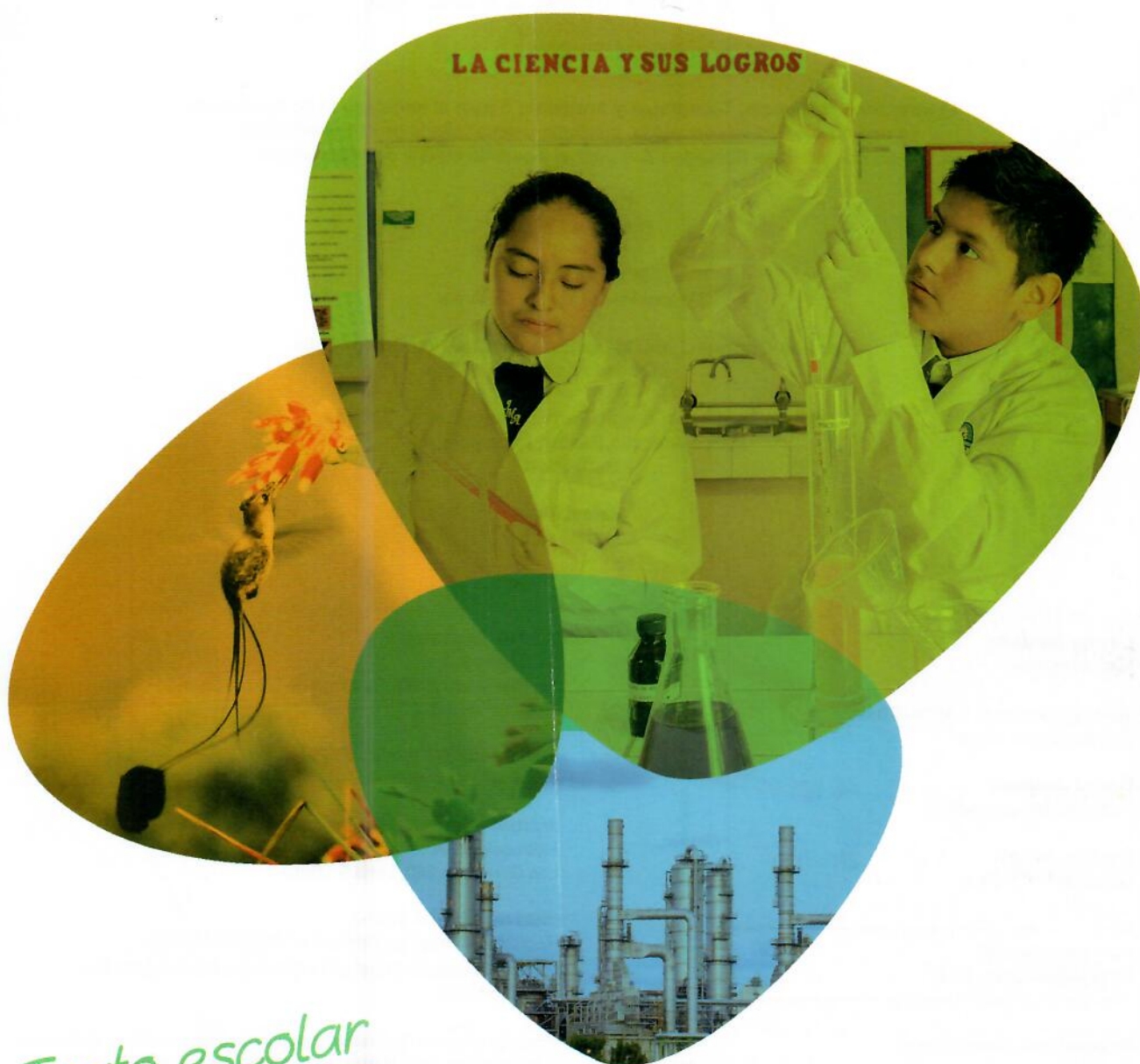


# Ciencia, Tecnología y Ambiente 3

SECUNDARIA



*Texto escolar*



MINISTERIO DE EDUCACIÓN

# Ciencia, Tecnología y Ambiente **3**

SECUNDARIA

El texto escolar **Ciencia, Tecnología y Ambiente 3** para el tercer grado de secundaria es una obra colectiva concebida, diseñada y desarrollada en el Departamento de Ediciones de Santillana S.A., por el siguiente equipo de especialistas:

**Cecilia Mejía**  
Directora Editorial

**Mirtha Yrivarren**  
Editora Responsable del Área

**Carmen Gonzales, Ana María Estrada, Caterina Cosmópolis**  
Cuidado de edición

**Adolfo Marchese, Sergio Torres, María Esther Zapana,  
Marco Antonio Pastor, Nancy Salazar**  
Redacción

**Rafael Moy**  
Jefe de Arte

**Liliana Baluarte**  
Diagramación

**Jessica Vivanco, Carlos Chávez**  
Corrección de estilo

**Daniel Jiménez**  
Documentación gráfica

**Daphne Avilés**  
Retoque fotográfico

---

**Archivo editorial**  
Fotografías de carátula

---

## Fotografías e ilustraciones

Todas las imágenes e ilustraciones pertenecen a Santillana S.A., salvo las indicadas con el nombre del autor.

© 2016, Santillana S.A.

Santillana S.A.  
Av. Primavera 2160, Santiago de Surco, Lima 33 - Perú  
Teléfono: 313-4000

Primera edición: febrero de 2016  
Tiraje: 443 488 ejemplares

Impreso en el Perú / *Printed in Peru*  
Metrocolor S.A.  
Los Gorriones 350, Lima 9 - Perú

ISBN 978-612-01-0327-2

Registro de Proyecto Editorial n° 31501401600084

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú  
n.° 2016-00635

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma y por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo de la Editorial.

**Fotografías de carátula:** Estudiantes observando reacciones químicas, picaflor cola de espátula y refinería de petróleo.



# Presentación

El texto escolar **Ciencia, Tecnología y Ambiente 3** está dirigido a los estudiantes del tercer grado de Educación Secundaria.

## Finalidad del área

El área de Ciencia, Tecnología y Ambiente tiene como finalidad la construcción del pensamiento científico, crítico y tecnológico de los estudiantes, así como el desarrollo de competencias que conducen a cuestionar e indagar situaciones del entorno que pueden mejorar la calidad de vida.

Estas competencias se desarrollan a partir de capacidades a lo largo de toda la Educación Básica Regular.

| Competencias                                                                                  | Capacidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indaga, mediante métodos científicos, situaciones que pueden ser investigadas por la ciencia. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Problematisa situaciones.</li><li>• Diseña estrategias para hacer una indagación.</li><li>• Genera y registra datos e información.</li><li>• Analiza datos o información.</li><li>• Evalúa y comunica.</li></ul>                                                                                                             |
| Explica el mundo físico, basado en conocimientos científicos.                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Comprende y aplica conocimientos científicos y argumenta científicamente.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                          |
| Diseña y produce prototipos tecnológicos para resolver problemas de su entorno.               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Plantea problemas que requieren soluciones tecnológicas y selecciona alternativas de solución.</li><li>• Diseña alternativas de solución al problema.</li><li>• Implementa y valida alternativas de solución.</li><li>• Evalúa y comunica la eficiencia, la confiabilidad y los posibles impactos de su prototipo.</li></ul> |
| Construye una posición crítica sobre la ciencia y la tecnología en sociedad.                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Evalúa las implicancias del saber y del quehacer científico y del tecnológico.</li><li>• Toma posición crítica frente a situaciones sociocientíficas.</li></ul>                                                                                                                                                              |

## Propósito del texto escolar

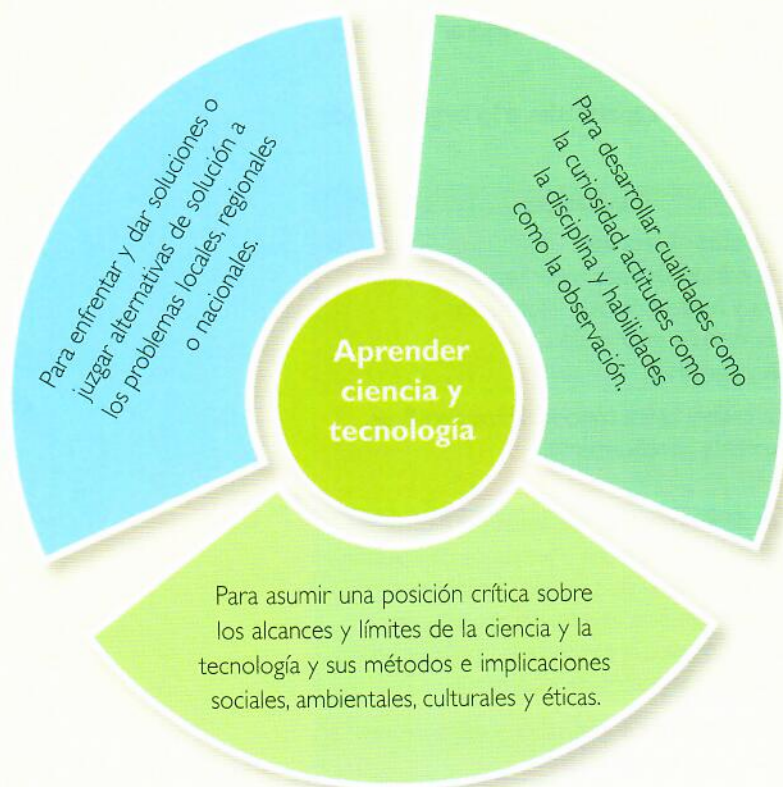
El texto escolar tiene como propósito brindarte información científica y tecnológica, plantearte situaciones significativas que te permitirán relacionar conceptos científicos para facilitar tu comprensión de los procesos físicos, químicos y biológicos, y la reflexión sobre temas científicos y tecnológicos de impacto social y ambiental. Consta de nueve unidades, en las que se desarrollan los **campos temáticos** del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente propuestos en las *Rutas del aprendizaje*.

Los contenidos del texto escolar constituyen el soporte para trabajar las competencias y capacidades del área a través de las actividades planteadas en la guía de actividades.

*Te invitamos a indagar en tu entorno, a explicar lo que ocurre en él, a tomar una posición crítica y a proponer soluciones tecnológicas para actuar con responsabilidad y respeto hacia el ambiente.*

# ¿Por qué aprender ciencia y tecnología?

La ciencia y la tecnología juegan un rol importante en el mundo actual, el cual cambia de manera constante y se innova permanentemente. La sociedad requiere ciudadanos alfabetizados en ciencia y tecnología que puedan comprender los conceptos, principios, leyes y teorías de la ciencia, y que puedan desarrollar habilidades y actitudes científicas.



