDA U2\_AUD\_1

BDA U2\_ACT\_2

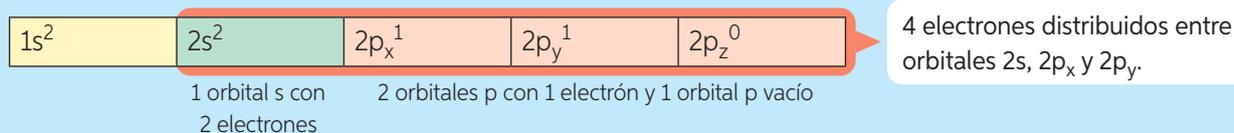
### GI Gran idea de la ciencia

Los organismos necesitan energía y materia de los cuales dependen y por los que interactúan con otros organismos en un ecosistema.

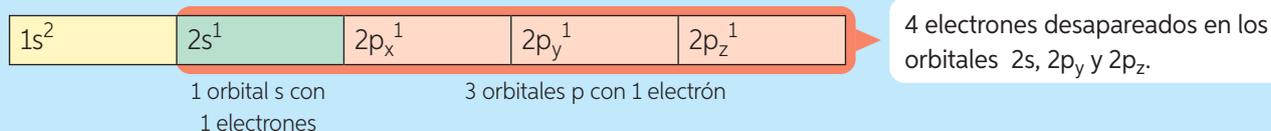
*¿De qué manera crees que el carbono participa en el flujo de energía y materia entre organismos?  
¿Cuál es la importancia que tiene el carbono para los seres vivos?*

Número atómico	6
Símbolo	C
Nombre	Carbono
Masa atómica	12,01

De acuerdo con el número atómico 6, la configuración electrónica del carbono es  $1s^2 2s^2 2p^2$ . Esto significa que tiene cuatro electrones de valencia en su capa exterior, como se observa a continuación con la distribución electrónica del carbono en **estado basal**:



Además, se ha descrito que, para alcanzar la estabilidad, el carbono puede compartir estos electrones con otros átomos a través de enlaces covalentes. Sin embargo, para que esto ocurra, es necesario que el átomo de carbono pase a un estado excitado, es decir, promueva uno de los electrones del orbital 2s al orbital 2p vacío. Quedan así cuatro electrones de valencia desapareados, como es descrito en la siguiente distribución electrónica del carbono en estado excitado:



La tetravalencia del carbono es esencial para la vida tal como la conocemos, ya que todas las biomoléculas fundamentales, como los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, están basadas en estructuras de carbono.

### CE Ciencia en nuestro entorno

La fibra de carbono es un material extremadamente resistente y ligero que se utiliza ampliamente en las industrias aeroespaciales, automotriz, deportiva y tecnológica.

*¿Qué productos conoces que son fabricados con este material? ¿A qué característica del átomo de carbono crees que está asociada su alta resistencia?*

## Hibridación del átomo de carbono

BDA U2\_ACT\_3

BDA U2\_VID\_3

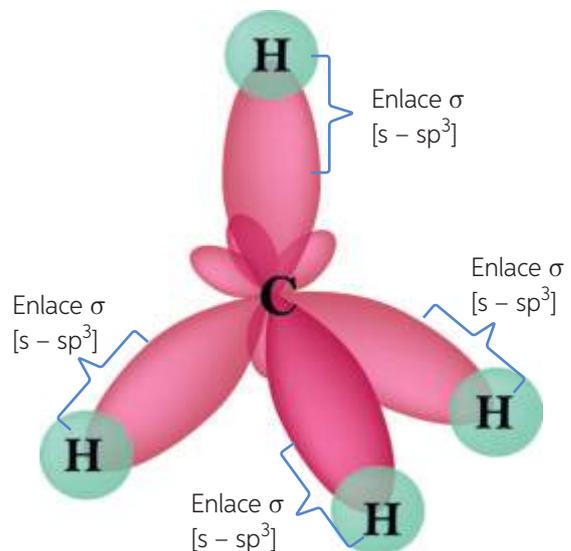
El átomo carbono tiene la capacidad de formar enlaces sencillos, dobles y triples. El tipo de enlace que se forma depende de la **hibridación** que tenga este átomo al momento de formar enlaces con otros átomos. La hibridación es descrita como la combinación de orbitales atómicos para formar nuevos orbitales híbridos que tienen formas y energías diferentes a los orbitales originales. Esto ocurre cuando un átomo central se une a otros átomos a través de enlaces covalentes. Para el átomo de carbono, existen tres tipos de hibridación: hibridación  $sp^3$ , hibridación  $sp^2$  e hibridación  $sp$ .

### Hibridación $sp^3$ – enlace simple

Para entender este tipo de hibridación es fundamental analizar la molécula de metano ( $CH_4$ ). El metano es el mayor componente del gas natural y muchos organismos lo emiten durante el proceso de digestión.

En una molécula de metano, el carbono genera cuatro orbitales híbridos  $sp^3$ , todos de igual forma y tamaño, que se forman tras la combinación de un orbital  $s$  con tres orbitales  $p$ .

Cada uno de los orbitales híbridos  $sp^3$  del carbono se une con los orbitales  $s$  de los hidrógenos formando en total **cuatro enlaces simples**. Este tipo de enlace se conoce como **enlace sigma** ( $\sigma$ ).



### CE Ciencia en nuestro entorno

#### Gas de efecto invernadero: metano

El metano es el principal contribuyente a la formación de ozono a nivel del suelo, un contaminante atmosférico peligroso, cuya exposición causa un millón de muertes prematuras cada año.

El metano es responsable de 30 % aproximadamente del calentamiento global y se está proliferando más rápidamente que en cualquier otro momento desde que se iniciaron los registros en la década de 1980. De hecho, según los datos de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos, incluso cuando las emisiones de

dióxido de carbono se desaceleraron durante los confinamientos relacionados con la pandemia de 2020, el metano atmosférico se disparó.

Las emisiones de metano causadas por el hombre podrían reducirse hasta en un 45 % en esta década. Esto evitaría casi  $0,3^\circ C$  de calentamiento global para 2045, lo que ayudaría a limitar el aumento de la temperatura global a  $1,5^\circ C$  y pondría al planeta en el camino correcto para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París.

Fuente: UNEP (20 agosto de 2021). Las emisiones de metano están acelerando el cambio climático. ¿Cómo podemos reducirlas? [www.unep.org](http://www.unep.org). (Adaptación)

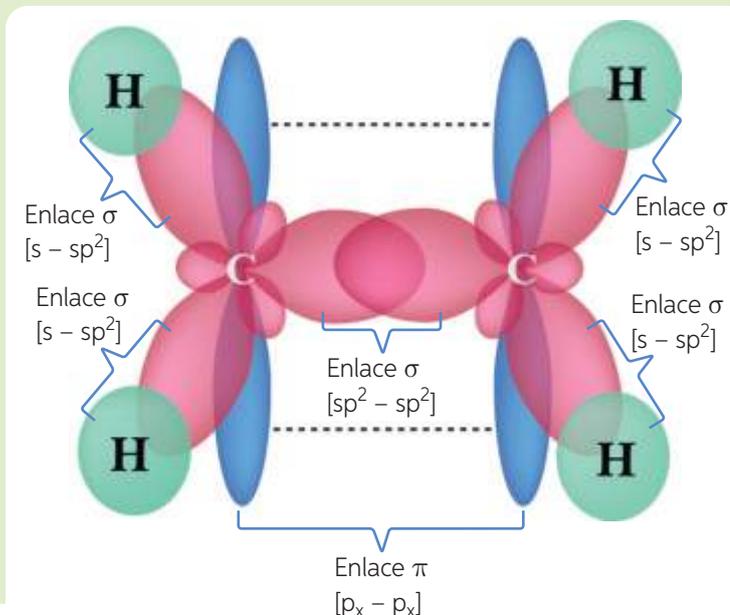
*¿Cuáles son las principales fuentes de emisión de metano? ¿Cómo pueden ser mitigadas para reducir su impacto en el calentamiento global y la formación de ozono a nivel del suelo? ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del impacto de diferentes sectores en los ámbitos tanto social como ambiental?*

## Hibridación $sp^2$ – enlace doble

La molécula de eteno ( $C_2H_4$ ) permite explicar la hibridación  $sp^2$  del carbono. Esta molécula es responsable de la maduración de los frutos y también se encuentra presente en algunos envases plásticos.

En la molécula de eteno, el carbono genera **tres orbitales híbridos  $sp^2$**  tras la combinación de un orbital s con dos orbitales p, dejando un orbital p sin hibridar.

Los orbitales híbridos  $sp^2$  de un carbono se unen con los orbitales s de los hidrógenos y con el orbital híbrido  $sp^2$  del otro carbono formando en total **tres enlaces sigma ( $\sigma$ )**. En cuanto al orbital p sin hibridar, este se posiciona de manera perpendicular a los otros tres orbitales híbridos  $sp^2$ , generando **un enlace pi ( $\pi$ )**.

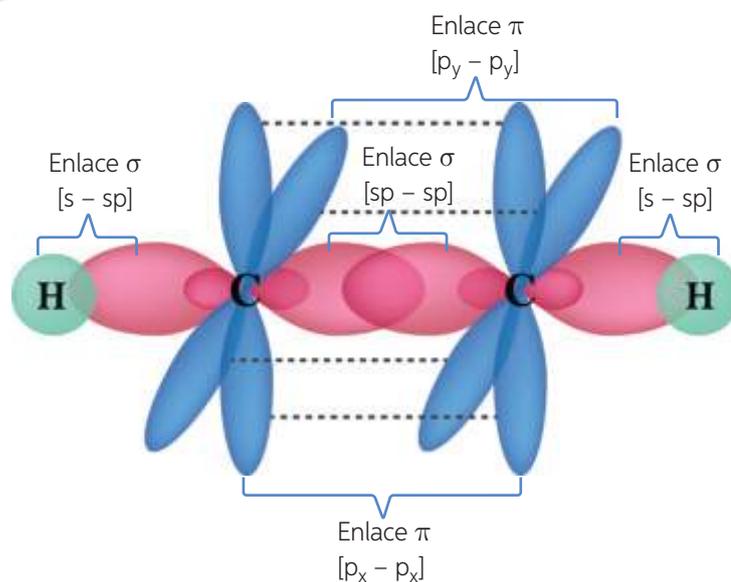


## Hibridación $sp$ – enlace triple

La hibridación  $sp$  del carbono se puede explicar a partir del etino, conocido como acetileno. El etino es gaseoso, altamente inflamable y capaz de producir una llama con una de las temperaturas más altas.

En la molécula de etino, el carbono forma **dos orbitales híbridos  $sp$**  por la combinación de un orbital s con un orbital p, quedando dos orbitales p sin hibridar.

Los orbitales híbridos  $sp$  de un carbono se unen con el orbital s del hidrógeno y con el orbital híbrido  $sp$  del otro carbono, generando en total **dos enlaces sigma ( $\sigma$ )**. Con respecto a los dos orbitales p sin hibridar, estos se posicionan de manera perpendicular a los orbitales híbridos  $sp$ , formando **dos enlaces pi ( $\pi$ )**.



### CE Ciencia en nuestro entorno

El etino es un compuesto gaseoso altamente inflamable. Tradicionalmente es utilizado en equipos de soldadura debido a que mezclado con oxígeno produce temperaturas cercanas a los 3000 °C.

*¿Qué otros usos podría tener considerando que genera elevadas temperaturas?*

## Características de los enlaces según tipo de hibridación

Cada una de las hibridaciones no solo permite explicar la tetravalencia del átomo de carbono, sino también determina las características del enlace carbono-carbono de las moléculas orgánicas. Dichas características son la estructura, la geometría, y con ello, sus propiedades. A partir de la tabla 1, es posible comparar ángulo, distancia y energía de enlace de los diferentes tipos de hibridaciones.

**Tabla 1.** Ángulos, longitudes y energías de enlaces según hibridación.

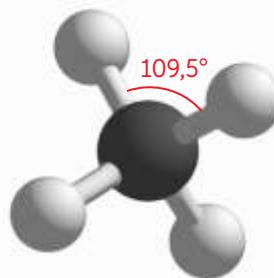
Hibridación	Ángulo de enlace	Longitud (pm)	Energía (kJ/mol)
$sp^3$	$109,5^\circ$	154	347
$sp^2$	$120^\circ$	134	610
$sp$	$180^\circ$	130	830

Fuente: Chang, R. (2010). *Química*. McGraw Hill.

### Hibridación $sp^3$

En la molécula de metano, los cuatro enlaces simples adoptan un ángulo de  $109,5^\circ$ , presentando una **geometría tetraédrica**, similar a un tetraedro regular.

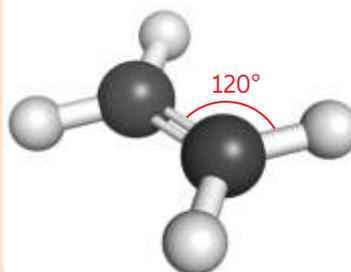
#### Molécula de metano ( $CH_4$ )



### Hibridación $sp^2$

En la molécula de eteno (o etileno), los enlaces adoptan un ángulo de  $120^\circ$ , presentando una **geometría trigonal plana**, esto generado por el enlace doble entre los átomos de carbono.

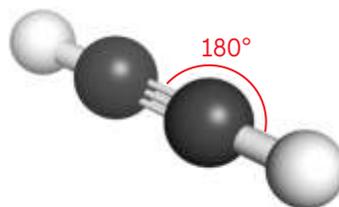
#### Molécula de eteno ( $C_2H_4$ )



### Hibridación $sp$

En la molécula de etino (o acetileno), los enlaces presentan un ángulo de  $180^\circ$ , generando una **geometría lineal**, debido al triple enlace entre átomos de carbono.

#### Molécula de etino ( $C_2H_2$ )



## Propiedades de los compuestos orgánicos

BDA U2\_ACT\_16 y 17

El estudio científico de las propiedades físicas y químicas de cualquier sustancia es primordial para predecir su comportamiento. Esto ocurre también con los compuestos orgánicos. En ellos, la longitud de la cadena carbonada y los átomos o grupos de átomos que pueden unirse al carbono le confieren a cada compuesto una serie de propiedades.

### Solubilidad

Los compuestos orgánicos tienen la propiedad de ser solubles en varios tipos de disolventes. Dependiendo de su polaridad, algunos son poco solubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos, como el benceno o la acetona. Esto se debe a que la mayoría de los compuestos orgánicos están formados por moléculas apolares.

### Temperaturas de fusión y ebullición

Los puntos de fusión y ebullición suelen ser bajos en comparación con los compuestos inorgánicos. Esto debido a la existencia de fuerzas intermoleculares débiles. Los puntos de fusión y ebullición aumentan a medida que se incrementa el largo de la cadena carbonada y disminuyen a medida que aumenta la saturación de los carbonos.

### Estabilidad térmica

En su mayoría, poseen baja estabilidad térmica. En otras palabras, se descomponen o se combustión fácilmente al ser calentados.

### Reactividad

Entre los hidrocarburos, los alquinos son más reactivos que los alcanos y alquenos debido a la gran estabilidad de sus enlaces.

### Conductividad eléctrica

En general, no conducen la corriente eléctrica ni en solución ni fundidos. Esto debido a la naturaleza covalente de los enlaces que forma.

### Densidad

Muchos compuestos orgánicos poseen menor densidad que el agua, por esto flotan en ella. Un ejemplo cotidiano es la mezcla de agua y aceite.

## Proteína podría predecir patologías del envejecimiento

**D**ra. Mónica Cáceres, investigadora del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (ICBM), lideró un estudio financiado por Fondecyt que logró el hallazgo de una enzima (proteína) relacionada con el envejecimiento en tejidos humanos y animales. Según los resultados, el bloqueo de esta proteína permitiría revertir el proceso de envejecimiento de las células y mejorar la capacidad de reparación de heridas en la piel.