En la Declaración de Budapest (1999), se señala que la mejor vía para lograr en las personas la ansiada *alfabetización científica* y el desarrollo de habilidades y valores es la formación en ciencia y tecnología vinculada estrechamente con lo social, desde los niveles educativos más elementales de la educación.

Todos podemos usar la ciencia para indagar y plantear soluciones a problemas de la vida cotidiana.



... Y actuar de forma responsable con el ambiente.



# ¿Para qué aprender ciencia y tecnología?

Aprender ciencia y tecnología en nuestro país es de suma importancia por razones que se anotan a continuación:



Para amar a la naturaleza al comprenderla mejor.



Para aprender a "hacer ciencia" utilizando la indagación para construir nuestros conocimientos.



Para romper con el paradigma de que los conocimientos científicos y tecnológicos solo son producidos por países desarrollados.



Para disminuir las brechas de género, lengua, cultura, posición económica, situación geográfica, entre otras.



Para entender conceptos, principios o leyes científicas.



Para entender que la ciencia y la tecnología ejercen un gran efecto sobre el sistema productivo y la generación de conocimiento.



Para comprender que estar alfabetizados en ciencia y tecnología nos aproxima a la complejidad y globalidad del mundo actual.



Para ser conscientes de que comprender conceptos científicos y tecnológicos nos ayuda a tomar decisiones informadas sobre salud, recursos naturales y energéticos, ambientales, etc.



Para adquirir una metodología basada en el cuestionamiento científico, en el reconocimiento de las propias limitaciones y en el juicio crítico y razonado.



# Estructura del texto escolar

El **texto escolar** contribuye al desarrollo de las competencias del área y está organizado de la siguiente forma:

## Sección inicial

Imagen motivadora y atractiva que se relaciona con la sección "Leemos".

Ideas clave que se desarrollarán a lo largo de la unidad.

**5 Los compuestos inorgánicos**

**Leemos**

**La química en nuestra entorno**

La química es una ciencia que estudia la materia y sus propiedades. En esta sección se exploran los compuestos inorgánicos y su importancia en la vida cotidiana.

**¿Qué es un compuesto inorgánico?** ¿Qué tipos de compuestos inorgánicos existen? ¿Cómo se relacionan con la vida cotidiana?

**¿Qué debemos aprender**

En esta sección se exploran los compuestos inorgánicos y su importancia en la vida cotidiana.

Nombre y número de la unidad.

"Leemos" presenta una lectura motivadora que constituye el hilo conductor de la unidad y facilita la generación del conflicto cognitivo.

Preguntas que propician la recuperación de saberes previos.

Lo que debemos aprender sintetiza la relación entre las competencias y capacidades trabajadas y el campo temático abordado en la sección central.

## Sección central

Introducción que describe el campo temático y explica su relación con la situación significativa.

Texto principal que presenta conocimientos en correspondencia con los campos temáticos.

Información complementaria que ejemplifica o profundiza el tema. Así, tenemos la sección "¿Sabías que...?".

**Introducción a la unidad**

La electricidad es un fenómeno físico que se manifiesta en la naturaleza y en la vida cotidiana. En esta sección se exploran los conceptos básicos de la electricidad y su relación con la vida cotidiana.

**La electricidad estática**

La electricidad estática es la acumulación de carga eléctrica en un objeto. Se produce cuando dos objetos con diferentes niveles de carga eléctrica se acercan o se separan.

**La electricidad**

La electricidad es la forma de energía que se produce al moverse los electrones. Se puede almacenar y transmitir a través de cables.

**Los ácidos carboxílicos**

Los ácidos carboxílicos son compuestos orgánicos que contienen un grupo carboxilo (-COOH). Se encuentran en muchos alimentos y productos de uso cotidiano.

**Los ácidos grasos**

Los ácidos grasos son una clase de ácidos carboxílicos que tienen una cadena larga de átomos de carbono. Se encuentran en los alimentos y son importantes para la salud.

**Los ácidos grasos esenciales**

Los ácidos grasos esenciales son aquellos que el cuerpo humano no puede producir y deben obtenerse de los alimentos.

**¿Sabías que...?**

Los ácidos carboxílicos son importantes para la vida. Sin ellos, no podríamos vivir.

Texto principal acompañado de textos secundarios e imágenes.

En la biblioteca promueve el empleo de los títulos que conforman los Módulos de Biblioteca del Minedu.

Glosario de términos que amplía tu vocabulario científico.

Imágenes pertinentes que te ayudarán a comprender la información, siempre acompañadas de leyendas.



Para reflexionar presenta testimonios y situaciones que generarán reflexión, análisis, inferencias, argumentación e investigación.

Información complementaria que ejemplifica o profundiza el tema. Así, tenemos la sección "Más información".

### Los isótopos

La información y análisis de los isótopos de los elementos químicos de la tabla periódica, que se presentan en la sección "Más información", nos permiten comprender mejor la estructura atómica de los elementos y su comportamiento químico.

**Los elementos y sus isótopos**

Los isótopos son átomos de un mismo elemento que tienen el mismo número de protones (Z) pero diferente número de neutrones (N). Esto se representa por el símbolo del elemento seguido de su número másico (A). Por ejemplo:  $^{12}_6\text{C}$  y  $^{13}_6\text{C}$ .

Las representaciones simbólicas de los isótopos son:

| Elemento      | Isótopo 1             | Isótopo 2             |
|---------------|-----------------------|-----------------------|
| Carbono (C)   | $^{12}_6\text{C}$     | $^{13}_6\text{C}$     |
| Nitrógeno (N) | $^{14}_7\text{N}$     | $^{15}_7\text{N}$     |
| Oxígeno (O)   | $^{16}_8\text{O}$     | $^{17}_8\text{O}$     |
| Flúor (F)     | $^{19}_9\text{F}$     | $^{18}_9\text{F}$     |
| Neón (Ne)     | $^{20}_{10}\text{Ne}$ | $^{21}_{10}\text{Ne}$ |

La forma de los átomos químicos presenta isótopos. Cuando hablamos de la masa atómica de un elemento químico, nos referimos a la masa promedio de los átomos de ese elemento. Para calcularla, necesitamos conocer la masa de cada isótopo y su abundancia en la naturaleza. Matemáticamente, la masa atómica de un elemento se calcula como el promedio ponderado de las masas de sus isótopos, donde cada uno es ponderado por su abundancia.

Por ejemplo, el carbono tiene dos isótopos:  $^{12}_6\text{C}$  (abundancia 98.9%) y  $^{13}_6\text{C}$  (abundancia 1.1%). La masa atómica del carbono es:

$$M_{\text{C}} = (12 \times 0.989) + (13 \times 0.011) = 12.011 \text{ u}$$

### Las fuerzas entre cargas eléctricas

La atracción o repulsión entre las cargas se manifiesta como la fuerza que actúa entre ellas. La cual está en función de la distancia y el valor de la carga de cada una.

El físico francés Charles Coulomb (1736-1806) midió la fuerza de atracción entre dos cargas eléctricas. Él descubrió que la fuerza de atracción (F) entre dos cargas (q1 y q2) es directamente proporcional al producto de las cargas y inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (d) que las separa.

La fuerza de atracción o repulsión que existe entre dos cargas puntuales q1 y q2, es directamente proporcional al producto de las cargas y inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

Donde: F: fuerza eléctrica en newtons (N); q1 y q2: cantidad de carga en coulombs (C); d: distancia entre las cargas, en metros (m); k: constante de proporcionalidad ( $k = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ).

La ley de Coulomb establece que la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas y inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

La fuerza de atracción o repulsión que existe entre dos cargas puntuales q1 y q2, es directamente proporcional al producto de las cargas y inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

Información complementaria que ejemplifica o profundiza el tema. Así, tenemos las secciones "Para saber más" y "Científicos célebres".

Texto principal acompañado de cuadros, tablas y ejercicios resueltos.

Información relacionada con los eventos paradigmáticos.

Información de carácter regional que refleja la diversidad natural y cultural del país.

### METALES para la vida

Los metales son elementos químicos que se encuentran en la naturaleza. Son buenos conductores de la electricidad y el calor. Se utilizan en la industria y en la vida cotidiana.

Los metales más comunes son:

- Aluminio (Al): Se utiliza en la construcción y en la fabricación de envases.
- Cobre (Cu): Se utiliza en la fabricación de cables eléctricos y en la industria.
- Hierro (Fe): Se utiliza en la construcción y en la fabricación de herramientas.
- Plomo (Pb): Se utiliza en la fabricación de baterías y en la industria.
- Mercurio (Hg): Se utiliza en la fabricación de termómetros y en la industria.

Los metales son elementos químicos que se encuentran en la naturaleza. Son buenos conductores de la electricidad y el calor. Se utilizan en la industria y en la vida cotidiana.

### La teoría atómica y la teoría cuántica

La teoría atómica y la teoría cuántica son dos teorías fundamentales de la física que describen la estructura y el comportamiento de la materia a nivel atómico y subatómico.

La teoría atómica describe la estructura de los átomos, que están compuestos por un núcleo central formado por protones y neutrones, rodeado por electrones que se mueven en órbitas o niveles de energía.

La teoría cuántica describe el comportamiento de la materia a nivel subatómico, donde las partículas (como los electrones) se comportan como ondas y partículas al mismo tiempo.

Los modelos atómicos más importantes son:

- Modelo de Dalton (1808): Los átomos son partículas pequeñas e indivisibles.
- Modelo de Thomson (1904): Los átomos son esferas positivas con electrones negativos distribuidos dentro.
- Modelo de Rutherford (1911): Los átomos tienen un núcleo central denso y positivo, rodeado por electrones que se mueven en órbitas.
- Modelo de Bohr (1913): Los electrones se mueven en órbitas circulares y solo pueden ocupar ciertos niveles de energía.
- Modelo de Schrödinger (1926): Los electrones se comportan como ondas y su posición se describe mediante una función de onda.

### Sustancias que aprovechamos de las plantas peruanas

Las plantas peruanas son una gran fuente de recursos naturales que se utilizan en la industria y en la vida cotidiana. Algunas de las sustancias más importantes que se obtienen de las plantas peruanas son:

- Quina: Se utiliza en la fabricación de medicamentos para tratar la malaria.
- Cocaína: Se utiliza en la fabricación de medicamentos y en la industria.
- Alcaloides: Se utilizan en la fabricación de medicamentos y en la industria.
- Resinas: Se utilizan en la fabricación de productos de belleza y en la industria.

Las plantas peruanas son una gran fuente de recursos naturales que se utilizan en la industria y en la vida cotidiana. Algunas de las sustancias más importantes que se obtienen de las plantas peruanas son:

## Sección final

Ideas principales que sintetizan los conocimientos más importantes de la unidad.

### Resumen

Este resumen presenta las ideas principales de la unidad, organizadas de manera clara y concisa. Incluye:

- Ideas principales:** Una lista de los conceptos más importantes de la unidad.
- Organizador visual: red semántica:** Un diagrama que muestra la relación entre los diferentes temas de la unidad.
- Para reflexionar:** Preguntas que promueven la reflexión y el análisis de los conceptos.
- Para ampliar:** Información adicional que profundiza en los temas.

Organizador visual que te ayuda a relacionar los conocimientos de la unidad.

Opciones de consulta presenta fuentes de información, como textos, documentales, videos, páginas de Internet, con la finalidad de que profundices o amplíes los campos temáticos estudiados.



# Tabla de contenidos

| Sección inicial                                                  | Sección central                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                     | Sección final                                                                                                                                                                |  |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <div>1</div> <div>La materia</div> <div>10</div>                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• La química 12</li><li>• Clasificación de la materia 14</li><li>• Los métodos de separación de mezclas 16</li><li>• Las propiedades de la materia 18</li></ul>                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Los estados de agregación de la materia 20</li><li>• Los cambios de la materia 22</li><li>• Infografía: Y la química anota... ¡Gol! 24</li></ul>                                                                            | <div>Resumen</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ideas principales 26</li><li>• Organizador visual: cuadro sinóptico 27</li><li>– Opciones de consulta</li></ul>   |  |
| <div>2</div> <div>El átomo</div> <div>28</div>                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Los primeros modelos atómicos 30</li><li>• Los modelos atómicos de Rutherford y Bohr 32</li><li>• El modelo atómico actual 34</li><li>• Los números cuánticos 36</li><li>• La configuración electrónica 38</li><li>• El núcleo atómico 40</li></ul>                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Los isótopos 42</li><li>• La radiactividad 44</li><li>• Las aplicaciones de isótopos radiactivos 46</li><li>• Infografía: La teoría atómica y la teoría cuántica 48</li></ul>                                               | <div>Resumen</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ideas principales 50</li><li>• Organizador visual: mapa conceptual 51</li><li>– Opciones de consulta</li></ul>    |  |
| <div>3</div> <div>La tabla periódica</div> <div>52</div>         | <ul style="list-style-type: none"><li>• La historia de la ley periódica 54</li><li>• La tabla periódica actual 56</li><li>• La configuración electrónica y la tabla periódica 58</li><li>• Los grupos y familias de la tabla periódica 60</li><li>• Las propiedades periódicas de los elementos químicos 62</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Los elementos químicos de la Tierra 64</li><li>• La composición química de la Tierra 66</li><li>• La química y el ambiente 68</li><li>• Infografía: Metales para la vida 70</li></ul>                                       | <div>Resumen</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ideas principales 72</li><li>• Organizador visual: diagrama radial 73</li><li>– Opciones de consulta</li></ul>    |  |
| <div>4</div> <div>El enlace químico</div> <div>74</div>          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Fundamentos del enlace químico 76</li><li>• El enlace iónico 78</li><li>• Las propiedades de los compuestos iónicos 80</li><li>• El enlace covalente 82</li><li>• Los tipos de enlaces covalentes 84</li><li>• El enlace metálico 86</li></ul>                                | <ul style="list-style-type: none"><li>• La geometría molecular 88</li><li>• Las fuerzas intermoleculares 90</li><li>• Los puentes de hidrógeno y el agua 92</li><li>• Infografía: La fabricación del vidrio 94</li></ul>                                            | <div>Resumen</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ideas principales 96</li><li>• Organizador visual: cuadro comparativo 97</li><li>– Opciones de consulta</li></ul> |  |
| <div>5</div> <div>Los compuestos inorgánicos</div> <div>98</div> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Los compuestos químicos 100</li><li>• La clasificación de los compuestos químicos 102</li><li>• La función óxido 104</li><li>• La función hidróxido 106</li><li>• La función ácido 108</li></ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>• La función hidruro y las sales inorgánicas 110</li><li>• Las unidades químicas 112</li><li>• La composición porcentual de compuestos químicos 114</li><li>• Infografía: Los productos de la industria química 116</li></ul> | <div>Resumen</div> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ideas principales 118</li><li>• Organizador visual: cuadro sinóptico 119</li><li>– Opciones de consulta</li></ul> |  |

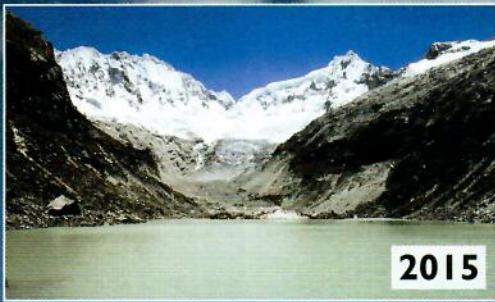


Recuerda que  
no debes escribir  
en este libro.



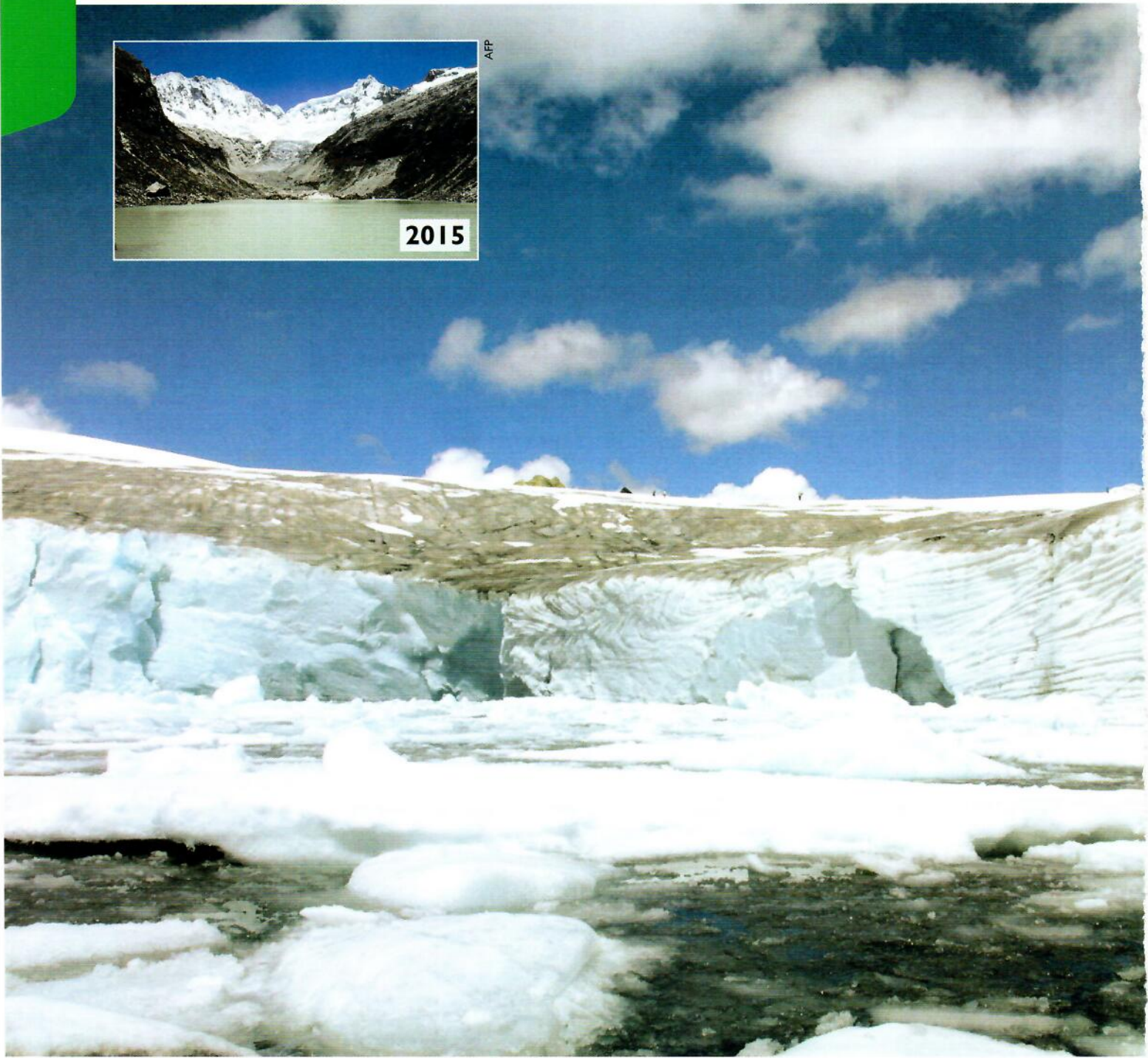
| Sección inicial                                           | Sección central                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sección final                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6</b><br><b>Las reacciones químicas</b><br>120         | • La materia cambia 122<br>• La ecuación química 124<br>• Los tipos de reacciones químicas 126<br>• Otras reacciones químicas 128<br>• El balanceo de ecuaciones químicas 130<br>• El balanceo de reacciones redox 132                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | • La energía de las reacciones químicas 134<br>• Estequiometría: cantidades químicas en las reacciones 136<br>• Infografía: Cuando los radicales atacan 138<br>Resumen<br>• Ideas principales 140<br>• Organizador visual: mapa conceptual<br>– Opciones de consulta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>7</b><br><b>La química orgánica</b><br>142             | • Los compuestos orgánicos 144<br>• Los estados naturales del carbono 146<br>• La capacidad de enlace del carbono 148<br>• Las cadenas carbonadas 150<br>• Las propiedades de los compuestos orgánicos 152<br>• Las funciones orgánicas 154<br>• Los hidrocarburos: alcanos 156<br>• El gas natural 158<br>• Los hidrocarburos: alquenos 160<br>• Los hidrocarburos: alquinos 162<br>• Los hidrocarburos cíclicos 164<br>• Los hidrocarburos aromáticos 166<br>• Los alcoholes 168<br>• Los fenoles y los aldehídos 170<br>• Las cetonas 172<br>• Los ácidos carboxílicos 174 | • Los éteres y los ésteres 176<br>• Las amidas y las aminas 178<br>• Los nitrilos 180<br>• Sustancias que aprovechamos de las plantas peruanas 182<br>• La isomería molecular 184<br>• Polímeros y biomoléculas 186<br>• Los carbohidratos 188<br>• Los polisacáridos 190<br>• Los lípidos 192<br>• Los lípidos compuestos 194<br>• Las proteínas 196<br>• Los ácidos nucleicos 198<br>• El ácido ribonucleico (ARN) 200<br>• Los polímeros sintéticos 202<br>• Los microorganismos 204<br>• Infografía: ¿Cómo se fabrica el papel? 206<br>Resumen<br>• Ideas principales 208<br>• Organizador visual: red semántica<br>– Opciones de consulta |
| <b>8</b><br><b>Los procesos geológicos</b><br>210         | • El equilibrio de energía en el planeta 212<br>• Los ciclos biogeoquímicos 214<br>• Los ciclos del agua, del fósforo y del azufre 216<br>• El mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos 218<br>• La composición y la estructura de la Tierra 220<br>• La teoría de la tectónica de placas 222<br>• Los procesos geológicos internos 224<br>• Los procesos geológicos externos 226                                                                                                                                                                                           | • Los minerales y las rocas 228<br>• Los recursos mineros en el Perú 230<br>• Problemas ambientales globales 232<br>• Los desagües y los residuos industriales 234<br>• La contaminación del agua 236<br>• La potabilización del agua 238<br>• El cambio climático 240<br>• Los recursos energéticos 242<br>• Infografía: El efecto invernadero y el calentamiento global 244<br>Resumen<br>• Ideas principales 246<br>• Organizador visual: mapa conceptual<br>– Opciones de consulta                                                                                                                                                         |
| <b>9</b><br><b>La electricidad y el magnetismo</b><br>248 | • La electricidad estática 250<br>• Los superconductores 252<br>• La electrización 254<br>• El campo eléctrico 256<br>• La energía potencial eléctrica y el potencial eléctrico 258<br>• La electrodinámica: la corriente eléctrica 260<br>• El efecto luminoso de la corriente eléctrica 262<br>• El magnetismo 264<br>• Infografía: ¿Acaso la Tierra actúa como un imán? 266                                                                                                                                                                                                | • Infografía: Levitación magnética en los automóviles 268<br>• El electromagnetismo 270<br>• Infografía: ¿Cómo funcionan los motores? 274<br>• Las centrales eléctricas 276<br>• Infografía: ¿Qué es una central solar fotovoltaica? 280<br>• La transmisión de la energía eléctrica 284<br>• La electricidad en casa 286<br>• Infografía: ¿Cuándo surgieron los electrodomésticos? 288<br>Resumen<br>• Ideas principales 290<br>• Organizador visual: red semántica<br>– Opciones de consulta                                                                                                                                                 |
| Anexo 1: Seguridad en el laboratorio                      | 292                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Anexo 5: Elementos químicos por orden alfabético 300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Anexo 2: Tabla periódica                                  | 294                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Anexo 6: Cuadro comparativo de nomenclatura para compuestos inorgánicos 301                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Anexo 3: Sistema internacional de unidades                | 296                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Glosario científico 302                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Anexo 4: Elementos de la tabla periódica                  | 298                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Bibliografía 303                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |





AFP

2015



#### IDEAS CLAVE

- La química
- La clasificación de la materia
- Los métodos de separación de mezclas
- Las propiedades de la materia
- Los estados de agregación de la materia
- Los cambios de la materia



## 1

## La materia

## LEEMOS

## La química en la conservación del ambiente

El Pastoruri está situado en la Cordillera Blanca, en la región Áncash. Durante la década de los noventa, este nevado era considerado como el Machu Picchu de la Cordillera Blanca, pues recibía la visita de unos 100 000 turistas por año.

El 71% de los glaciares tropicales de todo el mundo se concentra en nuestro país. Pero debido al calentamiento global, en menos de dos décadas la superficie del glaciar ha disminuido más del 50%. Esto se produce por el aumento de temperatura, ya que no solo causa la pérdida de uno de los paisajes icónicos de nuestro país, sino que perjudica a toda la población que habita en las faldas de la montaña y que se beneficiaba, principalmente, de la actividad turística que esta generaba. Esta población, además, es afectada por las lagunas que se forman y que están en riesgo de ocasionar desembalses.

*¿Cómo afecta a los seres vivos el cambio climático en los nevados? ¿De qué manera puede influenciar el cambio climático en los cambios de los glaciares? ¿Cuáles son las consecuencias que presentan los pobladores más cercanos a los nevados? ¿Qué debes hacer para prevenir desastres ecológicos como el derretimiento de los glaciares o el desprendimiento de hielo en los nevados?*

2001

Archivo diario El Comercio

Imagen del nevado  
Pastoruri en el 2001  
y en el 2015.

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al finalizar esta unidad, podrás valorar el aporte de la química al avance científico y tecnológico, y al mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Asimismo, lograrás determinar qué es la materia, qué la caracteriza y cómo se clasifica de acuerdo con su composición y sus propiedades. También serás capaz de asumir una actitud crítica sobre el uso responsable de la materia para el cuidado del ambiente.



## Introducción a la unidad

La química es la ciencia que estudia la materia, sus propiedades y las transformaciones en su composición. Todo el universo está compuesto de materia, desde nuestro cuerpo hasta los planetas. En la actualidad, los químicos participan en diversas actividades que tienen consecuencias directas en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, en la fabricación de jabones, plásticos, colores, plumones, gaseosas, entre otros.

En esta unidad podrás aprender qué es la materia, la clasificarás de acuerdo con su composición, estados de agregación y sus propiedades. Serás capaz de reconocer los diferentes métodos para separar las mezclas, así como las transformaciones o cambios que esta experimenta. También lograrás valorar la importancia de la química en nuestra sociedad, asumiendo una actitud crítica frente al avance de la ciencia.

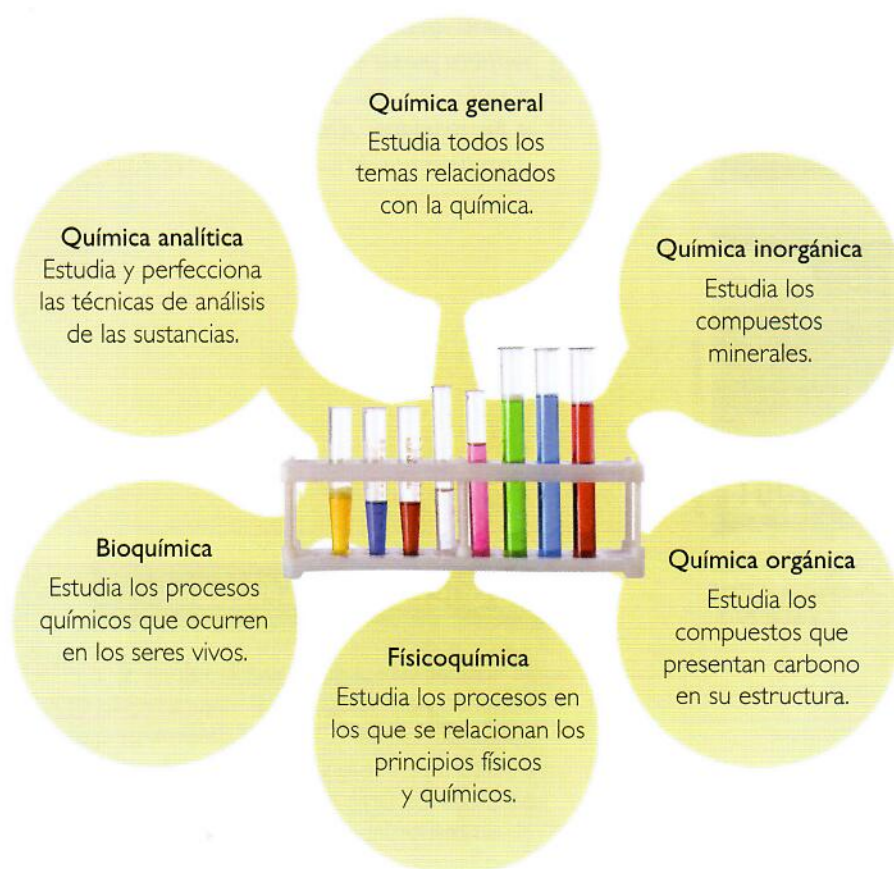
# La química

La química es la ciencia que estudia la **materia**, su composición, estructura, propiedades y las transformaciones en su composición. Todo lo que nos rodea es materia: el libro que leemos, la mesa en la que nos apoyamos, el agua que bebemos, el aire que respiramos, etc. La materia es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y se puede pesar.

### GLOSARIO

**Nanotecnología.** Estudio y desarrollo de sistemas en escala nanométrica ( $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$ ).

## Las ramas de la química





## Las aplicaciones de la química

En la actualidad, la química se aplica en diversas actividades humanas.

### Química ambiental

Estudia los contaminantes en el agua, el suelo y el aire. Establece la relación entre la concentración de los contaminantes y los efectos que producen. Propone tratamientos para contrarrestar los efectos.



### Química forense

Investiga hechos concretos que ayuden a aclarar una situación legal. Por ejemplo, la presencia de drogas en un cadáver.



### Química industrial

Comprende la industria alimentaria, farmacéutica, petroquímica, metalúrgica, entre otras. En la industria, los químicos desarrollan nuevos productos u optimizan procesos industriales a todas las escalas.



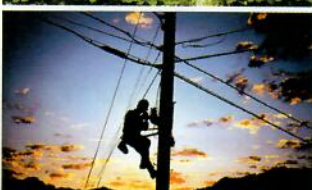
### Química agrícola y química ganadera

Asesoran a los agricultores y ganaderos en el mejoramiento de tierras de cultivo y pastoreo, en el uso de fertilizantes y pesticidas, entre otros aspectos.



### Química y tecnología

Promueven el empleo de materiales que permitan el uso más eficiente de la energía. Por ejemplo, los focos ahorradores o el aluminio y el estaño, que son materiales superconductores.



### Química y medicina

Proporcionan sustancias usadas en procedimientos médicos. Por ejemplo, la anestesia, que evita la sensación de dolor; las vacunas, que nos protegen de enfermedades; y los antibióticos, que impiden el desarrollo de microorganismos patógenos.



Archivo diario El Comercio

### INFORMACIÓN REGIONAL



#### La química y la energía nuclear

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) es una institución pública que se encarga del desarrollo de proyectos de investigación relacionados con la energía nuclear. Por ejemplo, la producción de radiofármacos que permiten explorar los tejidos u órganos y conocer cómo están funcionando.



Archivo diario El Comercio

## Las nuevas fronteras de la química



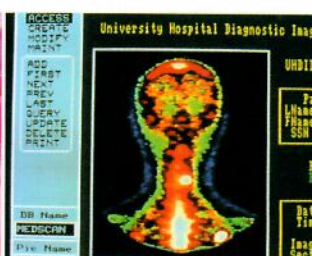
### Nanoquímica

Diseña y elabora máquinas moleculares artificiales.



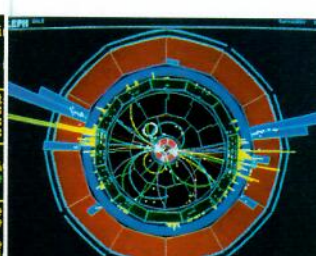
### Química computacional

Investiga los átomos, moléculas y macromoléculas mediante un sistema de computadoras.



### Neuroquímica

Estudia la composición y el metabolismo del sistema nervioso.



### Química cuántica

Estudia matemáticamente el comportamiento de los átomos y las moléculas en cuanto a sus propiedades y reactividad química.