Fuentes: Instituto de Ciencias Biomédicas (s.f.). Proteína de encía que podría predecir patologías de envejecimiento. [icbm.med.uchile.cl](http://icbm.med.uchile.cl)



▲ Dra. Mónica Cáceres

### CD Ciudadanía digital

Ingresa el código **T2709048A** en la página web **[www.auladigital.cl](http://www.auladigital.cl)** y observa la entrevista realizada por Radio Duna a la Dra. Mónica Cáceres.

*¿De qué manera comprender las propiedades del átomo de carbono contribuye a detectar tempranamente el envejecimiento celular?  
¿Por qué este tipo de estudios permite incentivar la participación equitativa de mujeres y hombres en el ámbito social y cultural?*

## ¿Cómo evaluar una investigación científica?

Evaluar es emitir un juicio sobre algo (un texto, un resultado o un procedimiento) utilizando criterios. Además, en una investigación, se incorporan juicios sobre sus aspectos positivos y negativos, y el modo de actuar propio y del equipo de trabajo.

A continuación, te presentamos algunos pasos para evaluar una investigación científica con el fin de perfeccionarla que está relacionada con la solubilidad de los compuestos orgánicos en agua.

### PASO

#### 1 ▶ Selecciona la investigación.

La investigación utilizada trata de la solubilidad de determinados compuestos: tetracloruro de carbono, hexano, ácido acético y acetona. La hipótesis formulada es la siguiente:

Los compuestos orgánicos con propiedades polares como el ácido acético y la acetona tendrán una mayor solubilidad en agua que aquellos apolares como el tetracloruro de carbono y hexano.

*¿Qué necesitas para validar esta hipótesis? ¿Qué pasaría si la hipótesis no se valida? ¿Es posible validar esta hipótesis a partir de la comparación con los resultados de investigaciones equivalentes? ¿Por qué?*

Para cada uno de estos compuestos es preparada una mezcla en un vaso precipitado. En cada vaso se añade la misma cantidad de los compuestos y 100 ml de agua. Luego, con una varilla de agitación se revuelven para observar su solubilidad.

A partir del procedimiento, los resultados fueron los siguientes:

Compuesto orgánico	Solubilidad en agua
Tetracloruro de carbono	No
Hexano	No
Ácido acético	Sí
Acetona	Sí

*¿Qué propiedades de los compuestos orgánicos se deben tener en cuenta para determinar su solubilidad en agua? ¿Por qué es importante conocer el valor de solubilidad de cada compuesto antes de establecer la cantidad con la que serán preparadas las mezclas? ¿Qué necesitas para afirmar que los resultados obtenidos son confiables?*

### PASO

#### 2 ▶ Define los criterios que permitirán evaluar la investigación.

Para la investigación experimental, se pueden proponer diferentes criterios, por ejemplo:

- **Criterio 1:** Considera la polaridad de los compuestos orgánicos.
- **Criterio 2:** Define la cantidad veces que será replicado el procedimiento experimental.
- **Criterio 3:** Utiliza materiales que permiten obtener resultados confiables.
- **Criterio 4:** Permite validar la hipótesis de investigación.

### PASO

#### 3 ▶ Emite un juicio a partir de la información recogida.

Considerando los criterios de evaluación, la investigación cumple con los criterios 1 y 3. Sin embargo, no cumple con los criterios 2 y 4, puesto que no define la cantidad de veces que debe ser replicado para determinar si los resultados pueden reproducirse de forma confiable y, con ello, validar la hipótesis a partir de estos.

## Representación de compuestos orgánicos

BDA

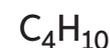
U2\_ACT\_5 y 6

Los compuestos orgánicos son representados de diferentes maneras y cada una de ellas proporciona cierta información, la cual nos ayuda a comprender la composición y/o las propiedades de un determinado compuesto. Las siguientes representaciones son las más comunes y en cada una de ellas se utiliza de ejemplo el compuesto orgánico conocido como butano.

### Butano

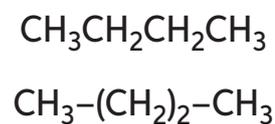
#### Fórmula molecular

Corresponde a la representación de los símbolos de los elementos presentes en un compuesto. En ella se indica el número de átomos de cada uno de los elementos con subíndices.



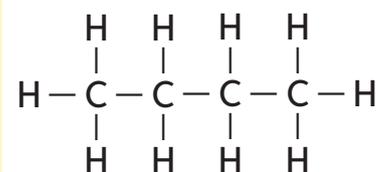
#### Fórmula condensada

Indica todos los átomos que se encuentran presentes en la molécula omitiendo los enlaces simples C-H. Solo se representan los enlaces múltiples (dobles y triples) y aquellos enlaces simples que se producen entre grupos diferentes. Además, puede utilizar paréntesis para los grupos de átomos que se repiten.



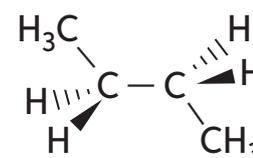
#### Fórmula expandida

Es una representación que indica todos los enlaces que están presentes en la estructura del compuesto. Utiliza las estructuras de Lewis para señalar cada enlace covalente por medio de una línea. Además, corresponde a una representación bidimensional, por lo tanto, no considera la geometría ni ángulos de enlace entre los átomos.



#### Fórmula expandida espacial

Además de indicar todos los enlaces que presenta la estructura, da cuenta de la tridimensionalidad de la molécula cuando existen carbonos con hibridación  $\text{sp}^3$ . Para representar la proyección de la molécula utiliza cuñas ( $\blacktriangleleft$ ) que indican que el átomo está delante del plano y líneas punteadas ( $\cdots$ ) que indican que el átomo está detrás del plano.



## Butano

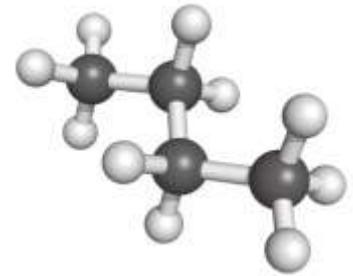
### Fórmula lineal

En esta representación, se omiten los símbolos de los elementos carbono (C) e hidrógeno (H). En ella, solo se indican los enlaces entre los átomos mediante líneas simples, dobles o triples. Cada átomo de carbono se encuentra en los puntos de inicio, término o unión de líneas.



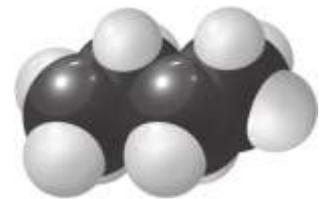
### Modelo de esferas y varillas

Representación tridimensional de la molécula. Los átomos son típicamente representados por esferas, conectadas por varillas que representan los enlaces. Utiliza el esquema de colores CPK para diferenciar los átomos que forman a una molécula.



### Modelo de esferas compenetradas

Corresponde a una representación tridimensional de la molécula. Utiliza el esquema de colores CPK para diferenciar los átomos. En este modelo, el tamaño de los átomos es proporcional a su radio atómico. Además, no se muestran explícitamente los enlaces. Esta representación permite conocer la región total del espacio ocupada por una molécula.



## CD Ciudadanía digital

Digita el código [T2709051A](https://www.auladigital.cl) en la página web [www.auladigital.cl](https://www.auladigital.cl) para ingresar a una herramienta digital en la que podrás generar fórmulas lineales y modelos de esferas de diferentes compuestos.

## AC Alfabetización científica

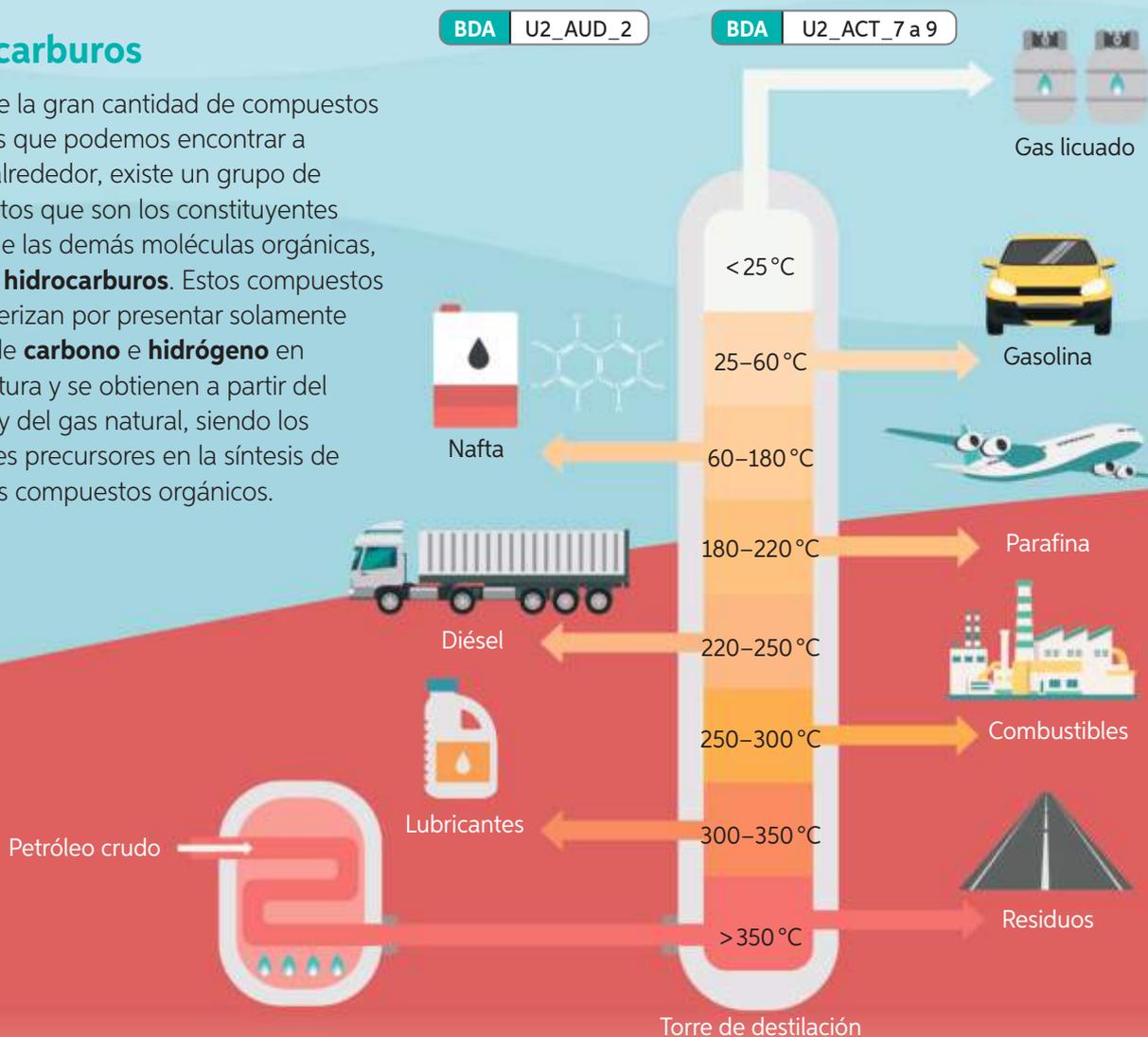
El esquema de colores CPK permite identificar, a partir de ciertos colores establecidos, los diferentes elementos químicos que se representan a través de modelos moleculares. Las siglas CPK hacen referencia a tres científicos precursores en la representación de modelos moleculares con colores: Robert Corey, Linus Pauling y Walter Koltun.

*¿Por qué es importante asignar ciertos colores a los elementos? ¿Por qué crees que en la actualidad la comunidad científica sigue realizando modificaciones a los colores asignados?*

Esquema de colores CPK		
Hidrógeno (H)	blanco	
Carbono (C)	negro	
Nitrógeno (N)	azul	
Oxígeno (O)	rojo	
Flúor (F), Cloro (Cl)	verde	
Bromo (Br)	rojo oscuro	
Boro (B)	durazno, salmón	
Azufre (S)	amarillo	
Fósforo (P)	naranja	

## Hidrocarburos

Dentro de la gran cantidad de compuestos orgánicos que podemos encontrar a nuestro alrededor, existe un grupo de compuestos que son los constituyentes básicos de las demás moléculas orgánicas, llamadas **hidrocarburos**. Estos compuestos se caracterizan por presentar solamente átomos de **carbono** e **hidrógeno** en su estructura y se obtienen a partir del petróleo y del gas natural, siendo los principales precursores en la síntesis de diferentes compuestos orgánicos.



BDA U2\_AUD\_2

BDA U2\_ACT\_7 a 9

BDA U2\_ACT\_6

## Petróleo crudo en Magallanes

**E**l Dr. Ricardo Giesecke lideró al equipo de científicos del Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL) que descubrió una fuga natural de petróleo crudo en el estrecho de Magallanes tras monitorear 510 km, entre Punta Arenas y Puerto Williams. Este hallazgo se realizó utilizando sensores en un transbordador que midieron diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos.

Tras el hallazgo, el equipo buscó registros históricos que demostraron que hace 120 años se encontraron hidrocarburos en diversas zonas del estrecho de Magallanes.

En cuanto al impacto generado, el doctor afirma que las comunidades de macroalgas se ven fuertemente afectadas y los organismos invertebrados como moluscos acumulan estas sustancias que luego se transmiten a otros organismos o humanos.



▲ Dr. Ricardo Giesecke

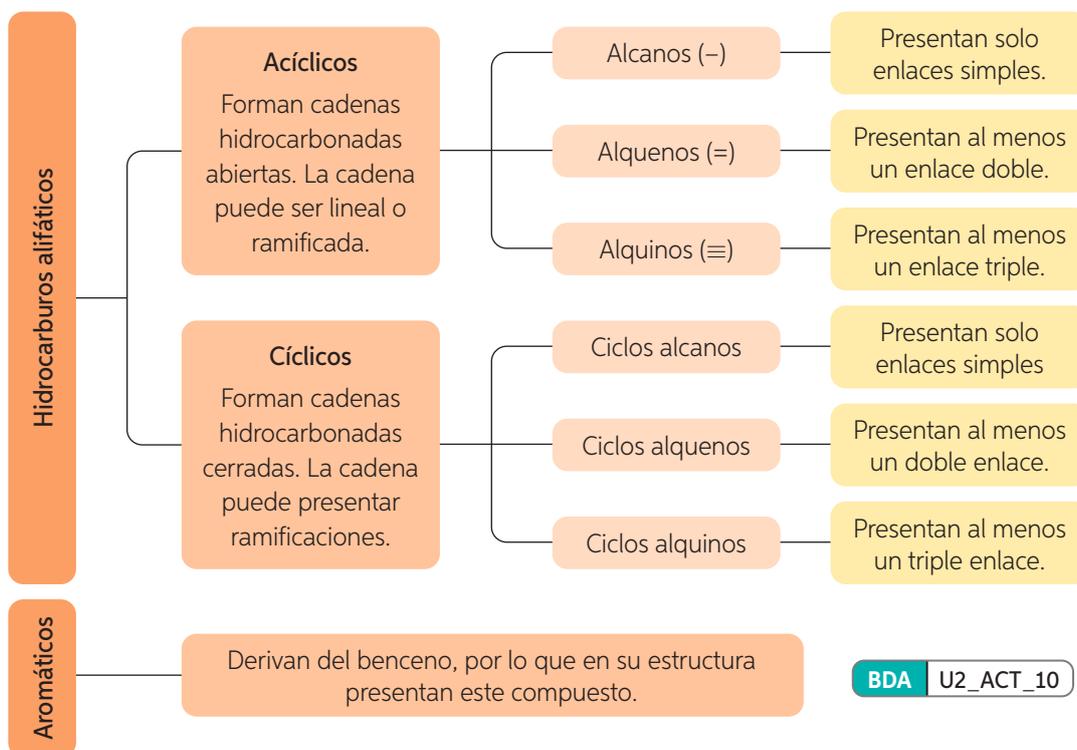
Fuente: IDEAL (26 de febrero de 2024). Inédito estudio detecta fuga natural de petróleo crudo en el estrecho de Magallanes. [centroideal.cl](http://centroideal.cl)

## Clasificación de hidrocarburos

Los hidrocarburos han sido clasificados de acuerdo con el tipo de cadena que presentan y los enlaces que existen entre los átomos de carbono. De esta manera, existen los hidrocarburos alifáticos (acíclicos y cíclicos) y aromáticos.

### NC Naturaleza de la ciencia

¿Crees que este tipo de clasificación sufra modificaciones con la reinterpretación o con nuevas evidencias científicas? ¿De quiénes depende que sean aceptadas las nuevas evidencias o interpretaciones? ¿Qué ejemplos conoces que sirvan para evidenciar la característica del conocimiento científico de ser tentativo?



BDA U2\_ACT\_10

### CE Ciencia en nuestro entorno

Durante el 2022 el equipo investigador del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile analizó el agua embotellada a la venta en la Región Metropolitana. Tras el análisis estimaron una concentración de microplásticos en diferentes tamaños: sobre 50 micrones, 20-50 micrones y 5-20 micrones, siendo estas últimas las que representaron más del 50 % de las partículas encontradas por botella. Entre las posibles fuentes de contaminación, indicaron que se encuentra la durabilidad y resistencia de los materiales que son utilizados para fabricar las botellas y tapas, como el tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (PEAD) y el polipropileno (PP). Estos últimos, producidos a partir de los hidrocarburos eteno (etileno) y propeno (propileno), respectivamente.

Fuente: Prensa Uchile. (11 de enero de 2024). Estudio identificó cantidad de microplásticos presente en distintas marcas de agua embotellada a la venta en Chile.uchile.cl



## Nomenclatura de hidrocarburos

BDA U2\_ACT\_11

En los comienzos de la química orgánica a cada compuesto estudiado se le asignaba un nombre basado, por lo general, en su origen o su aplicación. Por ejemplo, limoneno (*de los limones*),  $\alpha$ -pineno (*de los pinos*) y penicilina (*del moho penicillium notatum*). No obstante, desde hace algunos años se consideró la necesidad de establecer un método sistemático para nombrar los compuestos y no recurrir a nombres comunes o triviales.

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) ha propuesto un sistema de reglas para asignar nombres y fórmulas a cada compuesto químico. Este sistema se conoce como nomenclatura. La IUPAC establece algunas reglas generales y otras específicas para nombrar cada tipo de compuesto. Entre las normas generales se encuentran las siguientes:

1. Identificar la **cadena principal**, que corresponde a la secuencia que contenga el mayor número de átomos de carbono.
2. Los grupos de átomos unidos a la cadena principal se denominan **sustituyentes**, los cuales deben quedar en la menor numeración posible.
3. El nombre de los hidrocarburos depende del número de átomos de carbono presentes en la cadena principal, asignándole, según corresponda **prefijos** griegos de numeración y **sufijos** dependiendo del tipo de compuesto.

### Integrando conocimientos

Uno de los objetivos de la asignatura de **Inglés** es presentar información en forma oral acerca de temas variados, por ejemplo, sobre otras asignaturas, culturas, problemas globales, experiencias personales, etc. Considerando esto,

*¿Qué recursos utilizarías para presentar de forma creativa las reglas de la nomenclatura IUPAC? ¿Cuáles son las consideraciones que deberías tener durante su preparación? ¿En qué otras ocasiones del quehacer científico se requieren los aprendizajes de esta asignatura?*

Número de carbono	Prefijo	Número de carbono	Prefijo
1	met-	6	hex-
2	et-	7	hept-
3	prop-	8	oct-
4	but-	9	non-
5	pent-	10	dec-

### CE Ciencia en nuestro entorno

#### Derrame de hidrocarburos en playa Ventanas

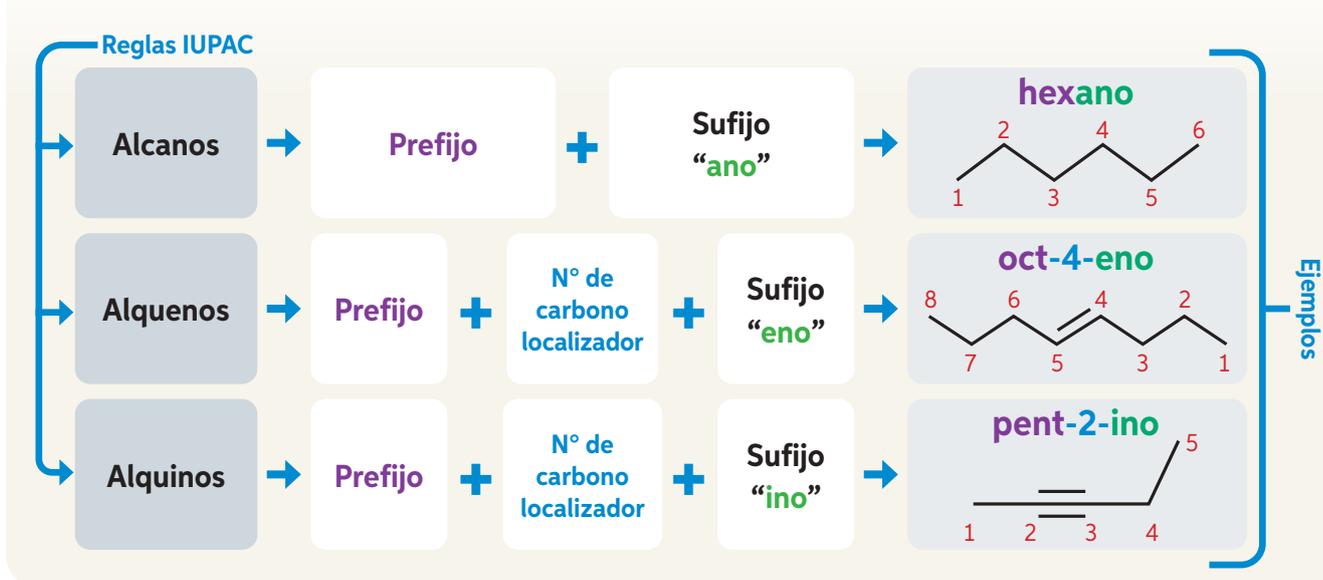
En diciembre del 2021 ocurrió un episodio de contaminación en la Bahía de Quintero, comuna de Puchuncaví causado por la falta de mantenimiento de tuberías que no se utilizaban, provocando el vertimiento del combustible en la playa Ventanas. Tras el derrame, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) presentó cargos a la empresa responsable y constató que la tubería se

encontraba oxidada y cubierta con tela en una de las zonas de filtración.

*¿Por qué este tipo de problemáticas del territorio impactan en el ambiente? ¿Quiénes son los principales responsables del mantenimiento de las instalaciones industriales? ¿Qué otras acciones, además de fiscalizar, crees que son necesarias que tomen las entidades del SMA?*

## Hidrocarburos alifáticos acíclicos lineales

Las reglas generales establecidas por la IUPAC aplican para alcanos, alquenos y alquinos. Sin embargo, para nombrar **alquenos** y **alquinos** además se deben considerar normas específicas relacionadas con la ubicación del doble o triple enlace. De esta manera, la IUPAC establece que se deben numerar los carbonos de tal manera de asignar el menor valor al doble o triple enlace.



### CE Ciencia en nuestro entorno

El gas licuado, compuesto principalmente por propano y butano, es una fuente de energía ampliamente utilizada en el ámbito doméstico, comercial e industrial. Su versatilidad y eficiencia lo convierten en una opción popular para la calefacción, cocina, generación de electricidad y otros usos. Sin embargo, el uso extensivo de gas licuado también conlleva impactos ambientales significativos que deben ser considerados.

El principal impacto ambiental del gas licuado se relaciona con su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Durante su producción, transporte y combustión, el gas licuado libera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros contaminantes atmosféricos que contribuyen a la crisis climática y la contaminación del aire. Además, las fugas durante el almacenamiento y distribución también pueden tener efectos negativos en la calidad del aire y el medio ambiente local.

Otro aspecto importante a considerar es el agotamiento de recursos naturales asociado con la extracción y procesamiento de gas licuado. Aunque es un subproducto del petróleo y gas natural, su producción implica la utilización de recursos no renovables y puede generar impactos negativos en los ecosistemas naturales y las comunidades locales donde se lleva a cabo la extracción.

*¿Cuáles son los componentes principales del gas licuado? ¿Qué impacto ambiental se menciona como el más significativo relacionado con el gas licuado? ¿Cómo contribuye el gas licuado al cambio climático y la contaminación del aire? ¿Qué efectos negativos se mencionan en relación con la extracción y procesamiento del gas licuado? ¿Qué medidas propones para mitigar el impacto ambiental del gas licuado y promover la transición hacia fuentes de energía más sostenibles?*

## Hidrocarburos alifáticos acíclicos ramificados

En ciencia, se denominan ramificaciones a las cadenas laterales de un hidrocarburo lineal, las cuales sustituyen a uno o más átomos de hidrógeno en un átomo de carbono. Estas reciben el nombre de **sustituyente**.

Para nombrar sustituyentes se utiliza la terminación “-il”. Además, de acuerdo con las reglas IUPAC, se nombran en orden alfabético y, en el caso de existir más de un mismo sustituyente, se insertan prefijos multiplicadores sin cambiar el orden establecido anteriormente y se añade el número de carbono localizador.

Número de sustituyentes	Prefijo multiplicador	Número de sustituyentes	Prefijo multiplicador
2	di-	5	penta-
3	tri-	6	hexa-
4	tetra-	7	hepta-

### Reglas IUPAC

Nº de carbono localizador

+

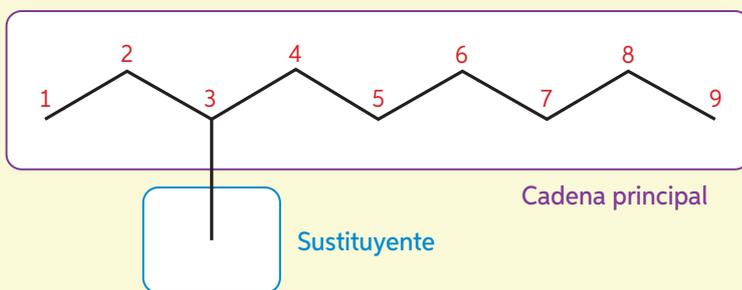
Nombre del o los sustituyentes

+

Nombre de la cadena principal

### Ejemplos

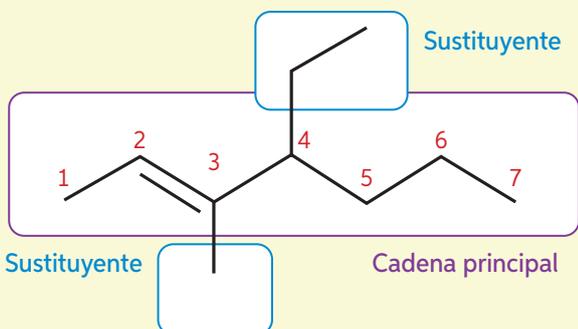
- Alcano ramificado



### 3-metilnonano

La cadena principal está formada por 9 carbonos (prefijo non-) y es un alcano (sufijo -ano). Se numera de izquierda a derecha para asignar el menor valor al sustituyente (metil) localizado en el carbono 3.

- Alqueno ramificado



### 4-etil-3-metilhept-2-eno

La cadena principal está formada por 7 carbonos (prefijo hept-) y es un alqueno (sufijo -eno). Se numera de izquierda a derecha para asignar el menor valor al doble enlace (carbono 2) y los sustituyentes (metil y etil) quedan localizados en el carbono 3 y 4, respectivamente. Luego, se nombran en orden alfabético.

## Hidrocarburos alifáticos cíclicos

A diferencia de los hidrocarburos alifáticos acíclicos, este tipo de hidrocarburos presentan una o más cadenas cerradas. Se nombran igual que los hidrocarburos alifáticos acíclicos, pero se antepone el prefijo “ciclo” al nombre de la cadena.

Nombre del o los sustituyentes

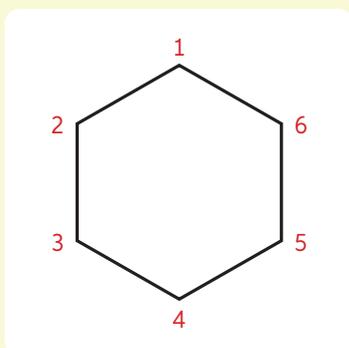


Prefijo “ciclo”



Nombre de la cadena principal

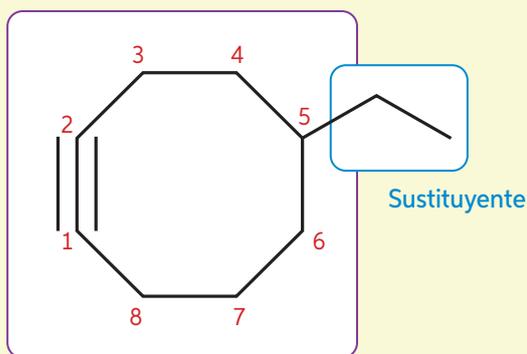
- Alcano cíclico



### ciclohexano

La cadena principal está formada por 6 carbonos (prefijo hex-) y es un alcano (sufijo -ano). Se antepone el prefijo “ciclo” al ser una cadena cerrada.

- Alquino cíclico ramificado



Cadena principal

### 5-etilciclooct-1-ino

La cadena principal está formada por 8 carbonos (prefijo oct-) y es un alquino (sufijo -ino). Se antepone el prefijo “ciclo” al ser una cadena cerrada. La cadena principal se numera asignado el menor valor al triple enlace, quedando el sustituyente (etil) localizado en el carbono número 5

#### Cultivando actitudes

Las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) permiten resolver las necesidades de información, comunicación, expresión y creación dentro del entorno educativo y social inmediato. En la actualidad, su acceso está al alcance de cualquier persona y, por esta razón, es importante tomar conciencia sobre su uso responsable en los ámbitos social y educativo.

Respecto a esto, ingresa el código [T2709057A](#) en la página web [www.auladigital.cl](http://www.auladigital.cl) para utilizar de forma responsable una aplicación que te permitirá buscar fórmulas de compuestos orgánicos y nombrarlos siguiendo las reglas de la nomenclatura IUPAC.

## Hidrocarburos aromáticos

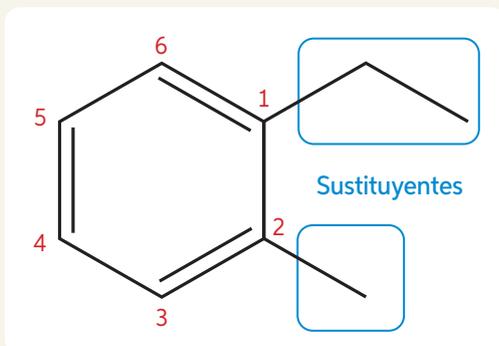
La comunidad científica ha descrito los hidrocarburos aromáticos como aquellos compuestos orgánicos que presentan en su cadena principal o sustituyente, un ciclo poliinsaturado llamado **benceno**.

BDA U2\_ACT\_14 y 15

Nombre del o los sustituyentes



Sufijo "benceno"



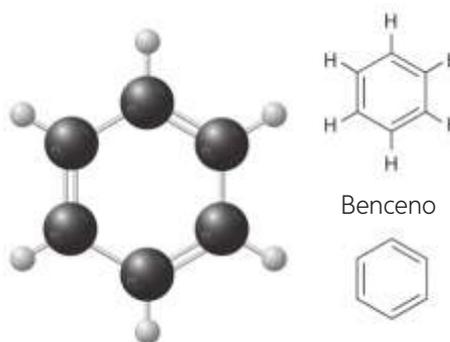
### 1-etil-2-metilbenceno

El hidrocarburo aromático presenta dos sustituyentes (etil y metil). Los carbonos se numeran otorgándoles el menor valor posible. Luego, se nombran en orden alfabético y añade la terminación "benceno".

### AC Alfabetización científica

La estructura del benceno fue propuesta en 1865 por el científico Friedrich August Kekulé (1829-1896). Dicha estructura consiste en un anillo de seis átomos de carbono, unidos cada uno a un átomo de hidrógeno, con tres enlaces dobles alternados.