# La clasificación de la **materia**

Una limonada es una mezcla de agua, azúcar y jugo de limón. Pero si separamos sus componentes, llegamos a obtener algunas sustancias puras.

## Las clases de materia

La clasificación más común de la materia se basa en su composición. La materia se presenta como una sustancia pura y como una mezcla.

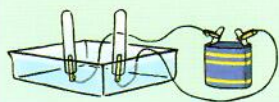


### PARA SABER MÁS

El agua es una sustancia pura, no cambia su composición en sus tres estados físicos.

Al pasar corriente eléctrica a través de ella, se transforma en dos gases: oxígeno e hidrógeno. Este procedimiento se denomina electrólisis.

Por lo tanto, el agua, que es una sustancia pura, también es un compuesto porque se puede descomponer en sustancias más sencillas.



## Las sustancias puras

Los **elementos** químicos y los compuestos químicos son **sustancias puras**. Estas se caracterizan porque presentan una composición definida, con propiedades físicas y químicas características, ya que no se descomponen en sustancias más simples por métodos físicos. Se representan por símbolos o fórmulas.

### Las sustancias puras

#### Elementos

Los elementos, como el sodio (Na), el cobre (Cu) y el argón (Ar), están formados por átomos de la misma clase. No se descomponen en sustancias más simples por ningún método químico.



Sodio (Na)



Cobre (Cu)

#### Compuestos

Los compuestos, como el hidróxido de sodio (NaOH) y el sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), están formados por dos o más elementos que se encuentran unidos por enlaces químicos en proporciones fijas y definidas. Se descomponen en sustancias más simples solo por métodos químicos.



Hidróxido de sodio (NaOH)



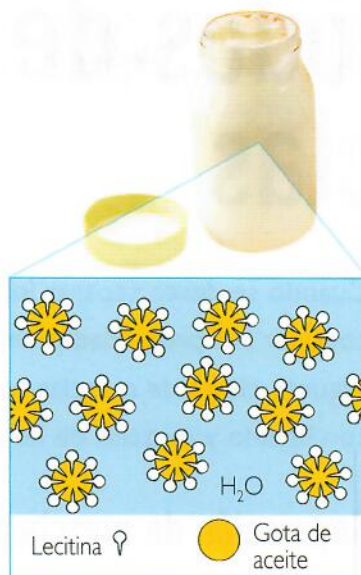
Sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ )



## Las mezclas

En la naturaleza, la materia generalmente aparece en forma de mezclas; es muy raro encontrar sustancias puras. Las **mezclas** están conformadas por dos o más sustancias y que se caracterizan por lo siguiente:

- Las sustancias que las componen conservan sus propiedades características. Por ejemplo, en un jugo se percibe el sabor de cada ingrediente.
- Las sustancias se mezclan en cantidades variables. Es posible preparar un jugo con poca o mucha azúcar.
- Los componentes se separan por métodos físicos, como la filtración, la destilación, la evaporación, entre otros.
- Las mezclas no se representan mediante símbolos o fórmulas químicas.
- Las mezclas están formadas por una **fase dispersante**, que se encuentra en mayor proporción, y una **fase dispersa**, que está en menor proporción. Según ello, se clasifican en mezclas homogéneas y heterogéneas.



La mayonesa es un coloide denominado emulsión, en el cual las partículas de agua se mantienen dispersas en el aceite gracias a la lecitina, una sustancia que está en la yema del huevo.

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre la clasificación de la materia, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

## Las mezclas

### Homogéneas

Los componentes están distribuidos uniformemente (una sola fase). La composición y las propiedades son iguales en toda la mezcla. También se les llama soluciones. Por ejemplo, el chocolate y el aire.

#### Solución

El tamaño de sus partículas se encuentra entre 0,1 y 1 nm.



Agua con azúcar

### Heterogéneas

Los componentes no se distribuyen uniformemente (dos o más fases) y conservan sus propiedades individuales. Por ejemplo, aceite con agua, la sangre, la leche y la mayonesa.

#### Coloide

El tamaño de sus partículas se encuentra entre 1 y 100 nm.



Mayonesa

#### Suspensión

El tamaño de sus partículas es mayor a 100 nm.



Agua con tierra



# Los métodos de separación de mezclas



Tamización



Levigación

Cuando se desea separar los componentes de una mezcla, es necesario conocer sus propiedades antes de seleccionar el método adecuado. Algunas clases de mezclas son mezclas de sólidos, mezclas de sólido con líquido y mezclas de líquidos entre sí.

## Separación de mezclas: sólido de sólido

- **Tamizado.** Se utiliza cuando la mezcla está formada por partículas de diferentes tamaños. El instrumento empleado se denomina tamiz. Es usado en el análisis de suelos y en la industria de las harinas.
- **Levigación.** Consiste en pulverizar la mezcla sólida y tratarla luego con disolventes apropiados, basándose en su diferencia de densidad. Es empleado en la minería, especialmente en la separación del oro.

## Separación de mezclas: sólido de líquido

- **Decantación.** Se basa en la diferencia de densidad de las sustancias que componen la mezcla. Para separar una mezcla de un sólido con un líquido no miscibles, se coloca la mezcla en un recipiente y se deja en reposo por algún tiempo, hasta que el sólido se deposite.
- **Filtración.** Consiste en pasar la mezcla de sólido y líquido no miscibles por un filtro. Para ello, se usan materiales porosos, como papel de filtro, algodón o arena fina, que dejan pasar el líquido y retienen la sustancia en estado sólido. Es un método empleado en el laboratorio, en la industria y en el tratamiento de aguas residuales.
- **Centrifugación.** Se usa para separar sólidos insolubles y líquidos, pero que no pueden separarse mediante filtración. La mezcla se coloca en una centrífuga, aparato que gira a gran velocidad. La fase sólida se depositará y el líquido se podrá aspirar. Es empleado en el laboratorio clínico para analizar la sangre.



Decantación



Filtración



Centrifugación



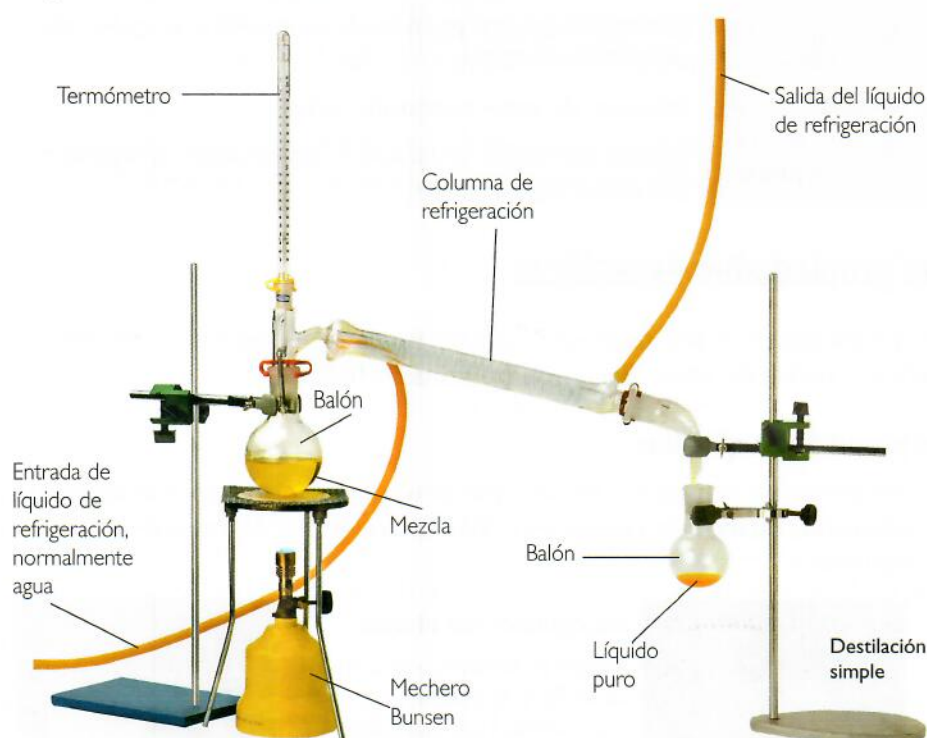
## Separación de mezclas: líquido de líquido

- **Destilación simple.** Permite separar dos líquidos mezclados que hierven o ebulen a temperaturas muy distintas o un líquido que tiene un sólido disuelto. La mezcla se introduce en un recipiente y se calienta. Cuando se alcanza la temperatura de ebullición del primer líquido, este se convierte en vapor, que se hace pasar por un tubo refrigerante, donde se enfría y condensa.
- **Destilación fraccionada.** Es un procedimiento empleado cuando se requiere separar una mezcla formada por líquidos diferentes, cuyos puntos de ebullición son distintos pero muy cercanos entre sí. Es empleado en la industria petrolera.
- **Cromatografía.** Se utiliza para separar los distintos componentes de una mezcla homogénea aprovechando su distinta afinidad con un disolvente. Las técnicas cromatográficas son muy variadas, pero en todas hay una fase móvil, que puede ser un líquido o un gas, y una fase estacionaria, que suele ser un sólido.

### EN LA WEB

[http://www.comunidad.unete.net/repositorio/secundaria/3secundaria/3cq\\_b01\\_t02\\_s04\\_interactivo/index.swf](http://www.comunidad.unete.net/repositorio/secundaria/3secundaria/3cq_b01_t02_s04_interactivo/index.swf)

Página interactiva que contiene actividades de separación de mezclas.



### PARA REFLEXIONAR

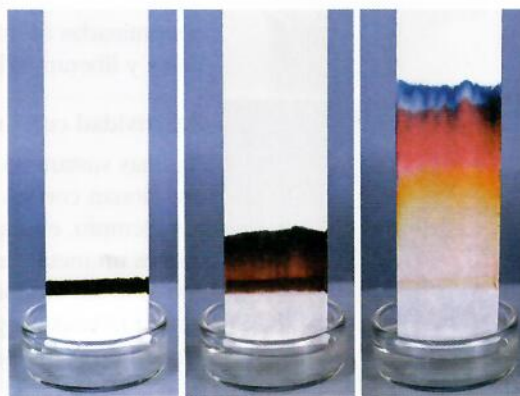
Los mineros informales e ilegales se instalan en las cuencas del río Madre de Dios, del lago Titicaca y en las de la Amazonía, de donde extraen oro en bruto que puede tener cualquier forma y su tamaño puede ser desde pedacitos pequeños hasta pepitas grandes y redondas. Su color es dorado metálico y brillante.

La minería ilegal atrae a gran cantidad de personas, inclusive se conocen casos de explotación infantil. Aquí emplean el método de separación de arena y grava.

- ¿Crees que esta situación afecta la salud de estas personas? ¿Por qué?