*¿Por qué crees que es importante conocer la estructura de los compuestos orgánicos?*



BDA U2\_ACT\_13

## Centro de Tecnologías Ambientales



**E**l Centro de Tecnologías Ambientales (CETAM) de la Universidad Técnica Federico Santa María, busca desarrollar y potenciar la capacidad de investigación en las áreas de medio ambiente y tecnologías ambientales. Una de sus áreas de investigación, Química Ambiental, tiene como objetivo generar conocimiento que contribuya a la resolución de problemas asociados a la contaminación ambiental. Como subárea se encuentra la Química Atmosférica, área en donde se estudian los fenómenos de contaminación presentes en la atmósfera, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos. Este tipo de hidrocarburos se forma principalmente durante la combustión incompleta de materia orgánica, como el petróleo, gasolina, tabaco, carbón, entre otras.

*¿De qué manera se relaciona el origen de los hidrocarburos con la contaminación atmosférica?*

# LEY MARCO 20.920

EDUCACIÓN  
**AMBIENTAL**

## PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Tras la publicación de la Ley N° 20.920, Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Ley REP) en el año 2016, se inició un proceso que promete llevar al país a un nuevo nivel de sofisticación institucional en materias de economía circular, especialmente en lo que respecta al reciclaje. Esta Ley, en lo medular, establece que los productores de productos prioritarios están obligados a organizar y financiar la gestión de los residuos que esos productos generarán al final de su vida útil, de acuerdo con las metas que se establezcan en los respectivos decretos de metas de recolección y valorización.



11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES



¿Cómo se relaciona la Ley REP con el desarrollo de hábitos que fomenten la protección del medioambiente? ¿Cómo con el bienestar de todos los seres vivos? ¿Qué aspectos de esta ley utilizarías para diseñar una campaña de concientización frente a la urgencia climática? ¿Por qué es posible afirmar que se están promoviendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible 11 y 12?

### ¿Cuáles son los productos prioritarios?



Neumáticos



Pilas y aparatos eléctricos y electrónicos



Envases y embalajes



Baterías



Aceites y lubricantes

### ¿Cuáles son las metas?

BDA U2\_ACT\_18

- Generar 180 mil empleos verdes.
- Reducir la generación de residuos sólidos en 25%.
- Reducir la generación de residuos por unidad de producto interno bruto en 30%.
- Aumentar la productividad material del país en un 60%.
- Alcanzar una tasa general de reciclaje de 75 %.
- Alcanzar una tasa de reciclaje de residuos sólidos municipales de 65%.
- Recuperar el 90% de los sitios afectados por la disposición ilegal de residuos.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (s.f.). Ley marco 20.920 para la gestión de residuos. [economicircular.mma.gob.cl](http://economicircular.mma.gob.cl)

### Reflexiono sobre mi aprendizaje

BDA U2\_ACT\_19 y 20

A partir de lo aprendido en esta lección, responde:

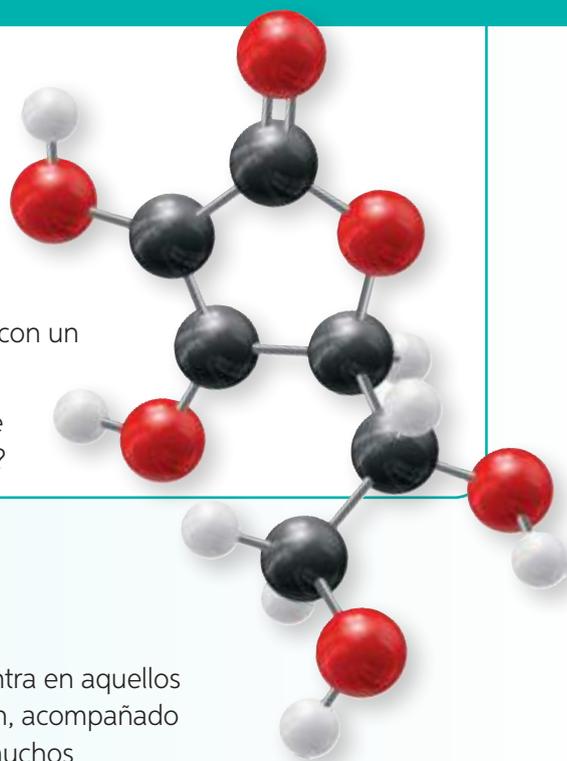
- ¿Qué respuestas entregadas al inicio modificarías? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son los conceptos que aún te resultan difíciles de comprender? ¿Qué tipo de recursos necesitarías para gestionar el aprendizaje de ellos?
- ¿Cómo construirías un modelo que represente las características del átomo de carbono que le permiten formar una amplia variedad de compuestos orgánicos? ¿Qué materiales elegirías para construir este modelo?

## LECCIÓN 2 ¿Qué compuestos orgánicos están presentes en nuestro entorno?

### ➔ Exploro mis ideas

Observa el modelo molecular de la vitamina C, un compuesto que en el cuerpo humano actúa como antioxidante. Luego, responde:

- ¿Qué tipo de átomos están presentes en la vitamina C?
- ¿Cuál es la semejanza y diferencia que tiene con un hidrocarburo?
- ¿Qué átomo o grupo de átomos crees que le permite realizar sus funciones características?



### ¿A qué denomina grupo funcional la comunidad científica?

En la lección anterior comprendimos que la química orgánica se centra en aquellos compuestos químicos que presentan carbono (C) en su composición, acompañado principalmente por otro elemento: el hidrógeno. Sin embargo, en muchos compuestos orgánicos de vital importancia para los seres vivos y la industria, encontramos oxígeno (O), nitrógeno (N), cloro (Cl), entre otros.

Cuando se sustituye un átomo o un conjunto de átomos en una cadena hidrocarbonada, estos modifican sus propiedades, lo que da origen a una determinada familia de compuestos orgánicos. Dicho átomo o conjunto de átomos es denominado grupo funcional.

El grupo funcional, le confiere a la molécula orgánica sus propiedades físicas y químicas características, dependiendo del tipo de átomo que lo conforma y de los diferentes enlaces que se generen. Además, cada grupo funcional presenta una determinada fórmula y, según su composición son clasificados, por ejemplo, en oxigenados, nitrogenados y halogenados.

#### NC Naturaleza de la ciencia

El conocimiento científico es provisorio, es decir, cambia a medida que se obtienen nuevas evidencias o existen reinterpretaciones de la existente.

*¿Crees que la clasificación de compuestos orgánicos sea diferente en el futuro? ¿Qué evidencias o reinterpretaciones permitirían ese un cambio en su clasificación? ¿De qué manera esas evidencias se relacionan con los avances tecnológicos?*

#### Oxigenados

Aquellos compuestos orgánicos que contienen un grupo funcional que presenta átomos de oxígeno (O).

#### Nitrogenados

Son compuestos orgánicos que presentan un grupo funcional que contiene átomos de nitrógeno (N).

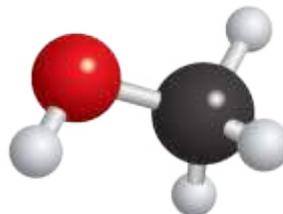
#### Halogenados

Corresponden a los compuestos orgánicos que presentan, en su grupo funcional principal, átomos de la familia de los halógenos, por ejemplo, cloro (Cl), bromo (Br) o yodo (I).

Algunas propiedades que un determinado grupo funcional puede modificar en un compuesto orgánico (en relación con el hidrocarburo de similar estructura), son las propiedades físicas de punto de fusión, punto de ebullición, solubilidad y las propiedades químicas de pH y reactividad. Por ejemplo, el metano y metanol son compuestos que poseen una estructura similar, pero propiedades diferentes.

Metano (CH<sub>4</sub>)**Propiedades**

- Punto de fusión: -182 °C
- Punto de ebullición: -162 °C
- Solubilidad en agua: 22,7 mg/L

Metanol (CH<sub>4</sub>O)**Propiedades**

- Punto de fusión: -97 °C
- Punto de ebullición: 65 °C
- Solubilidad en agua: totalmente soluble a 25 °C



◀ Gas metano emitido por desechos de vaca.

**CE** Ciencia en nuestro entorno

El metano (CH<sub>4</sub>) es un potente gas de efecto invernadero, con un potencial de calentamiento mundial más de 80 veces mayor que el del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante los 20 años posteriores a su liberación a la atmósfera. Este gas es responsable de más del 25 % del calentamiento

global que estamos experimentando actualmente. Considerando esto, la meta del Objetivo de Desarrollo Sostenible 13 (ODS 13) de limitar el calentamiento global a 1,5 °C no puede alcanzarse si no se reducen las emisiones de metano entre un 40 % y un 45 % de aquí a 2030.

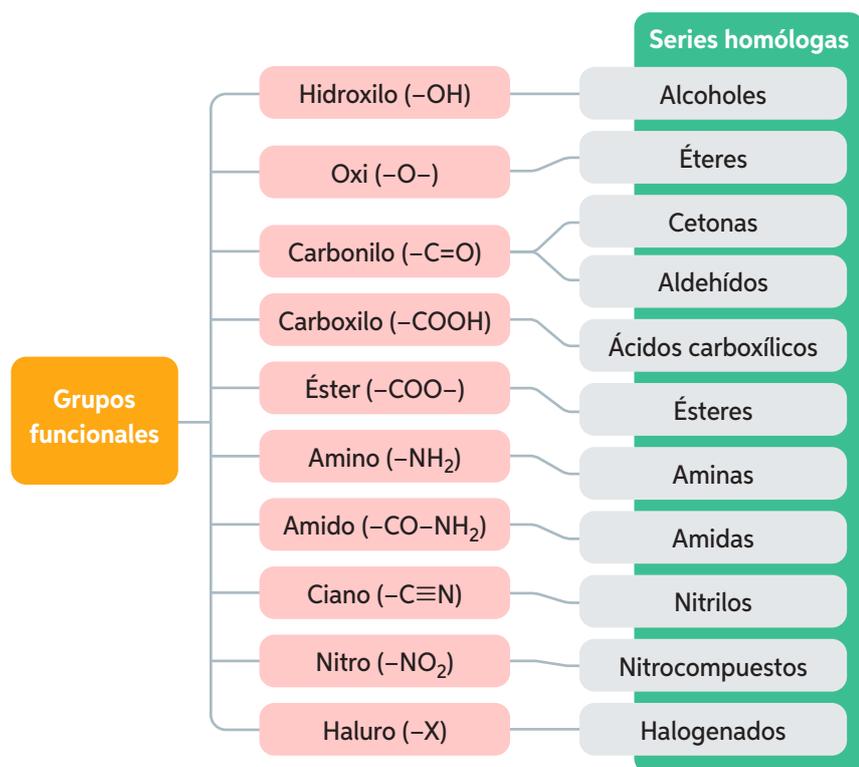
Fuente: ONU (s.f.). Datos sobre el metano. <https://www.unep.org/es/>

## Grupos funcionales y series homólogas

BDA U2\_VID\_6

Un grupo funcional permite clasificar los compuestos orgánicos en una misma familia. Todos ellos presentan cierta semejanza en sus propiedades y reactividad química. Una serie homóloga, por su parte, define el conjunto de compuestos orgánicos con propiedades semejantes. Esto significa que tienen el mismo grupo funcional en su estructura y difieren solo en la longitud de la cadena hidrocarbonada.

A continuación, se muestran los grupos funcionales más importantes y las series homólogas en las que están presentes.



### Habilidades del siglo XXI

La colaboración permite resolver problemas o tareas por medio del trabajo de un equipo que comparte un mismo objetivo.

*¿Por qué esta habilidad del siglo XXI es un aspecto crucial para explicar los fenómenos del mundo natural? ¿Quiénes crees que estudian los diferentes grupos funcionales? ¿Cuál podría ser un objetivo que compartan?*

## Biotechnología en la obtención de vinos con menos etanol



▲ Dra. Alejandra Urtubia

La Dra. Alejandra Urtubia, académica del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Técnica Federico Santa María (USM), logró desarrollar vinos con menor concentración de etanol, un compuesto orgánico que presenta en su estructura al grupo funcional hidroxilo.

Estos vinos presentan, además, mejoras en sus características y cualidades sensoriales, como aroma y sabor, gracias a la incorporación de levaduras no-*Saccharomyces* constituyentes del 99 % de la flora nativa de la uva.

Fuentes: USM. (14 de abril de 2023). Innovación desarrolla vino reducido en alcohol con nuevos atributos sensoriales. <https://usm.cl/>

## Compuestos orgánicos oxigenados

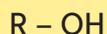
BDA U2\_ACT\_2 y 3

Algunos de los compuestos orgánicos oxigenados, es decir, aquellos que contienen átomos de oxígeno (O), son los que pertenecen a las series homólogas de alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y ésteres.

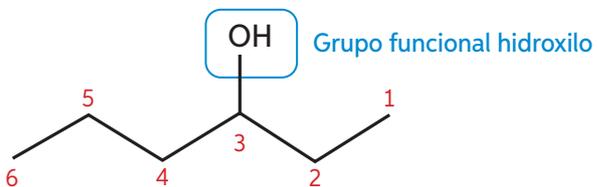
BDA U2\_VID\_7

### Alcoholes

Los alcoholes se forman al reemplazar uno de los hidrógenos del agua (H<sub>2</sub>O) por una cadena hidrocarbonada, lo que da origen al grupo funcional hidroxilo (-OH). La fórmula general de los alcoholes es la siguiente:



Donde R corresponde a la cadena hidrocarbonada y -OH al grupo funcional hidroxilo.

Propiedades	El grupo funcional hidroxilo se polariza debido al átomo de oxígeno (O), lo que permite que sus moléculas se mantengan unidas mediante puentes de hidrógeno. Los alcoholes presentan elevados puntos de ebullición y fusión en comparación con los hidrocarburos de similar masa molar. Además, son solubles en agua.
Obtención	Muchos de los alcoholes se obtienen por fermentación de frutas o cereales. Sin embargo, solamente el etanol se produce comercialmente de este modo. El resto se obtiene de derivados del petróleo y del gas natural.
Usos	Son utilizados como solventes en anticongelantes, en antisépticos y en productos de limpieza.
Nomenclatura IUPAC	prefijo + n° de carbono localizador + sufijo "ol"
Ejemplo	hexan-3-ol 

#### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

BDA U2\_ACT\_16

El alcotest es un instrumento que permite medir la concentración de alcohol en el pulmón de conductores por medio del aire que se exhala. De acuerdo con las leyes chilenas, si dicha concentración es superior a 0,8 g por litro de sangre, se considera que el conductor se encuentra en estado de ebriedad.