Destilación fraccionada



Cromatografía



# Las propiedades de la **materia**

Las propiedades de la materia son aquellas características que pueden ser observadas directa o indirectamente. Se dividen en propiedades generales y en propiedades específicas.

## Las propiedades generales

Las propiedades generales son características comunes a toda la materia y su valor no sirve para identificar ninguna sustancia. Entre estas tenemos:

|                  |                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Masa             | Cantidad de materia que posee un cuerpo.                                         |
| Peso             | Fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre los cuerpos.                      |
| Inercia          | Resistencia que opone un cuerpo a modificar su estado de movimiento o reposo.    |
| Porosidad        | Presencia de poros o espacios vacíos.                                            |
| Impenetrabilidad | Espacio que ocupa un cuerpo y que no puede ser llenado por otro al mismo tiempo. |

## Las propiedades específicas

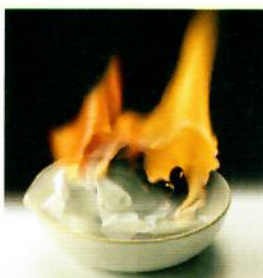
Las propiedades específicas son características que permiten diferenciar unas sustancias de otras. Estas son químicas o físicas.

### Las propiedades químicas

Las propiedades químicas son las que determinan el comportamiento de las sustancias cuando se ponen en contacto con otras. Algunas de ellas son las siguientes:

#### Combustión

Cualidad de algunas sustancias para reaccionar con el oxígeno, desprendiendo energía en forma de luz o calor.



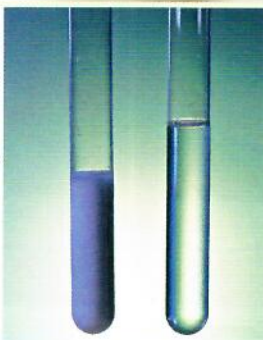
#### Reactividad con el agua

Algunos metales, como el sodio y el potasio, reaccionan violentamente con el agua y forman sustancias químicas denominadas hidróxidos o bases y liberan hidrógeno.



#### Reactividad con los hidróxidos o bases

Ciertas sustancias reaccionan con los compuestos denominados bases o hidróxidos. Por ejemplo, la reacción entre el ácido clorhídrico (HCl) y el hidróxido de sodio (NaOH) forma la sal común (NaCl).



#### Reactividad con los ácidos

Algunas sustancias reaccionan con los ácidos. Por ejemplo, el magnesio, que es un metal, reacciona con el ácido clorhídrico para formar hidrógeno gaseoso y una sal de magnesio.





## Las propiedades físicas

Las propiedades físicas son las características de una sustancia que pueden ser medibles u observables sin alterar su composición. Algunas de ellas son:

- **Organolépticas.** Se determina a través de los sentidos. Por ejemplo, el color, el olor, el sabor y la textura.
- **Estado de agregación.** Describe el estado sólido, líquido o gaseoso de una sustancia a una temperatura determinada. Por ejemplo, el hierro es líquido sobre una temperatura de 1535 °C, mientras que el mercurio lo es a temperatura ambiente.
- **Punto de ebullición.** Es la temperatura a la que una sustancia pasa del estado líquido al estado gaseoso. Por ejemplo, al nivel del mar, el punto de ebullición del agua es 100 °C, y el del alcohol etílico, 78,4 °C.
- **Punto de fusión.** Es la temperatura a la cual una sustancia pasa del estado sólido al estado líquido. Por ejemplo, el punto de fusión del agua es de 0 °C a nivel del mar.
- **Solubilidad.** Es la capacidad de una sustancia de disolverse en un medio (sólido, líquido o gaseoso) a una temperatura determinada. Por ejemplo, la sal en el agua a temperatura ambiente.
- **Densidad.** Es la relación entre la masa de una sustancia y su volumen:

$$\text{Densidad} = \text{Masa} / \text{Volumen}$$

Por ejemplo, la densidad del agua a 1 atm y 20 °C es 1 g/cm<sup>3</sup>.

- **Dureza.** Es la resistencia que opone una sustancia a ser rayada. Se puede medir usando la escala de Mohs, que va de 1 a 10, o escalas industriales como la de Brinell. Por ejemplo, el talco tiene dureza 1, y el diamante, dureza 10.
- **Elasticidad.** Es la capacidad de los cuerpos de recuperar su forma cuando la fuerza aplicada sobre ellos se suprime. Por ejemplo, los resortes y las ligas son elásticos.
- **Ductilidad.** Es la capacidad de ciertos materiales que, bajo la acción de una fuerza, se deforman sin romperse, transformándose en hilos o alambres. Por ejemplo, el oro.
- **Maleabilidad.** Es la capacidad de ciertos materiales para convertirse en láminas. Por ejemplo, el aluminio es maleable.
- **Tenacidad.** Es la resistencia de los cuerpos a romperse o deformarse cuando se los golpea. Por ejemplo, el acero.
- **Fragilidad.** Es la tendencia de algunos cuerpos a romperse o fracturarse. Por ejemplo, el yeso del cual está hecha la tiza es frágil.
- **Conductividad eléctrica.** Es la capacidad de algunas sustancias para transmitir la corriente eléctrica. Por ejemplo, el cobre, la sal en agua y la mayoría de los metales.

### PARA SABER MÁS

Las propiedades físicas del aluminio son:

- Es de color plateado.
- Es un sólido.
- Su punto de fusión es 660 °C.
- Es buen conductor de electricidad.

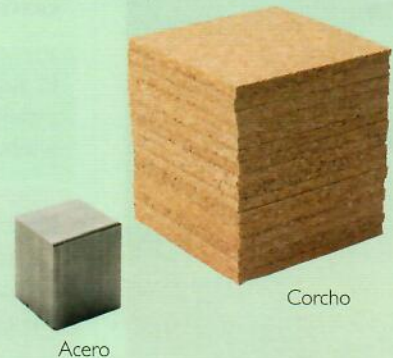
Las propiedades químicas del aluminio son:

- Reacciona con ácidos produciendo hidrógeno en estado gaseoso.



### ¿SABÍAS QUE...?

Un cubo de 1 kg de corcho es más grande que uno de 1 kg de acero, debido a que la densidad del corcho es menor que la densidad del acero.





# Los estados de agregación de la **materia**

La materia se presenta en tres estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso. Las propiedades de estos distintos estados se explican mediante la teoría cinética.

## La teoría cinética

Esta teoría fue desarrollada por James C. Maxwell (1831-1879) y Ludwig E. Boltzmann (1844-1906):

- La materia está formada por partículas (átomos, moléculas, iones) que se hallan más o menos unidas dependiendo del estado de agregación en que se encuentre un cuerpo.
- Las partículas se mueven más o menos libremente dependiendo de su estado. Cuanto más rápido se mueven, mayor es la temperatura de la sustancia.



## Los cinco estados de la materia

Los **sólidos** están formados por partículas unidas por fuerzas bastante intensas. Las partículas están en posiciones fijas y pueden rotar, vibrar e incluso romperse dependiendo de la energía suministrada.

Los **líquidos** están formados por partículas unidas por fuerzas más débiles que en los sólidos. Se forman pequeños grupos de partículas que se deslizan unos sobre otros. Por eso, los líquidos fluyen y su forma se adapta a la del recipiente. La diferencia con los sólidos es que hay algunos huecos y esto origina espacios libres donde saltan las partículas. Esa es la razón por la que los líquidos fluyen.

Los **gases** están formados por partículas más separadas entre sí, ya que las fuerzas son despreciables. Por eso, son poco densos y se comprimen con facilidad. Las partículas tienen un movimiento totalmente desordenado. A consecuencia de ese movimiento, chocan sobre las paredes del recipiente ejerciendo fuerza sobre ellas.

El **superfluido**. También conocido como condensado de Bose-Einstein. Es un estado que se consigue cuando un gas como el helio se licúa a altas presiones y temperaturas cercanas al cero absoluto ( $-273,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

El **plasma**. Estado de la materia que se produce al alcanzar millones de grados Celsius. Las partículas han perdido algunos electrones y se forma un gas donde los electrones y las partículas cargadas positivamente se mueven a gran velocidad. Por ejemplo, en el Sol.

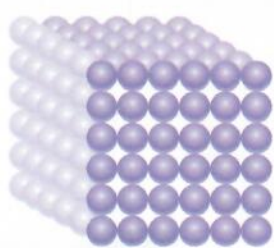


## Los cambios de estado de agregación de la materia

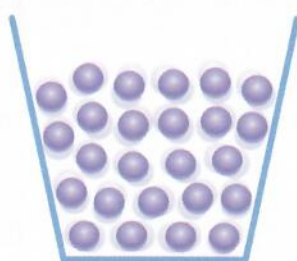
Como sabemos, las sustancias están constituidas por átomos, iones o moléculas. Estas partículas se hallan sujetas a fuerzas de cohesión y repulsión. Las fuerzas de atracción entre partículas de una misma sustancia se conocen como fuerzas de **cohesión**. Las fuerzas de repulsión son el resultado de la energía cinética que poseen las partículas y las mantiene en constante movimiento. La magnitud de este movimiento es directamente proporcional a la temperatura a la que se encuentra la sustancia.

Los cambios de estado dependen de las variaciones en las fuerzas de cohesión y de repulsión entre las partículas. Cuando se modifica la presión o la temperatura, la materia pasa de un estado a otro.

- Al aumentar la presión, las partículas se acercan y tienden a mantenerse unidas. Por ejemplo, un gas se transforma en líquido si es sometido a altas presiones.
- Al aumentar la temperatura, las partículas se mueven más rápido, aumentando la distancia entre ellas. Por ejemplo, si se calienta un líquido, este pasa al estado gaseoso.



Sólido



Líquido



Gas

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre los estados de agregación de la materia, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química* del Módulo de Biblioteca del Minedu.

**Sublimación.** Es el cambio directo del estado sólido al gaseoso sin pasar por el estado líquido. La sublimación solo se produce en algunos cuerpos, como el alcanfor y el yodo. El cambio de estado contrario es la sublimación inversa.

**Fusión.** Es el cambio de estado sólido a líquido por acción del calor o la presión. Para cada cuerpo, la fusión se produce a una temperatura fija llamada punto de fusión.

**Evaporización.** Es el paso del estado líquido al gaseoso por el aumento de la temperatura.

- Por evaporación. Cuando se produce a cualquier temperatura, de forma más o menos lenta, y solo se da en la superficie del líquido, es decir, de manera parcial.
- Por ebullición. Cuando ocurre en toda la masa del líquido, a presión constante, a una determinada temperatura llamada punto de ebullición.

**Condensación o licuación.** Es el paso de gas a líquido por disminución de temperatura o aumento de presión.

**Solidificación.** Es el paso del estado líquido al sólido. Para cada sustancia, la solidificación se produce a una temperatura fija, que coincide con su punto de fusión.