*¿Por qué es importante establecer este tipo de leyes? Sin la tecnología del alcotest, ¿cómo crees que se podría medir la concentración de alcohol en la sangre? ¿Qué usos crees que podría tener un alcotest a niveles industrial y ambiental?*



# Gastronomía del pueblo

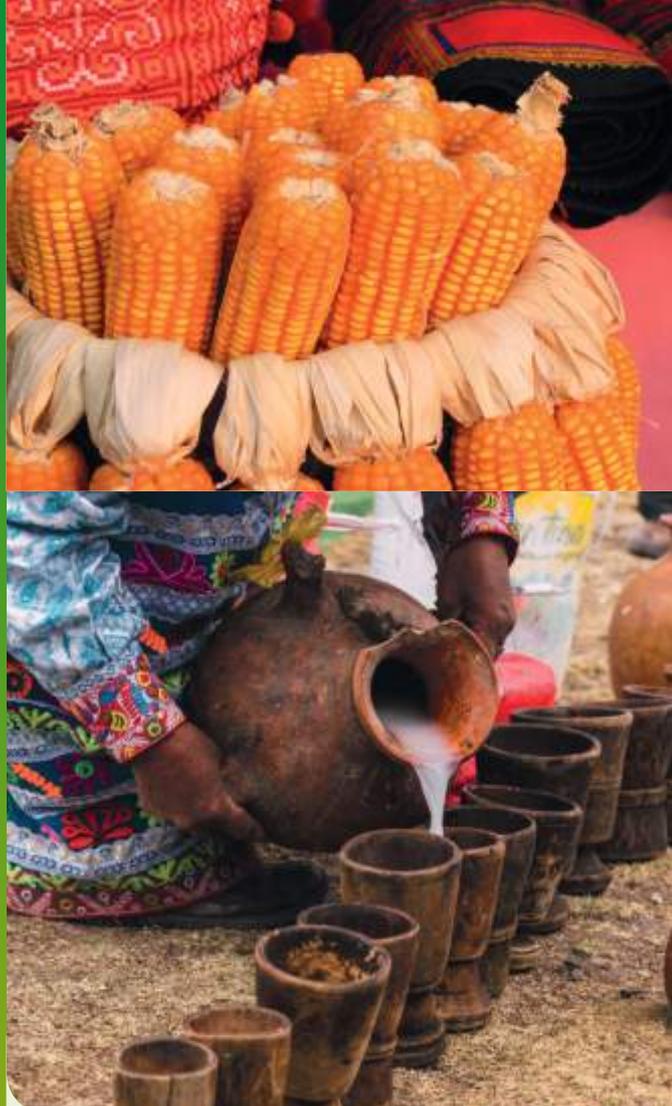
## QUECHUA: la chicha de jora

Según la cosmovisión de los pueblos andinos, como el Quechua, la realidad está integrada por tres comunidades interrelacionadas: la comunidad de la naturaleza (*sallqa*), la comunidad humana (*runas*) y la comunidad de los padres (*wacas* o *deidades*). Estas tres constituyen el todo y se encuentran en continuo diálogo y reciprocidad. De esta manera, la comunidad humana lleva a cabo en determinadas épocas del año diferentes ritos de invocación o petición a sus *wacas* para recibir su ayuda. De igual manera, la comunidad humana ofrece su ayuda cuando *wacas* o *sallqa* la necesitan, por ejemplo, en las épocas del año en que la Tierra se aleja del Sol y las condiciones para la vida decaen.

Entre el 21 de junio y 31 de julio, la comunidad humana ofrece ritos al Tayta Inti (padre Sol) brindando con chicha de *jora*, bebida sagrada que contribuye al fortalecimiento del Tayta Inti. Sin embargo, la ceremonia real (*Kay Pacha*) se realiza el 21 de junio, que es cuando aparece la constelación de Las Pleyades. Esta constelación, para la cosmovisión andina, es el mensajero cósmico encargado de brindarle su vaso de chicha al Sol. De esta manera, se da una sincronía: como es arriba, es abajo.

Fuente: Ser Indígena (s.f.). La Chicha de Jora y la Cosmovisión.  
<http://www.serindigena.org/>

- *¿Qué tipo de relación se establece entre el ser humano, la naturaleza y el cosmos para el pueblo Quechua? ¿Crees que todas las personas debemos estar interrelacionadas con los padres y la naturaleza?*
- *¿En qué aspectos estos saberes ancestrales se relacionan con el conocimiento científico? ¿De qué manera se relacionan con la característica de las ciencias de ser colaborativa?*
- *¿Por qué el tiempo de reposo de la chicha de jora influye en el grado alcohólico? ¿Qué conceptos científicos y saberes del pueblo Quechua necesitas conocer para responder?*



### ¿Cómo se prepara la chicha de jora?

- Remojar por un día 1 kg de maíz de preferencia amarillo.
- Dejar germinar en paja húmeda o tela mojada. Luego, secar y moler hasta obtener la textura de harina.
- Añadir la jora (maíz germinado) a una olla grande con 8 L de agua y hervir durante 2 a 4 horas. Agregar chancaca de caña para endulzar de ser necesario.
- Colar con la ayuda de un cedazo y añadir a una vasija de barro.
- Dejar reposar entre 3 a 7 días. Dependiendo de los días de reposo, que es cuando ocurre la fermentación alcohólica, será el grado de alcohol.

## Éteres

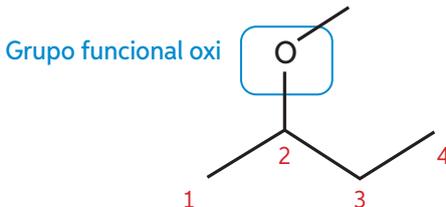
BDA U2\_ACT\_5

Los éteres se forman cuando los dos hidrógenos del agua ( $H_2O$ ) se reemplazan por cadenas hidrocarbonadas que forman el grupo funcional oxígeno ( $-O-$ ). La fórmula general de los éteres es la siguiente:

BDA U2\_VID\_8



Donde  $R'$  y  $R''$  corresponden a las cadenas hidrocarbonadas y  $-O-$  al grupo funcional oxígeno.

Propiedades	Los éteres son compuestos polares, incoloros, muy volátiles e inflamables. Presentan bajos puntos de ebullición en comparación con los alcoholes con igual número de átomos de carbono. Debido a la ausencia del enlace oxígeno-hidrógeno, los éteres no pueden formar puentes de hidrógeno entre ellos, pero sí con otras moléculas, como los alcoholes y el agua. Son solubles en agua.
Obtención	El método más frecuente para obtener un éter es la deshidratación de alcoholes.
Usos	Son utilizados como disolventes de sustancias orgánicas apolares, como grasas y aceites. Además, se utilizan en los adhesivos de contacto.
Nomenclatura IUPAC	<b>n° de carbono localizador</b> + <b>prefijo</b> + <b>sufijo "oxi"</b> + <b>nombre de la cadena principal</b>
Ejemplo	<b>2-metoxibutano</b> 

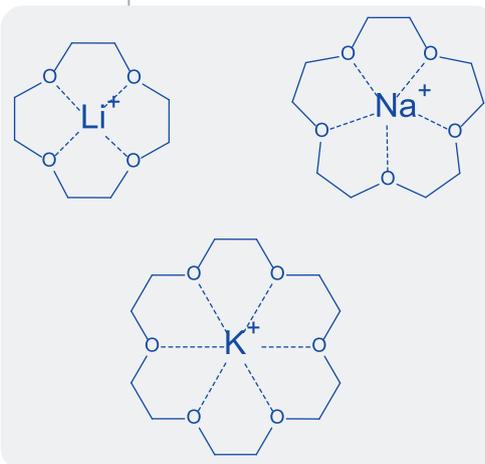
### AC Alfabetización científica

En 1967, el químico estadounidense Charles Pedersen, ideó un método para sintetizar éteres cíclicos, también conocidos como éteres de corona, llamados así por su similitud con la estructura de una corona.

Gracias a este descubrimiento, en 1987 fue galardonado con el Premio Nobel de Química junto a los químicos Donal J. Cram y Jean-Marie Lehn.

Los éteres de corona presentan propiedades únicas e inesperadas, y son capaces de coordinar los cationes de los elementos del grupo 1 de la tabla periódica, como el catión litio ( $Li^+$ ), el catión sodio ( $Na^+$ ) y el catión potasio ( $K^+$ ).

Estos compuestos también son utilizados para eliminar elementos radiactivos a partir de los desechos de esta naturaleza.



▲ Estructuras de éteres de corona de  $Li^+$ ,  $Na^+$  y  $K^+$ .

## Aldehídos

BDA U2\_ACT\_17

Los aldehídos poseen en su estructura al grupo funcional carbonilo ( $-C=O$ ). Este grupo funcional está ubicado en los extremos de la cadena hidrocarbonada. La fórmula general para presentar a los aldehídos:

BDA U2\_VID\_9

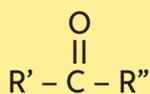


Donde  $R$  corresponde a la cadena hidrocarbonada y  $-CHO$  al grupo funcional carbonilo ( $-C=O$ ) unido a un átomo de hidrógeno ( $H$ ).

Propiedades	Tienen puntos de ebullición y fusión intermedios entre los alcoholes y los hidrocarburos. Aquellos con baja masa molecular son solubles en agua. Solo el metanal (formaldehído) es gaseoso a temperatura ambiente, mientras que los demás aldehídos son líquidos o sólidos.
Obtención	Un método para obtener aldehídos es mediante la oxidación de un alcohol, en el cual el grupo hidroxilo ( $-OH$ ) esté ubicado en el extremo de la cadena hidrocarbonada.
Usos	Son usados como disolventes y reactivos para la fabricación de plásticos. También, como saborizantes de alimentos.
Nomenclatura IUPAC	prefijo + sufijo "al"
Ejemplo	<p>octanal</p>

## Cetonas

Las cetonas poseen en su estructura un grupo funcional carbonilo ( $C=O$ ), que está ubicado en el interior de la cadena hidrocarbonada, es decir, entre dos átomos de carbono. Su fórmula general es la siguiente:

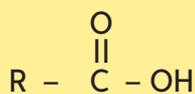


Donde  $R'$  y  $R''$  corresponden a las cadenas hidrocarbonadas y  $-C=O$  al grupo funcional carbonilo.

Propiedades	A temperatura ambiente son líquidos o sólidos. Poseen puntos de ebullición y fusión intermedios entre alcoholes e hidrocarburos. En agua son solubles los que tienen baja masa molecular.
Obtención	Un método para su obtención es mediante la oxidación de un alcohol secundario. Un alcohol secundario es aquel en el que el grupo hidroxilo ( $-OH$ ) está unido a un átomo de carbono que está enlazado a dos grupos alquilo.
Usos	Se utilizan como reactivos y disolventes en la obtención de plásticos y medicamentos. También son usados en la industria alimentaria como agentes saborizantes.
Nomenclatura IUPAC	prefijo + n° de carbono localizador + sufijo "ona"
Ejemplo	<p>heptan-2-ona</p>

## Ácidos carboxílicos

Los ácidos carboxílicos, también conocidos como ácidos orgánicos, poseen en su estructura el grupo funcional carboxilo ( $-\text{COOH}$ ). Su fórmula general es la siguiente:

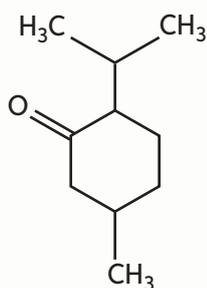


Donde  $R$  corresponde a la cadena hidrocarbonada,  $-\text{C}=\text{O}$  al grupo funcional carbonilo y  $-\text{OH}$  al grupo funcional hidroxilo.

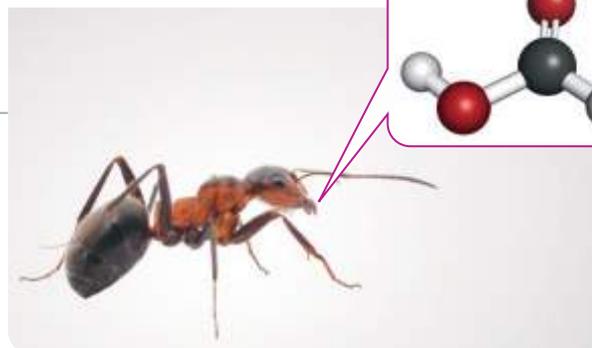
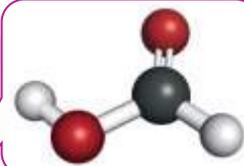
Propiedades	La estructura química del grupo carboxilo se relaciona con alcoholes y cetonas, por lo tanto sus propiedades físicas son bastante similares. Los ácidos carboxílicos son polares, por lo tanto, forman enlaces por puentes de hidrógeno con otros ácidos carboxílicos y con otras moléculas. Por lo anterior, presentan altos puntos de ebullición y fusión, incluso superiores a los de los alcoholes de igual masa molar. La solubilidad en agua disminuye a medida que aumenta la longitud de su cadena.
Obtención	Una opción para obtenerlos es a través de la oxidación de alcoholes que tengan el grupo funcional hidroxilo en el extremo de la cadena.
Usos	Son utilizados como aditivos y conservantes de alimentos. Además, son usados en la industria farmacéutica para la fabricación de medicamentos.
Nomenclatura IUPAC	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 10px;"> <span style="color: red; font-weight: bold;">ácido</span> <span style="font-size: 2em;">+</span> <span style="color: purple; font-weight: bold;">prefijo</span> <span style="font-size: 2em;">+</span> <span style="color: green; font-weight: bold;">sufijo "oico"</span> </div>
Ejemplo	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p style="color: red; font-weight: bold;">ácido</p> <p style="color: green; font-weight: bold;">petanoico</p> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="margin-left: 20px; border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p style="color: blue; font-weight: bold;">Grupo funcional carboxilo</p> </div> </div>

### CE Ciencia en nuestro entorno

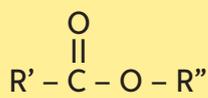
El olor a menta es agradable y a menudo evoca una sensación de tranquilidad. Lo que muchas personas no saben es que el grupo funcional responsable de este aroma característico es una cetona. El compuesto químico específico que contribuye a este olor se denomina 2-isopropil-5-metilciclohexanona.



Un ácido carboxílico poco conocido es el ácido metanoico. Sin embargo, está presente en la mordedura de las hormigas y en las picaduras de abejas. Estos insectos lo utilizan como mecanismo de defensa debido al picor y al carácter ácido de este compuesto orgánico.



Los ésteres son compuestos que presentan en su estructura el grupo funcional éster ( $-\text{COO}-$ ). La fórmula general de ésteres es la siguiente:



Donde  $\text{R}'$  y  $\text{R}''$  corresponden a las cadenas hidrocarbonadas y  $-\text{C}=\text{O}$  al grupo funcional carbonilo y  $-\text{O}-$  al grupo funcional oxígeno.

Propiedades	Por lo general, son insolubles en agua. Además, son muy volátiles, lo que permite percibir sus aromas fácilmente. Esto ocurre porque forman enlaces intermoleculares débiles. Sus temperaturas de fusión y ebullición son más bajas que las de los ácidos de semejante masa molecular.
Obtención	Se obtiene a partir de la reacción entre un ácido carboxílico y un alcohol. Esta reacción química recibe el nombre de esterificación y, a partir de ella, se genera un éster y agua.
Usos	Son utilizados en la fabricación de perfumes y esencias.
Nomenclatura IUPAC	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; color: purple;">nombre de la cadena principal</div> <div>+</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; color: green;">sufijo "ato"</div> <div>+</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; color: red;">de</div> <div>+</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; color: blue;">nombre del sustituyente</div> </div>
Ejemplo	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">butanoato de etilo</div> <div style="text-align: center;"> <p>Grupo funcional éster</p> </div> </div>

### CE Ciencia en nuestro entorno

#### Ríos de Chile: Amenazados por una marea de medicamentos

La presencia de medicamentos en los ríos de Chile está generando preocupación por sus impactos en la salud de los ecosistemas y de las personas. Un estudio de 2021 encontró que 258 ríos de 104 países, incluido Chile, están contaminados con principios activos de fármacos. Los medicamentos llegan al agua a través de diversas vías, como las aguas residuales de hogares y hospitales, la acuicultura y la agricultura. Una vez en el agua, estos compuestos químicos pueden afectar la supervivencia de microorganismos, la reproducción de invertebrados e incluso cambiar la estructura de sexos en algunas poblaciones. Los expertos advierten que la exposición ambiental a estos medicamentos puede tener

efectos negativos en la salud humana. Algunos de los riesgos potenciales incluyen el desarrollo de resistencia a los antibióticos, trastornos hormonales y alteraciones en el sistema reproductivo.

*¿Qué tipo de compuestos orgánicos de los que has estudiado crees que están presentes en los medicamentos? ¿Qué metodología utilizarías para verificar que lo que piensas es correcto? ¿Cómo podrían contribuir los aprendizajes de esta lección al desarrollo de hábitos de cuidado del entorno y sus recursos naturales? Si diseñaras una campaña de concientización para la eliminación adecuada de medicamentos, ¿a quién estaría dirigida? ¿Por qué?*

Fuente: Hormazábal, Natalia. (08 de junio de 2023). Contaminación por medicamentos: advierten sobre los graves efectos que estos compuestos químicos están provocando en los ecosistemas. <https://www.paiscircular.cl/>

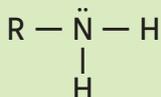
## Compuestos orgánicos nitrogenados

Como ya sabemos, los compuestos orgánicos nitrogenados son aquellos que contienen átomos de nitrógeno (N) unidos a otros átomos en una molécula orgánica. A este tipo de compuestos pertenecen las series homólogas: aminas, amidas y nitrilos. Estas son sustancias que forman parte de los seres vivos, por ejemplo, están presentes en la estructura de proteínas, alcaloides, vitaminas y hormonas.