# Los cambios de la **materia**

Con mucha frecuencia, las sustancias experimentan transformaciones o cambios al ser sometidas a diferentes condiciones. Estos cambios son físicos o químicos.

## EN LA WEB

[http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/3quincena9/3q9\\_contenidos\\_1a.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/3quincena9/3q9_contenidos_1a.htm)

Página interactiva que contiene actividades sobre los cambios físicos y químicos.

## Los cambios físicos

Un **cambio físico** es una transformación en la que no varía la naturaleza de la materia. Antes y después del cambio, la materia se representa por la misma fórmula química. Ejemplos de cambios físicos son los cambios de estado y la mezcla y separación de sustancias.

### Ejemplos de cambios físicos

#### En el agua...

¿Qué le pasa al hielo al cabo de un tiempo?



#### En el alcohol...

¿Qué le ocurre al alcohol cuando hierve?  
¿Podríamos recuperar el alcohol si recogemos y enfriamos el gas que se desprende?



## PARA SABER MÁS

En los **cambios físicos**, es relativamente sencillo observar que se cumple la ley de la conservación de la masa. Si medimos la masa de un cubo de hielo antes de derretirse y la del agua obtenida luego de la fusión, veremos que es exactamente igual.

En un **cambio químico**, también se mantiene constante la masa después de la reacción. Si quemamos carbón, es notorio que las cenizas tienen menor masa que el carbón, si a esto le sumamos la masa de los gases, notaremos que la masa es constante antes y después de la reacción.

#### En el hierro y el azufre...

Al acercar un imán a la mezcla, ¿qué le pasa a las partículas de hierro?



#### En la disolución de una sal...

¿Qué le ocurre a la disolución cuando las partículas de una sal empiezan a dispersarse en el líquido?



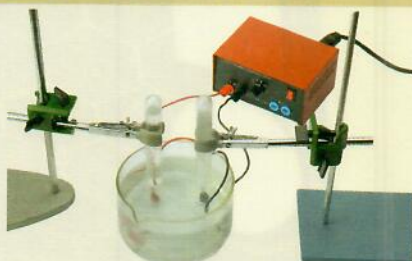


## Los cambios químicos

Un **cambio químico** es una transformación en la que varía la naturaleza de la materia. Antes del cambio, la materia se representa por una fórmula química, y después, por otra diferente. Ejemplos de cambio químico son las combustiones, las electrólisis, etc.

### Ejemplos de cambios químicos

#### Electrólisis del agua



Observa que aparecen burbujas en torno a uno de los electrodos. Se está desprendiendo hidrógeno. ¿Qué le ocurre al agua?

#### Combustión del alcohol

¿Qué le pasa al alcohol cuando arde?  
¿Podríamos recuperar el alcohol si recogemos y enfriamos los vapores que se desprenden?

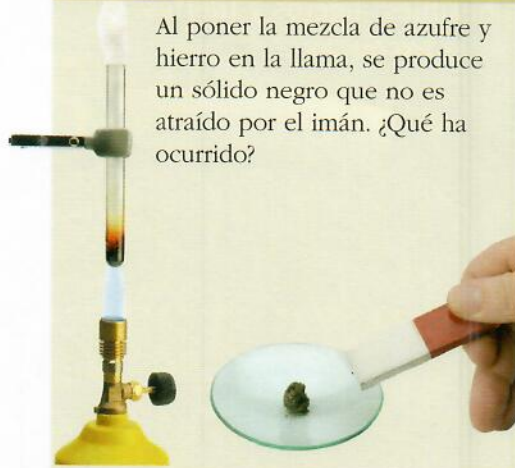


#### EN LA WEB

<http://www.fullquimica.com/2012/08/el-estado-plasmatico.html>

Página que presenta información sobre el estado plasmático.

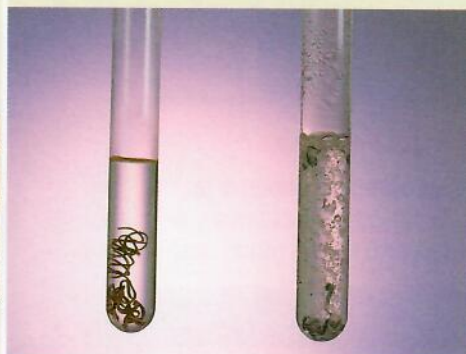
#### Al calentar hierro y azufre



Al poner la mezcla de azufre y hierro en la llama, se produce un sólido negro que no es atraído por el imán. ¿Qué ha ocurrido?

#### En la formación de gases

Cuando añades un ácido fuerte a algunos metales, se libera gas hidrógeno ( $H_2$ ). ¿A qué se debe esto?



#### En la formación de un sólido o precipitado

Al mezclar dos soluciones transparentes,  $Pb(NO_3)_2$  y  $KI$ , se deposita en el fondo un sólido amarillo de  $PbI_2$ . ¿Por qué?

Nitrato de plomo,  
 $Pb(NO_3)_2$

Yoduro de  
potasio,  $KI$

Yoduro de plomo,  $PbI_2$   
(precipitado amarillo)





**Y LA  
QUÍMICA ANOTA...**

# **¡GO!**

Los deportes evolucionan con el tiempo. Actualmente, los resultados de los atletas han mejorado y esto se debe, en gran medida, a que el equipamiento que utilizan se elabora con la última tecnología, que permite obtener materiales más flexibles, ligeros y fuertes.

**El fútbol no es la excepción.**

### **El cuerpo también es química**

Cuando hacemos ejercicio, algunos dolores se deben a la acumulación de ácido láctico en los tejidos musculares y al agotamiento de las reservas de glucógeno en los músculos.

### **Los zapatos**

Están fabricados con materiales que contienen policloruro de vinilo, poliuretanos termoplásticos, caucho o poliéster. Las suelas están hechas de espuma para contrarrestar el impacto. Estos materiales ofrecen gran resistencia al choque.

### **El pasto sintético**

Se elabora con nailon, microfilamentos de polietileno y polipropileno y látex, que lo vuelven resistente a los rayos ultravioleta. Asimismo, ofrece una textura similar al natural; ya no requiere riego ni fertilizantes.





### Los guantes

Anteriormente eran de piel, gamuza u otro material con plástico y ventosas. Actualmente, los materiales utilizados son el látex, la espuma, el microgrip, el roughprofile y la PS-poliamida. Estos materiales mejoran la flexibilidad, el agarre del balón y prolongan la durabilidad. (El cuero se hacía duro con la transpiración y la lluvia).

### El balón

Antiguamente era de cuero y poco elástico, y absorbía mucha agua cuando llovía. En la actualidad, se emplean en su fabricación poliuretanos debido a la impermeabilidad y a su extrema resistencia al desgaste. Incluso con lluvia intensa mantiene su peso original y trayectoria.

### La ropa deportiva

Las ligeras playeras están fabricadas con nailon, licra, poliéster y otras fibras sintéticas que absorben mejor la transpiración, permiten una adecuada circulación del aire y evitan que la temperatura del deportista suba demasiado.

### Los remedios

Todos los futbolistas han experimentado una lesión. Los aerosoles antiinflamatorios provocan el enfriamiento del músculo y producen un alivio temporal. Otros ungüentos aceleran la circulación sanguínea en la periferia, lo cual crea una sensación de calor.

### Las bebidas rehidratantes

Tras realizar una intensa actividad física, el cuerpo pierde mucha agua y sales minerales mediante el sudor. Es entonces cuando las bebidas rehidratantes entran en acción debido a que contienen electrolitos y azúcares simples. Este tipo de bebidas ayuda a retrasar la fatiga y a mejorar el rendimiento de los deportistas.



# Resumen

## Ideas principales

### LA MATERIA

#### Materia y sus clases

La materia es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa.

- Se clasifica en sustancias puras y mezclas:
  - Sustancias puras. Son elementos o compuestos químicos.
  - Mezclas. Son uniones físicas de dos o más sustancias que se separan por medios físicos.

#### Técnicas de separación de mezclas

##### Sólido de sólido

- Tamizado
- Levigación



Tamización

##### Sólido de líquido

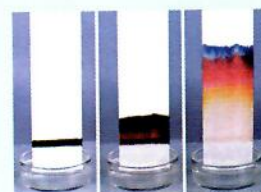
- Decantación
- Filtración
- Centrifugación



Filtración

##### Líquido de líquido

- Destilación simple
- Destilación fraccionada
- Cromatografía



Cromatografía

#### Propiedades

- Propiedades generales. Características comunes a toda la materia (masa, peso, inercia, porosidad e impenetrabilidad).
- Propiedades específicas. Características que diferencian unas sustancias de otras.
  - Propiedades químicas. Son las que determinan el comportamiento de las sustancias cuando se ponen en contacto con otras: combustión, reactividad con el agua, reactividad con los ácidos y bases.
  - Propiedades físicas. Son las características de una sustancia que son medibles u observables sin alterar su composición: organolépticas, puntos de fusión y ebullición, solubilidad, entre otras.

#### Estados

- Se presenta en cinco diferentes estados:

| Sólido              | Líquido             | Gaseoso            |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| – Forma constante   | – Forma variable    | – Forma variable   |
| – Volumen constante | – Volumen constante | – Volumen variable |
| – No se expanden    | – No se expanden    | – Se expanden      |
| – No se comprimen   | – Se comprimen poco | – Se comprimen     |

Plasma: gas a millones de grados Celsius. El sol.