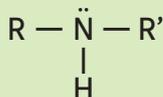
### Aminas

Las aminas han sido descritas en ciencia como compuestos derivados del amoníaco (NH<sub>3</sub>), de modo que uno, dos o los tres hidrógenos de este compuesto son reemplazados por sustituyentes alquilo o aromáticos. En su estructura está presente el grupo funcional amino y, dependiendo del número de hidrógenos que son sustituidos, son clasificadas en amina primaria (NH<sub>2</sub>), secundaria (NH) o terciaria (N). La fórmula general de las aminas es la siguiente:

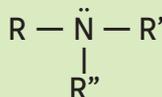
Amina primaria



Amina secundaria



Amina terciaria



Donde R, R' y R'' corresponden a las cadenas hidrocarbonadas y NH<sub>2</sub>, NH, y N al grupo funcional amino.

#### NC Naturaleza de la ciencia

La ciencia en todas las etapas de investigación incluye la creatividad y la imaginación. *¿Cómo esta característica de las ciencias se relaciona con la clasificación de las aminas en primarias, secundarias y terciarias? Si pudieras cambiar la clasificación, ¿qué nombre le pondrías a cada tipo de amina?*

Propiedades	Las aminas que poseen una baja masa molecular son solubles en agua y alcoholes.
Obtención	Pueden obtenerse por reducción de nitrilos y a partir del amoníaco (NH <sub>3</sub> ).
Usos	Se utilizan en la fabricación de colorantes y se encuentran en diversos fármacos como las anfetaminas y los alcaloides (cafeína, morfina, nicotina, cocaína).
Nomenclatura IUPAC	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 15px;">prefijo</div> <div>+</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 15px;">n° de carbono localizador</div> <div>+</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 15px;">sufijo "amina"</div> </div>
Ejemplo	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>octan-4-amina</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Grupo funcional amino</p> </div> </div>

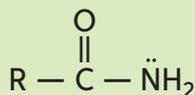
## Amidas

BDA U2\_ACT\_9 y 10

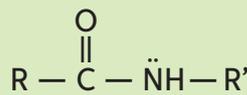
En su estructura, las amidas, presentan el grupo funcional amido ( $-\text{CO}-\text{NH}_2$ ). Al igual que las aminas, dependiendo de la cantidad de átomos de carbono enlazados al nitrógeno, son clasificadas como amida primaria ( $-\text{CO}-\text{NH}_2$ ), secundaria ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) o terciaria ( $-\text{CO}-\text{N}-$ ). La fórmula general de las amidas es la siguiente:

BDA U2\_VID\_11

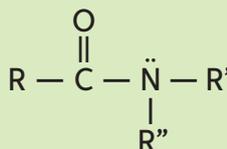
Amida primaria



Amida secundaria



Amida terciaria



Donde R, R' y R'' corresponden a las cadenas hidrocarbonadas y  $-\text{C}=\text{O}$  al grupo funcional carbonilo y  $\text{NH}_2$ ,  $\text{NH}$ ,  $\text{N}$  al grupo funcional amino.

### Propiedades

Poseen puntos de ebullición más altos que los ácidos carboxílicos, exceptuando la metanamida, que es la amida de menor longitud de cadena.

### Obtención

Se forman de la reacción de un ácido carboxílico con amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) o con una amina ( $-\text{NH}_2$ ). Por esta razón, se dice que son derivadas de los ácidos carboxílicos.

### Usos

Industrialmente, las amidas se usan como materia prima en la fabricación de colorantes y polímeros.

### Nomenclatura IUPAC

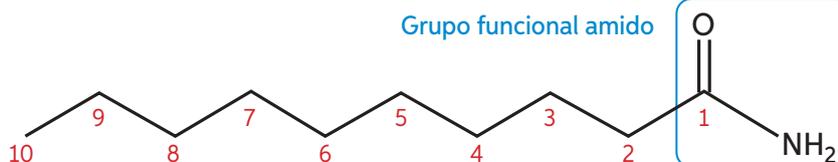
prefijo

+

sufijo "amida"

### Ejemplo

decanamida



### Cultivando actitudes

Los polímeros son macromoléculas, naturales o sintéticas, utilizadas principalmente como plásticos. La producción de algunos polímeros, como el Nylon 6 y Nylon 6,6, que presentan en su estructura varios grupos amida, ha ido creciendo sistemáticamente dada su alta demanda. El problema de esto es que su alta resistencia a la biodegradación genera graves problemas de contaminación medioambiental y pone en riesgo la salud de las personas.

¿Cuál es tu opinión acerca de la reducción del consumo de plásticos de un solo uso?

¿Crees que como estrategia contribuye a la sostenibilidad y a la conservación de los recursos naturales? ¿Qué

estrategias innovadoras implementarías a nivel local, nacional e internacional para abordar el problema de la acumulación de desechos plásticos en los océanos y en los vertederos? ¿Crees que es suficiente con reducir, reutilizar y reciclar para dar cumplimiento al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12? ¿De qué manera darías a conocer estas ideas, reflexiones y opiniones a la comunidad escolar?



12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

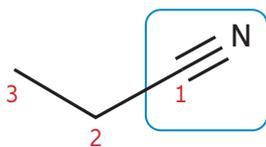


## Nitrilos

Los nitrilos son compuestos orgánicos que presentan el grupo funcional cianuro ( $-C\equiv N$ ). Se obtienen al sustituir el átomo de hidrógeno del ácido cianhídrico (HCN) por un radical alquilo. El sistema de nomenclatura IUPAC establece que para nombrarlos debe añadirse el sufijo *-nitrilo* al nombre de la cadena principal.

Ejemplo

propanonitrilo



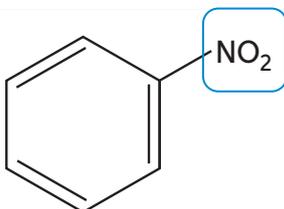
Grupo funcional cianuro

## Nitrocompuestos

Los nitrocompuestos presentan en su estructura el grupo funcional nitro ( $-NO_2$ ). Cuando este grupo funcional se une a la cadena de un hidrocarburo alifático; da origen a un nitrocompuesto alifático; cuando se une con un derivado del benceno, da lugar a un nitrocompuesto aromático. Para nombrarlos se utiliza el prefijo nitro-, seguido del nombre del hidrocarburo.

Ejemplo

nitrobenceno



Grupo funcional nitro

## Compuestos orgánicos halogenados

La comunidad científica los ha descrito como aquellos compuestos que contienen en su estructura el grupo funcional haluro (R-X). Estos grupos son importantes, ya que pueden influir significativamente en las propiedades físicas y químicas de las moléculas que los contienen. Se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones industriales, farmacéuticas y químicas. Se forman al sustituir uno o más hidrógenos de un alcano por un halógeno (flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br), yodo (I)).

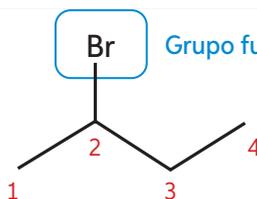
Para nombrarlos, según las reglas de la nomenclatura IUPAC, se hace referencia al halógeno como sustituyente, indicando su posición y luego el nombre que corresponda a la cadena principal.

### NC Naturaleza de la ciencia

La palabra “halógeno” proviene del griego y significa formador de sales. *¿Cómo se relaciona esta definición con el hecho de que el conocimiento científico se basa o deriva de observaciones del mundo natural? ¿Qué se habrá observado para nombrar estos compuestos como halógenos? ¿De qué forma se vincula esto con la característica de la ciencia que implica recurrir a la experiencia para explicar fenómenos observables?*

Ejemplo

2-bromobutano



Grupo funcional haluro

## Compuestos orgánicos de interés biológico

Las macromoléculas o biomoléculas orgánicas son compuestos de gran tamaño que realizan funciones de vital importancia en los seres vivos. En estas macromoléculas, el elemento principal es el átomo de carbono, el cual, acompañado de otros elementos, forma estructuras de diversa complejidad. Entre ellas encontramos las proteínas, los carbohidratos y lípidos.

### Carbohidratos

Los carbohidratos son macromoléculas compuestas principalmente por carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), con una proporción de hidrógeno y oxígeno similar a la del agua (2:1). Pueden ser simples, como la glucosa; o complejos, como el almidón y la celulosa.

#### Usos y aplicaciones

Los carbohidratos son la principal fuente de energía para el cuerpo humano y son especialmente importantes para el funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso. Además de su papel en la alimentación, los carbohidratos tienen aplicaciones en la industria alimentaria, donde se utilizan como edulcorantes, espesantes y estabilizantes en una variedad de productos. También se utilizan en la producción de biocombustibles, materiales biodegradables y productos químicos industriales.

#### Ejemplos

- **Glucosa:** monosacárido, o azúcar simple, que es la principal fuente de energía para muchas células del cuerpo humano.
- **Almidón:** polisacárido que se encuentra en alimentos como cereales, papas y legumbres, y que sirve como reserva de energía en las plantas.
- **Celulosa:** polisacárido con función estructural, que forma la pared celular de las plantas y es una fuente importante de fibra dietética en la dieta humana.



#### Cultivando actitudes

Desde 1992, cada 25 de julio se celebra el Día Internacional de la Mujer Afrodescendiente. En Chile, las mujeres del Pueblo Tribal Afrodescendiente, especialmente en la región de Arica y Parinacota, han logrado preservar, transmitir y enriquecer su herencia cultural, contribuyendo significativamente a la diversidad y riqueza de la identidad nacional.

*¿De qué manera este tipo de conmemoraciones dignifica el rol de las mujeres afrodescendientes? ¿Qué actividades realizarías para difundir y promover su cultura?*

#### CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

La química orgánica puede ser de utilidad para desarrollar nuevos alimentos con propiedades nutricionales mejoradas. Así, por ejemplo, el desarrollo de alimentos enriquecidos con vitaminas y minerales puede ayudar a combatir la desnutrición. Tal es el caso de la harina de trigo, que a menudo es fortificada con hierro, ácido fólico y otras vitaminas B; o la mayoría de los cereales para el desayuno, que están fortificados con

vitaminas y minerales esenciales como el hierro, ácido fólico, vitaminas B y D, y calcio. Sin embargo, es importante garantizar que estos alimentos sean seguros y aceptables para los consumidores.

*¿Cómo podrías desarrollar nuevos alimentos que sean nutritivos, sabrosos y con acceso para todos? ¿De qué manera ese desarrollo podría estar vinculado con la reducción del impacto ambiental de la producción de alimentos?*

## Lípidos

Los lípidos son una clase diversa de moléculas que incluyen grasas, aceites, fosfolípidos, esteroides y otros compuestos. Son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos, como el alcohol y el éter. Los lípidos pueden ser estructurales, energéticos o funcionales, y desempeñan roles importantes en el almacenamiento de energía, la estructura de las membranas celulares, la señalización celular y la regulación del metabolismo.



### Usos y aplicaciones

Los lípidos son una fuente concentrada de energía y se almacenan en el tejido adiposo del cuerpo humano para su uso posterior. También son componentes esenciales de la dieta y se encuentran en alimentos como aceites, mantequilla, aguacates y nueces. En la industria, los lípidos se utilizan en la producción de cosméticos, detergentes, lubricantes, biocombustibles y productos farmacéuticos, entre otros.

### Ejemplos

- **Triglicéridos:** son los lípidos más comunes en la dieta humana, presentes en alimentos como aceites vegetales, manteca, yemas de huevo y algunos productos lácteos. Son una forma de almacenamiento de energía en el cuerpo.
- **Colesterol:** lípido que se encuentra en las membranas celulares y que es precursor de las hormonas esteroides. Puede ser endógeno (producido por el cuerpo) o exógeno (ingerido a través de la dieta).
- **Fosfolípidos:** son componentes estructurales importantes de las membranas celulares. La fosfatidilcolina es un ejemplo común de fosfolípido que se encuentra en alimentos como la lecitina de soja.

## Laboratorio de microtomografía

El Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (BIOREN) de la Universidad de La Frontera (UFRO) cuenta con un laboratorio de microtomografía computarizada y una plataforma científico-tecnológica en aerobiología. Este laboratorio permite visualizar estructuras tridimensionales a nivel microscópico, lo que es fundamental para el estudio de biomoléculas, como proteínas, lípidos y carbohidratos. La identificación y caracterización de los grupos funcionales presentes en estas biomoléculas es crucial para comprender su función biológica y su potencial uso en aplicaciones biotecnológicas.

La plataforma de aerobiología, por otro lado, facilita la investigación de microorganismos y

sus interacciones con el medioambiente. Los grupos funcionales presentes en los biomateriales producidos por estos microorganismos pueden ser utilizados para diseñar nuevos materiales con propiedades específicas, como biodegradabilidad, biocompatibilidad o actividad antimicrobiana.

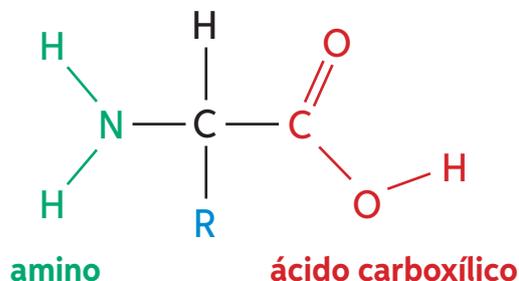
Fuentes: <https://bioren.ufro.cl/>



## Proteínas

Las proteínas son uno de los constituyentes principales de la vida. Están formadas por átomos de carbono, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno, los que en conjunto conforman la unidad básica de las proteínas, denominadas aminoácidos. En algunos casos, los aminoácidos contienen otros elementos, como el azufre y el fósforo.

Los aminoácidos corresponden a unidades formadas por un grupo amino ( $-\text{NH}_2$ ), un grupo carboxílico ( $-\text{COOH}$ ) y un radical R.



Los distintos aminoácidos que existen se forman al variar el radical presente en la estructura y pueden ser sintetizados por los animales a partir de glúcidos y los lípidos, en cantidades adecuadas para cubrir sus requerimientos. Sin embargo, un conjunto de aminoácidos, llamados aminoácidos esenciales, no pueden ser sintetizados por el organismo, por lo que deben ser suministrados a través de la dieta alimenticia.

Tienen una estructura tridimensional compleja y pueden desempeñar una variedad de funciones en los organismos, incluyendo estructurales, enzimáticas, de transporte y de señalización.

### CD Ciudadanía digital

Ingresa el código **T2709074A** en la página **www.auladigital.cl** para revisar un video explicativo de la estructura de las proteínas.

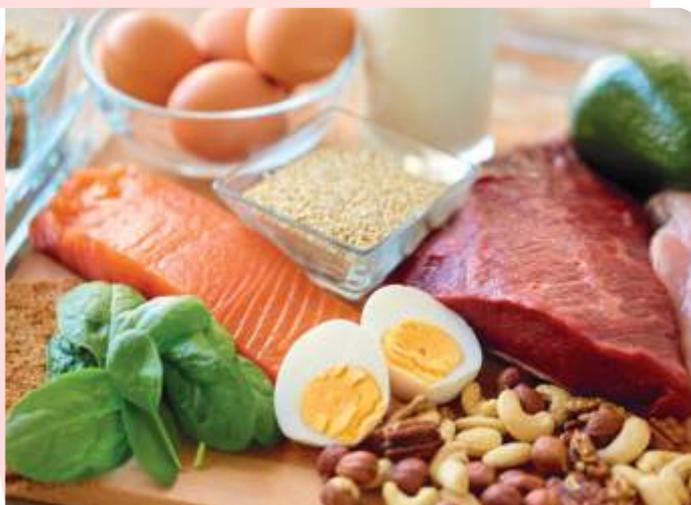
### Usos y aplicaciones

Las proteínas se encuentran en una amplia gama de alimentos, como carne, pescado, huevos, legumbres y lácteos, y son esenciales para una nutrición adecuada. También se utilizan en la industria alimentaria como ingredientes para mejorar la textura, la estabilidad y el valor nutricional

de los productos. Además, las proteínas tienen aplicaciones en la medicina, donde se las utilizan como medicamentos (como insulina y vacunas) y en investigación biomédica para estudiar la estructura y función de las células y los tejidos.

### Ejemplos

- **Hemoglobina:** proteína presente en los glóbulos rojos de la sangre que transporta oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos del cuerpo.
- **Caseína:** proteína presente en la leche, utilizada en la producción de diversos productos lácteos como el queso y el yogur.
- **Insulina:** hormona proteica producida por el páncreas que regula los niveles de glucosa en sangre al facilitar la absorción de glucosa por parte de las células.



## CT Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

El conocimiento científico sobre química orgánica permite, por ejemplo, el desarrollo de nuevos biomarcadores para un diagnóstico más preciso y un tratamiento más eficaz de las enfermedades. Tales son los casos del antígeno prostático específico (PSA), que permite detectar cáncer de próstata; y la troponina, proteína que se libera en la sangre cuando el corazón está dañado, como después de un ataque cardíaco. Sin embargo, la investigación y el desarrollo de estas tecnologías

pueden ser costosos y llevar mucho tiempo. Además, existen preocupaciones éticas sobre el uso de la información genética.

*¿Cómo piensas que se pueden desarrollar tecnologías de atención médica personalizada accesibles y asequibles para todos? ¿Cómo crees que se puede garantizar la privacidad y la seguridad de la información genética?*

BDA U2\_ACT\_15

## Diseño de heterociclos nitrogenados antitumorales



▲ Dr. Cristián Salas

Un equipo de investigadores chilenos, liderado por el doctor Cristián Salas, académico de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ha desarrollado nuevos compuestos con prometedoras propiedades antitumorales.

Estos compuestos, derivados heterocíclicos nitrogenados del tipo purínico, han demostrado ser efectivos en la inhibición de proteínas quinasas y receptores de membrana alterados que se encuentran asociados al desarrollo de cáncer. Por esa razón, han sido ampliamente estudiados como blancos farmacológicos para el desarrollo de nuevos agentes antitumorales, explica el Dr. Cristián Salas, líder del estudio.

El grupo de investigación ha estado enfocado en los últimos años en el diseño, síntesis y evaluación biológica de este tipo de heterociclos nitrogenados. Gracias a colaboraciones con investigadores nacionales e internacionales, han podido llevar a cabo diferentes proyectos desde su fase de síntesis orgánica, estudios biológicos in vitro e in vivo, hasta lo bioinformático.

Fuentes: <https://quimica.uc.cl/>

## Reflexiono sobre mi aprendizaje

BDA U2\_ACT\_19

Una vez finalizada la lección, vuelve a revisar las respuestas de la sección inicial *Exploro mis ideas*. Luego, responde:

- ¿Cuáles son los grupos funcionales que están presentes en la vitamina C? ¿En qué te basaste para identificarlos?
- ¿Cómo explicarías todos los conceptos estudiados en esta lección a otra persona? ¿Qué conceptos debes repasar antes de explicarlos? ¿Cuál es el formato que más te gustaría utilizar para exponerlos a tus pares?
- ¿Qué grupos funcionales están presentes en los compuestos orgánicos de nombre propanoato de metilo, etanamida, decan-4-ol, ácido butanoico y nonan-2-ona? ¿A qué serie homóloga pertenece cada uno de ellos?

## Química orgánica

### Compuestos orgánicos

¿Qué son?

Forma enlaces comúnmente con átomos de carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N) y oxígeno (O).

Son compuestos de origen natural o sintético que tienen como base principal al átomo de carbono.

¿Con qué átomos forma enlaces?

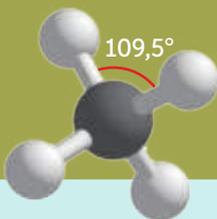
¿Por qué el carbono?

Por su tetravalencia que le permite formar hasta cuatro enlaces.

Los enlaces pueden ser simples (-), dobles (=) o triples ( $\equiv$ ) dependiendo de la hibridación que tenga el átomo de carbono al momento de formar el enlace.

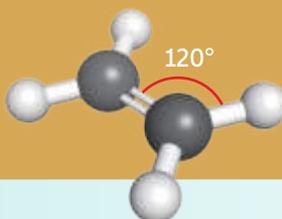
#### Hibridación $sp^3$

- Surge de la combinación de un orbital s con tres orbitales p.
- Da origen a cuatro enlaces enlaces sigma ( $\sigma$ ).



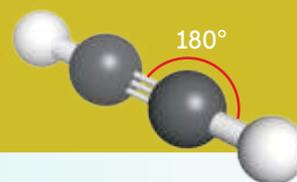
#### Hibridación $sp^2$

- Surge de la combinación de un orbital s con dos orbitales p.
- Da origen a tres enlaces sigma ( $\sigma$ ) y un enlace pi ( $\pi$ ).



#### Hibridación $sp$

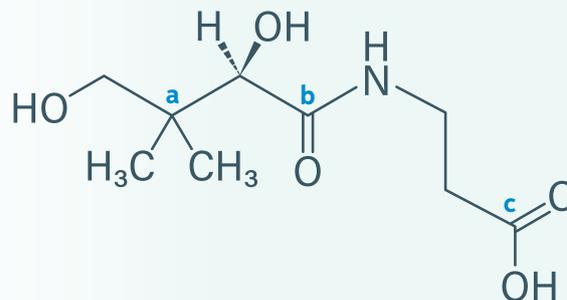
- Surge de la combinación de un orbital s con un orbital p.
- Da origen a dos enlaces sigma ( $\sigma$ ) y dos enlaces pi ( $\pi$ ).



## APLICO LO APRENDIDO

El ácido pantoténico, conocido como vitamina B5, se encuentra tanto en los vegetales como en el mundo animal. Su estructura expandida espacial es la siguiente:

- ¿Qué tipo de hibridación presentan los carbonos marcados con las letras a, b y c?
- ¿Cuál es la fórmula molecular de la vitamina B5?
- ¿Qué grupos funcionales están presentes en su estructura?





## A

**Ácido:** sustancia que libera iones hidrógeno ( $H^+$ ) cuando se disuelve en agua.

**Aminoácidos:** compuestos orgánicos que contienen por lo menos un grupo amino y por lo menos un grupo carboxilo.

**Anaeróbico:** proceso bioquímico que ocurre en ausencia de oxígeno.

**Analizar resultados:** relacionar el conocimiento científico con los datos y resultados de una investigación. Esto, con el propósito de plantear inferencias, validar o reformular una hipótesis y elaborar conclusiones.

## B

**Base:** sustancia que libera iones hidróxido ( $OH^-$ ) cuando se disuelve en agua.

**Benceno:** hidrocarburo aromático de fórmula molecular  $C_6H_6$ , líquido a temperatura ambiente, incoloro e inflamable. Se emplea como disolvente y materia prima en la síntesis orgánica.

**Biodegradable:** material que puede ser degradado por acción biológica.

**Biomolécula:** molécula constituyente de los seres vivos.

## C

**Calor:** transferencia de energía entre dos cuerpos que están a diferente temperatura.

**Cambio físico:** cambio que ocurre en la materia sin alterar su composición química.

**Cambio químico:** proceso en el cual una o más sustancias se convierten en otras. También se denominan reacciones químicas.

**Cantidad de sustancia:** número de entidades elementales que se encuentran en una porción de materia. Su unidad de medida es el mol.

**Catalizador negativo:** sustancia que disminuye la velocidad de una reacción química sin consumirse en ella.

**Catalizador positivo:** sustancia que aumenta la velocidad de una reacción química sin consumirse en ella.

**Combustión:** proceso en que sustancias combustibles reaccionan con oxígeno para formar dióxido de carbono y agua o monóxido de carbono y agua.

**Comunicar conclusiones:** transmitir los conocimientos adquiridos tras una actividad de investigación.

**Concentración:** cantidad de soluto presente en una determinada cantidad de disolvente o de disolución.

**Conductividad eléctrica:** capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica.

**Configuración electrónica:** disposición de los electrones en los orbitales moleculares de un átomo en estado fundamental.

**Corriente eléctrica:** desplazamientos de cargas eléctricas de una región a otra.

## D

**Dilución:** procedimiento para preparar una solución química menos concentrada a partir de otra más concentrada.

**Disolvente:** sustancia presente en mayor cantidad en una disolución.

## E

**Electrones de valencia:** electrones que se encuentran en la capa más externa del átomo y son los responsables de formar enlaces químicos.

**Enlace covalente:** enlace en el que dos átomos comparten electrones.

**Enlace iónico:** fuerza electrostática que mantiene unidos los iones en un compuesto iónico.

**Entidades elementales:** unidad mínima de materia, como átomos, iones, moléculas, entre otras.

**Estequiometría:** estudio cuantitativo de los reactantes y productos de una reacción química.

**Estructura de Lewis:** representación de los enlaces covalentes utilizando los símbolos de Lewis. Los pares electrónicos compartidos se representan como líneas o como pares de puntos entre dos átomos, y los pares electrónicos libres se muestran como pares de puntos de átomos individuales.

**Esquema de colores CPK:** convención de colores para distinguir átomos de diferentes elementos químicos en modelos moleculares.

**Evaluar:** emitir un juicio sobre algo (un texto, un resultado o un procedimiento) utilizando criterios.

**Evidencia experimental:** resultado que permite validar o rechazar una hipótesis o teoría científica.

**Explicar:** dar sentido a las observaciones y los resultados de una investigación utilizando el conocimiento científico y un vocabulario disciplinar pertinente.

## F

**Fermentación:** proceso biológico que ocurre en ausencia de oxígeno y que es realizado por ciertos microorganismos para obtener energía.

**Formular hipótesis:** plantear una respuesta anticipada a una pregunta o problema de investigación.

**Formular una pregunta de investigación:** plantear una pregunta que surge de la observación de un fenómeno u objeto de estudio.

**Fotosíntesis:** proceso que ocurre principalmente en las hojas de las plantas mediante el cual se utiliza la energía solar para convertir dióxido de carbono y agua en carbohidratos y oxígeno.

**Fuerza intermolecular:** fuerza de atracción que existe entre las moléculas.

## G

**Grupo funcional:** parte de una molécula que se caracteriza por un acomodo especial de los átomos y que es responsable, en gran medida, de las propiedades químicas y físicas de la molécula.

## H

**Hibridación:** proceso de combinar los orbitales atómicos de un átomo (por lo general del átomo central) para generar un conjunto de nuevos orbitales atómicos.

**Hidrocarburo:** compuesto formado solo por átomos de carbono e hidrógeno.

**Hipótesis:** respuesta anticipada a una pregunta o problema de investigación.

## I

**Inferencia:** conclusión basada en la interpretación lógica y objetiva de la evidencia.

**Insoluble:** sustancia que no puede ser disuelta ni diluida en otra.

**Ion:** átomo o grupo de átomos que tienen 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 estandarizar la nomenclatura de los compuestos químicos.

## L

**Ley:** expresión verbal concisa o ecuación matemática que resume una amplia variedad de observaciones y experiencias.

**Lluvia ácida:** precipitación más ácida de lo normal debido a la presencia de ácido sulfúrico y ácido nítrico, que se forman en el aire a partir de los gases procedentes del uso de combustibles fósiles y de vehículos motorizados.

## M

**Modelo:** representación que permite explicar un fenómeno en estudio.

**Mol:** cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales (átomos, moléculas u otras partículas) como átomos hay en exactamente 12 gramos del isótopo carbono-12.

## N

**Nanotecnología:** estudio y manipulación de la materia a nivel molecular o atómico a escala nanométrica ( $10^{-9}$  m).

**Neutralización:** reacción química entre un ácido y una base, cuyos productos son una sal y agua.

**Nutriente:** sustancia que forma parte de los alimentos. Los carbohidratos, lípidos y proteínas son nutrientes.

## O

**Observación:** proceso que permite examinar un fenómeno u objeto de estudio a partir de los sentidos.

**Orbital molecular:** orbital que resulta de la interacción de los orbitales atómicos de los átomos que se unen.

**Orbital híbrido:** orbital atómico que se obtiene cuando se combinan dos o más orbitales no equivalentes del mismo átomo.

**Organismos bioluminiscentes:** seres vivos capaces de emitir luz mediante una reacción química que ocurre en su organismo.

**Oxidación:** proceso por el que un átomo de una especie química aumenta su número de oxidación, es decir, pierde uno o más electrones.

## P

**Planificar una investigación:** elaborar planes o proyectos para buscar la explicación a un fenómeno mediante la experimentación.

**Polímero:** compuesto que se distingue por su alta masa molar y por estar formado por muchas unidades que se repiten.

**Precipitado:** sustancia insoluble que se forma en una disolución y se separa de ella.

**Pregunta de investigación:** interrogante que surge de la observación de un fenómeno u objeto de estudio.

**Propiedad física:** cualquier propiedad de una sustancia que se puede observar sin transformarla en otra sustancia.

**Propiedad química:** cualquier propiedad de una sustancia que no puede estudiarse sin la transformación de esa sustancia en otra.

**Proteína:** polímero de aminoácidos.

**Punto de congelación:** temperatura a la cual coexisten en equilibrio las fases sólida y líquida de una sustancia.

**Punto de ebullición:** temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido iguala a la presión atmosférica externa. Es decir, temperatura a la cual un líquido hierve a 1 atm de presión.

**Punto de fusión:** temperatura en la que coexisten en equilibrio la fase sólida y líquida. Es decir, temperatura a la cual un material se funde a 1 atm de presión.

## R

**Reacción de precipitación:** reacción que tiene como resultado la formación de un precipitado.

**Reacción química:** proceso durante el cual una o más sustancias se combinan para formar una o más sustancias diferentes a las iniciales.

## S

**Solución química:** mezcla homogénea de dos o más sustancias diferentes.

**Soluto:** componente de una solución que se encuentra en menor proporción.

**Suero fisiológico:** solución acuosa de cloruro de sodio al 0,9 % m/V que se administra por vía intravenosa en personas que han sufrido deshidratación.

## T

**Teoría:** explicación inferida respecto de un fenómeno observable (evidencia).

**Teoría de las colisiones:** para que ocurra una reacción química, las partículas de los reactantes deben colisionar entre sí. De todas las múltiples colisiones que existen, algunos producen una reacción (colisión efectiva). Sin embargo, muchas otras colisiones no tienen la consecuencia esperada (colisiones no efectivas).

**Tetravalencia:** capacidad que tiene un átomo para unirse a otro mediante cuatro enlaces covalentes.

## U

**Unidad de masa atómica (u):** masa exactamente igual a 1/12 partes de la masa de un átomo de carbono-12; es la unidad de medida que se utiliza para expresar las masas atómicas promedio.

**Usar un modelo:** elaborar, seleccionar y ajustar representaciones para describir, explicar o analizar fenómenos y mecanismos.

## V

**Variable dependiente:** resultado medible que resulta al manipular la variable independiente.

**Variable independiente:** variable que se puede manipular durante una investigación.

**Volátil:** propiedad que tienen algunos compuestos de vaporizarse.

## Bibliografía

A continuación, se presenta una lista de libros que puedes utilizar para acompañar tu proceso de aprendizaje y para ampliar tus conocimientos sobre las temáticas abordadas en este texto.

- Brown, T. et al. (2018). *Química: La Ciencia Central*. Pearson.
- Chang, R. y Overby, J. (2019). *Química*. McGraw-Hill Interamericana.
- Córdova, J. (2017). *La química y la cocina*. Fondo de Cultura Económica.
- McMurry, J. (2018). *Química orgánica*. Cengage Learning.
- Moore, J. (2016). *Química para Dummies*. Grupo Planeta.
- Navarro, F. (2014). *Química fácil para Bachillerato*. Espasa.
- Peterson, R. (2016). *Nomenclatura de las sustancias químicas*. Reverté.
- Wade Jr, L. (2012). *Química orgánica*. Pearson Educación.
- Zumdhal, S. (2012). *Chemical Principles*. Cengage Learning.

## Sitios web sugeridos

- **Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente (CEMERA):**  
<https://cemera.uchile.cl/>
- **Abramos la academia**  
<https://www.abramoslaacademia.cl/>  
Iniciativa de divulgación de Ciencias Sociales y Humanidades para aportar al debate público de ideas y conocimientos.
- **Biblioteca Digital Escolar**  
<https://odescolar.mineduc.cl/>  
Plataforma del Ministerio de Educación con una variedad de libros recomendados por edad, asignatura y temas.
- **Canva**  
<https://www.canva.com/>  
Plataforma de diseño gráfico que permite a los usuarios crear gráficos, presentaciones, carteles, documentos y otros contenidos visuales.
- **Chile científico**  
<https://chilecientifico.com/>  
Página que comparte noticias del ámbito científico.
- **Ciencia en Chile**  
<https://www.cienciaenchile.cl/>  
Página que difunde publicaciones científicas en un lenguaje cercano, claro y preciso para las personas.
- **Cienciabit**  
<https://cienciabit.com/wp51/>  
Contiene videos explicativos de diversas temáticas.
- **Khan Academy**  
<https://es.khanacademy.org/>  
Ofrece ejercicios de práctica, videos instructivos y un panel de aprendizaje personalizado que te permitirá aprender a tu ritmo, dentro y fuera de la sala de clases.
- **Diagrams**  
<https://www.diagrams.net/>  
Plataforma en línea y gratuita para la creación de mapas conceptuales y esquemas. También cuenta con una aplicación descargable para computadores.
- **Educación ambiental y participación ciudadana**  
<https://educacion.mma.gob.cl/>  
Pagina del Programa de Educación Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente.
- **EXPLORA**  
<http://www.explora.cl>  
Página web del programa Explora de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), cuyo objetivo es promover la socialización del conocimiento dentro de la comunidad educativa.
- **Freepik**  
<https://www.freepik.es/>  
Banco de imágenes, logotipos, carteles, fotografías y gráficos que se pueden descargar, en su mayoría, de manera gratuita.
- **Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación**  
<https://www.minciencia.gob.cl/>  
Página web del organismo del Estado chileno encargado del diseño, formulación, coordinación, implementación y evaluación de las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación.
- **Ministerio de Salud**  
<https://www.minsal.cl/>  
Página web del organismo del Estado chileno, al que le corresponde formular y fijar las políticas de salud que se desarrollan dentro del territorio nacional.
- **Objetivos de Desarrollo Sostenible**  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>  
Página de las Naciones Unidas con información y cifras sobre la Agenda 2030.
- **Organización de las Naciones Unidas**  
<https://www.un.org/es/>  
Organización intergubernamental cuyo objetivo es mantener la paz y la seguridad internacionales, desarrollar relaciones amistosas entre las naciones, lograr la cooperación internacional y ser un centro para armonizar las acciones de las naciones.
- **Unión Internacional de Química Pura Aplicada (IUPAC)**  
<https://iupac.org/who-we-are/>  
Página de la autoridad mundial en estándares digitales en química, nomenclatura y terminología química.

# Tabla periódica de los elementos

1	1,008										
1 ▶	<b>H</b> Hidrógeno	2 II A									
2 ▶	3 6,94 <b>Li</b> Litio	4 9,01222 <b>Be</b> Berilio									
3 ▶	11 22,99 <b>Na</b> Sodio	12 24,305 <b>Mg</b> Magnesio	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII B	9 VIII B		
4 ▶	19 39,098 <b>K</b> Potasio	20 40,078 <b>Ca</b> Calcio	21 44,956 <b>Sc</b> Escandio	22 47,867 <b>Ti</b> Titanio	23 50,942 <b>V</b> Vanadio	24 51,996 <b>Cr</b> Cromo	25 54,938 <b>Mn</b> Manganeso	26 55,845 <b>Fe</b> Hierro	27 58,933 <b>Co</b> Cobalto		
5 ▶	37 85,468 <b>Rb</b> Rubidio	38 87,62 <b>Sr</b> Estroncio	39 88,906 <b>Y</b> Itrio	40 91,224 <b>Zr</b> Zirconio	41 92,906 <b>Nb</b> Niobio	42 95,95 <b>Mo</b> Molibdeno	43 <b>Tc</b> Tecnecio	44 101,07 <b>Ru</b> Rutenio	45 102,91 <b>Rh</b> Rodio		
6 ▶	55 132,91 <b>Cs</b> Cesio	56 137,33 <b>Ba</b> Bario	57 - 71 Lantánidos	72 178,49 <b>Hf</b> Hafnio	73 180,95 <b>Ta</b> Tántalo	74 183,84 <b>W</b> Tungsteno	75 186,21 <b>Re</b> Renio	76 190,23 <b>Os</b> Osmio	77 192,22 <b>Ir</b> Iridio		
7 ▶	87 <b>Fr</b> Francio	88 <b>Ra</b> Radio	89 - 103 Actínidos	104 <b>Rf</b> Rutherfordio	105 <b>Db</b> Dubnio	106 <b>Sg</b> Seaborgio	107 <b>Bh</b> Bohrio	108 <b>Hs</b> Hassio	109 <b>Mt</b> Meitnerio		

Número atómico → 5

Masa atómica ← 10,81

Símbolo → **B**

Nombre del elemento → **Boro**

57 138,91 <b>La</b> Lantano	58 140,12 <b>Ce</b> Cerio	59 140,91 <b>Pr</b> Praseodimio	60 144,24 <b>Nd</b> Neodimio	61 <b>Pm</b> Prometio	62 150,36 <b>Sm</b> Samario
89 <b>Ac</b> Actinio	90 232,04 <b>Th</b> Torio	91 231,04 <b>Pa</b> Protactinio	92 238,03 <b>U</b> Uranio	93 <b>Np</b> Neptunio	94 <b>Pu</b> Plutonio

Metales	Metaloides	No metales
---------	------------	------------

									18 VIII A ▼
				13 III A ▼	14 IV A ▼	15 V A ▼	16 VI A ▼	17 VII A ▼	2 4,0026 <b>He</b> Helio
			5 10,81 <b>B</b> Boro	6 12,011 <b>C</b> Carbono	7 14,07 <b>N</b> Nitrógeno	8 15,999 <b>O</b> Oxígeno	9 18,998 <b>F</b> Flúor	10 20,180 <b>Ne</b> Neón	
			13 26,982 <b>Al</b> Aluminio	14 28,085 <b>Si</b> Silicio	15 30,974 <b>P</b> Fósforo	16 32,06 <b>S</b> Azufre	17 35,45 <b>Cl</b> Cloro	18 39,95 <b>Ar</b> Argón	
	10 VIII B ▼	11 I B ▼	12 II B ▼						
	28 58,693 <b>Ni</b> Níquel	29 63,546 <b>Cu</b> Cobre	30 65,38 <b>Zn</b> Zinc	31 69,723 <b>Ga</b> Galio	32 72,63 <b>Ge</b> Germanio	33 74,922 <b>As</b> Arsénico	34 78,971 <b>Se</b> Selenio	35 79,904 <b>Br</b> Bromo	36 83,798 <b>Kr</b> Criptón
	46 106,42 <b>Pd</b> Paladio	47 107,87 <b>Ag</b> Plata	48 112,41 <b>Cd</b> Cadmio	49 114,82 <b>In</b> Indio	50 118,71 <b>Sn</b> Estaño	51 121,76 <b>Sb</b> Antimonio	52 127,60 <b>Te</b> Telurio	53 126,90 <b>I</b> Yodo	54 131,29 <b>Xe</b> Xenón
	78 195,08 <b>Pt</b> Platino	79 196,97 <b>Au</b> Oro	80 200,59 <b>Hg</b> Mercurio	81 204,38 <b>Tl</b> Talio	82 207,2 <b>Pb</b> Plomo	83 208,98 <b>Bi</b> Bismuto	84 <b>Po</b> Polonio	85 <b>At</b> Astatino	86 <b>Rn</b> Radón
	110 <b>Ds</b> Darmstatio	111 <b>Rg</b> Roentgenio	112 <b>Cn</b> Copernicio	113 <b>Nh</b> Nihonio	114 <b>Fl</b> Flerovio	115 <b>Mc</b> Moscovio	116 <b>Lv</b> Livermorio	117 <b>Ts</b> Teneso	118 <b>Og</b> Oganesón
	63 151,96 <b>Eu</b> Europio	64 157,25 <b>Gd</b> Gadolinio	65 158,93 <b>Tb</b> Terbio	66 162,50 <b>Dy</b> Disproso	67 164,93 <b>Ho</b> Holmio	68 167,26 <b>Er</b> Erbio	69 168,93 <b>Tm</b> Tulio	70 173,05 <b>Yb</b> Iterbio	71 174,97 <b>Lu</b> Lutecio
	95 <b>Am</b> Americio	96 <b>Cm</b> Curio	97 <b>Bk</b> Berkelio	98 <b>Cf</b> Californio	99 <b>Es</b> Einstenio	100 <b>Fm</b> Fermio	101 <b>Md</b> Mendelevio	102 <b>No</b> Nobelio	103 <b>Lr</b> Laurencio

Gases nobles

Fuente: International Union of Pure and Applied Chemistry (2018).

En el desarrollo del Texto del estudiante de **Química 1° y 2° medio**, participó el siguiente equipo:

**Dirección editorial**

Arlette Soledad Sandoval Espinoza

**Coordinación área Ciencias Naturales**

Andrea Tenreiro Bustamante

**Edición**

Daniela Alejandra Navarro Contreras

**Asistente de edición**

Camila Victoria Araya Briones

**Autoría**

Catherine Lisseth Romero Merino

Camila Victoria Araya Briones

Daniela Alejandra Navarro Contreras

Sebastián Esteban Simpson Armstrong

Valentina Amigo Briones

**Consultoría didáctica y disciplinar**

David Patricio Santibáñez Gómez

**Consultoría de Pueblos Originarios**

Alicia Lucrecia Salinas Álvarez

**Corrección de estilo y prueba**

Víctor Alejandro Navas Flores

**Dirección de arte y diseño**

Carmen Gloria Robles Sepúlveda

**Diseño y diagramación**

Williams Gálvez Baettig

**Ilustraciones**

Ítalo Alberto Ahumada Morasky

**Fotografías**

Shutterstock

Sciencephoto

**Jefatura de planificación**

Andrea del Carmen Carrasco Zavala

**Gestión de derechos**

María Loreto Ríos Melo

Este texto corresponde al Primer y Segundo año de Enseñanza Media y ha sido elaborado conforme al Decreto Supremo N° 614/2013, del Ministerio de Educación de Chile.

ISBN: 978-956-403-428-7 / Depósito legal: 2024-A-11386

©2024 – SM S.A. – Coyancura 2283 piso 2 – Providencia

Se terminó de imprimir esta edición de 260.724 ejemplares en el mes de diciembre del año 2024. Impreso en Chile, por A Impresores.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización 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.

En este libro se ha implementado conscientemente un uso no sexista del lenguaje sin desentendernos de las normas ortográficas dictadas por la Real Academia Española de la Lengua ni las reglas de la morfosintaxis de la lengua española. Para ello, hemos utilizado recursos como la nominalización y la impersonalización, entre muchos otros, reservando la duplicación de elementos (como en "los niños y las niñas") solo para cuando, desde el punto de vista del estilo, no quedara otra opción.

En relación con el tratamiento de las denominaciones y términos de los pueblos originarios, tanto de Chile como de América Latina, hemos decidido utilizar mayúscula inicial. No es el caso, claro está, cuando el uso del término corresponda claramente a un adjetivo.

Hemos tratado también de respetar las normas ortográficas que los pueblos originarios se han dado a sí mismos. Así, por ejemplo, se ha utilizado, con la mayor consistencia posible, el grafemario azumchefe para los términos provenientes del mapuzugun, la lengua del pueblo Mapuche.

Finalmente, para las palabras de la lengua española que tienen doble acentuación (video, video; atmosfera, atmósfera; futbol, fútbol), hemos decidido incorporar sistemáticamente los usos más frecuentes en Chile.



# 7° BÁSICO A 4° MEDIO

## DECÁLOGO PARA CUIDAR LA SALUD MENTAL

### PARA ADOLESCENTES

1

#### **Cuida de ti todos los días:**

Alimentarse de manera balanceada, beber suficiente agua, descansar bien y cuidar la higiene personal, son puntos de partida para una buena salud mental.

2

#### **En tiempo de pruebas y evaluaciones:**

Crea un calendario para estudiar tratando de no dejar nada para última hora. Divide el material en bloques y toma descansos entre los tiempos de estudio. Prioriza las materias que parezcan más difíciles y no dudes en pedir ayuda a amigos, familiares o profesores si lo necesitas. Tener grupos de estudio es una gran ayuda, así como conocer cuáles son tus mejores estrategias para aprender. Practicar técnicas de relajación y respiración también te ayudarán a manejar el estrés y a prepararte mejor.

3

#### **Sé amable contigo mismo/a:**

No tienes que ser perfecto/a ni vivir según lo que las redes sociales muestran. Evita comparar tu vida real con lo que ves en pantalla. Haz una lista de lo que valoras de ti y tus logros; reconoce tus talentos y disfruta de las cosas que haces bien para fortalecer tu autoestima.

4

#### **Dale importancia al descanso:**

Dormir bien ayuda a que tus pensamientos se mantengan claros, mejora la memoria y te recarga de energía. No te exijas sin descanso; tomarte el tiempo para hacer algo que disfrutes sin presión favorece tu bienestar y tu concentración.

5

#### **Toma pausas, desconéctate de la tecnología:**

Dedica tiempo a actividades que disfrutes fuera de pantalla, como hacer deporte, leer, cocinar o pasear. Conecta con tus amigos/as cara a cara y prueben actividades juntos/as que les motiven. Estos momentos de desconexión te ayudan a reducir el estrés, reenfocarte y recargar energías para sentirte mejor.



6

**Dedica tiempo a disfrutar:**

Encuentra actividades que te relajen y te den alegría. Puede ser caminar, escuchar música, dibujar, hacer ejercicio, etc. Hacer lo que te gusta es una excelente forma de cuidar tu salud mental y recargar energías.

7

**En malos momentos, hablar hace bien:**

Expresar tus preocupaciones a alguien de confianza puede ayudarte a quitarte un peso de encima. No hay nada de malo en compartir lo que sientes y pedir ayuda. Todos necesitamos apoyo en algunos momentos, así que no dudes en hablar con personas de confianza.



8

**Sé amable, en línea y en persona:**

Tus palabras, ya sean en redes o en persona, pueden impactar a los demás. Respeta las diferencias y evita prejuicios. Antes de comentar, reflexiona cómo puede afectar a otra persona. Pequeñas acciones amables pueden crear una comunidad segura y respetuosa.

9

**Apoya a quienes te rodean:**

Si ves a un amigo/a triste o preocupado, muéstrale apoyo. Un simple “¿cómo estás?” puede ser muy significativo. A veces, solo estar ahí y escuchar puede hacer una gran diferencia.

10

**Recuerda que no estás solo/a:**

Si la situación te supera, hay ayuda disponible. No temas buscar apoyo en personas de confianza o en servicios especializados, como el chat “**Hablemos de Todo**” de Injuv o la línea telefónica de prevención del suicidio \*4141.

**Para más información y apoyo:**

- **Fono Infancia:** Orientación para apoyar la crianza  
Llama al 800 200 818 o al chat en [www.fonoinfancia.cl](http://www.fonoinfancia.cl)
- **Chat Hablemos de todo INJUV:** Orientación y apoyo para adolescentes y jóvenes.  
Ingresa a [hablemosdetodo.injuv.gob.cl](http://hablemosdetodo.injuv.gob.cl)
- **Salud Responde:** 600 360 7777



Construyendo  
**SALUD  
MENTAL**







Química culinaria. Los encurtidos son alimentos que han sido marinados en sal y al fermentar producen ácido acético (vinagre) por efecto de bacterias *Lactiplantibacillus plantarum*.