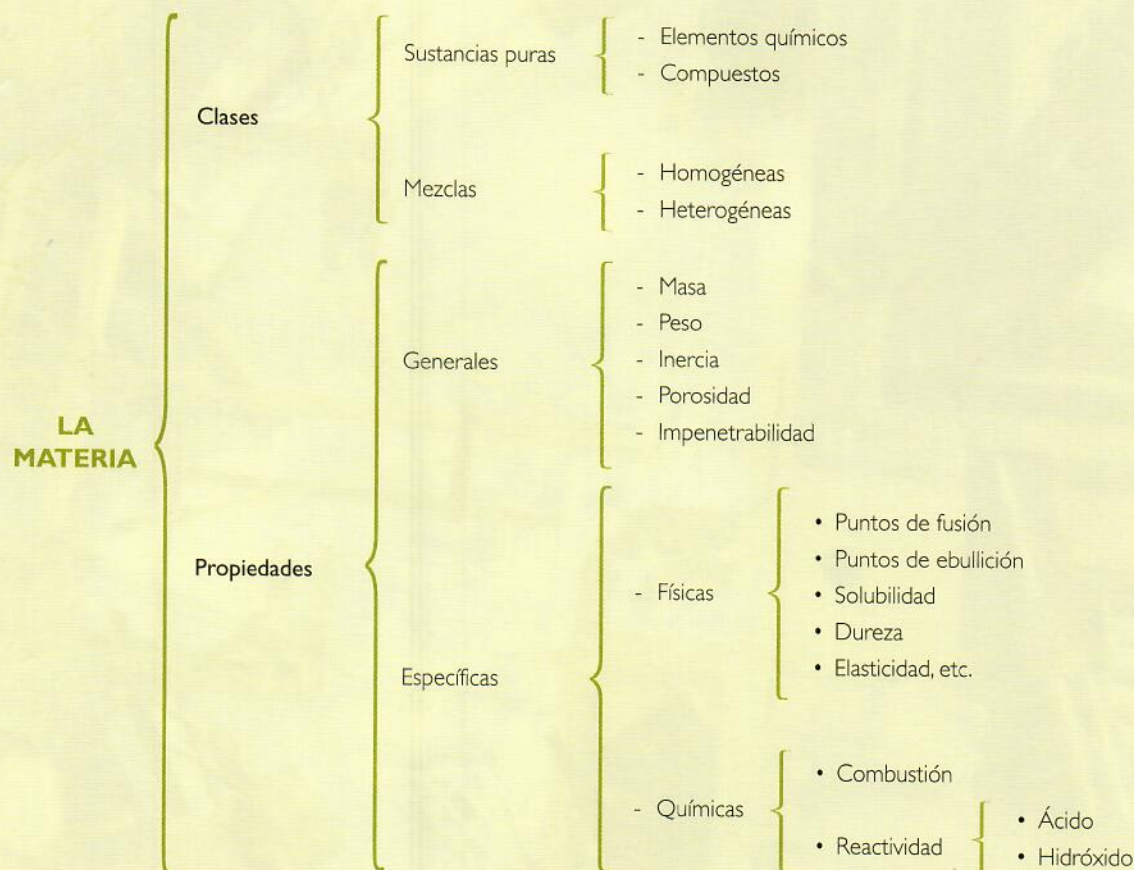
Superfluido o condensado de Bose-Einstein: helio a altas presiones y temperatura.

#### Cambios

- Las sustancias experimentan transformaciones o cambios cuando son sometidas a diferentes condiciones.
  - Cambios físicos. Transformación en la que no varía la naturaleza de la materia, como los cambios de estado.
  - Cambios químicos. Transformación en la que sí varía la naturaleza de la materia. También son llamados reacciones químicas.



## Organizador visual: cuadro sinóptico



### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En estos sitios web, encontrarás información acerca de la materia, clasificación, propiedades, cambios de estado, que reforzarán lo aprendido.

- Junta de Andalucía.(s.f.). *Propiedades de la materia. Química*. Recuperado de [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29701428/ccnn/interactiv/mat\\_02/materia\\_2\\_01.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29701428/ccnn/interactiv/mat_02/materia_2_01.htm)
- Sánchez, F. (2009). *La materia*. Recuperado de [http://cplosangeles.juntaextremadura.net/web/edilim/tercer\\_ciclo/cmedio/la\\_materia/la\\_materia/la\\_materia.html](http://cplosangeles.juntaextremadura.net/web/edilim/tercer_ciclo/cmedio/la_materia/la_materia/la_materia.html)

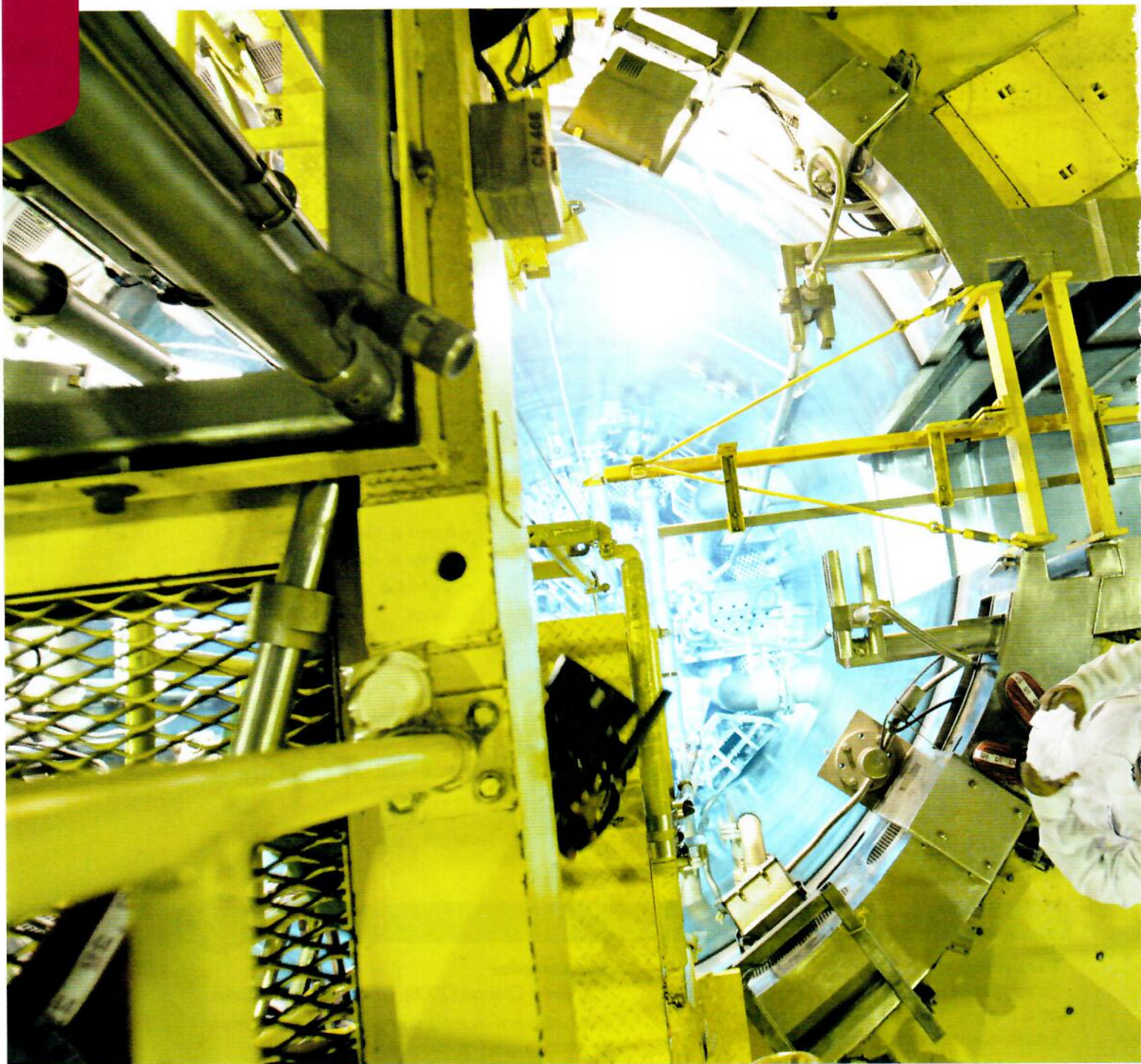
#### Para ampliar

Discovery Channel (2008). *La materia y sus estados*.

Este video nos muestra que la materia se encuentra en todo lo que nos rodea. Asimismo, brinda información sobre el estado plasmático, llamado cuarto estado de la materia, que se encuentra en los volcanes.

El fundamento teórico para los cambios de estado es el aumento de energía que se le proporciona a las moléculas de las sustancias.





### IDEAS CLAVE

- Los primeros modelos atómicos
- Los modelos atómicos de Rutherford y Bohr
- El modelo atómico actual
- Los números cuánticos
- La configuración electrónica
- El núcleo atómico
- Los isótopos
- La radiactividad
- Las aplicaciones de isótopos radiactivos



## 2

## El átomo

## LEEMOS

## Una visión íntima de la materia

Las enfermedades como el cáncer pueden ser tratadas de distintas maneras, por ejemplo, con quimioterapia o radioterapia. Isótopos radiactivos, como el tecnecio-99 y el yodo-131, son usados para diagnosticar enfermedades óseas y tratar cáncer de tiroides, respectivamente.

En Carabayllo, Lima, contamos con la Central Nuclear Óscar Miró Quesada de la Guerra (Racso). Este centro nuclear de investigación ha contribuido a la producción científica e innovación tecnológica para la salud y el desarrollo del país por casi 30 años. Está a cargo del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y comprende varias secciones: el RP10 (núcleo del reactor nuclear), el laboratorio de física experimental de reactores, el laboratorio de ciencias, el laboratorio secundario de calibraciones, la planta de gestión de residuos radioactivos y, por último, la planta de producción de radioisótopos usados para el diagnóstico y tratamiento de distintas enfermedades oncológicas.

El lugar tiene medidas de seguridad especiales, como celdas construidas con ladrillos de plomo de 50 y 100 mm de espesor, pinzas o telemanipuladores y visores de vidrio plomado. Para producir estos radioisótopos, primero se irradian las sustancias de interés por horas dentro del reactor y luego son sometidas a procesos de control de calidad físicos, químicos y biológicos.

*¿Por qué es necesario proteger con ladrillos de plomo y visores plomados a los trabajadores del reactivo nuclear? ¿Qué ventajas para el desarrollo del Perú conlleva contar con nuestra propia planta nuclear? ¿Qué aplicaciones comerciales tienen los radioisótopos y la irradiación de distintos productos?*

Archivo diario El Peruano

Central Nuclear Óscar  
Miró Quesada de la Guerra  
(Racso), en Carabayllo, Lima

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al finalizar esta unidad, podrás conocer la estructura básica del átomo y los conceptos número atómico, número másico, isótopo y masa atómica. Asimismo, serás capaz de comprender el desarrollo de los modelos atómicos y caracterizar el comportamiento y la organización de los electrones en el átomo como resultado del modelo actual del átomo.





## Introducción a la unidad

En nuestro planeta existen cientos de miles de sustancias diferentes que están formadas por moléculas, átomos e iones, los cuales son objeto de intensos estudios. El electromagnetismo, la mecánica cuántica y la radiactividad han sido fundamentales para explicar el comportamiento de los átomos; además, gracias a este conocimiento, podemos explicar fenómenos que ocurren en nuestra vida cotidiana.

Al finalizar esta unidad, serás capaz de comprender el desarrollo de los modelos atómicos, también podrás aplicar la teoría de los números cuánticos para determinar la probable ubicación de los electrones. Además, lograrás conocer las potenciales cantidades de energía disponible en los núcleos atómicos. Esto te ayudará a comprender la complejidad del apasionante mundo de la química.

# Los primeros modelos atómicos

Las investigaciones de físicos y químicos acerca de la composición de la materia nos muestran que hay poco más de un centenar de distintas sustancias simples o elementos que forman determinados tipos de **átomos**, las partículas más pequeñas de la materia.

## De la materia al átomo

La mayor parte de la materia conocida está formada por sustancias compuestas. En ellas se encuentran átomos de dos o más clases, combinados siempre en proporciones exactas y fijas.

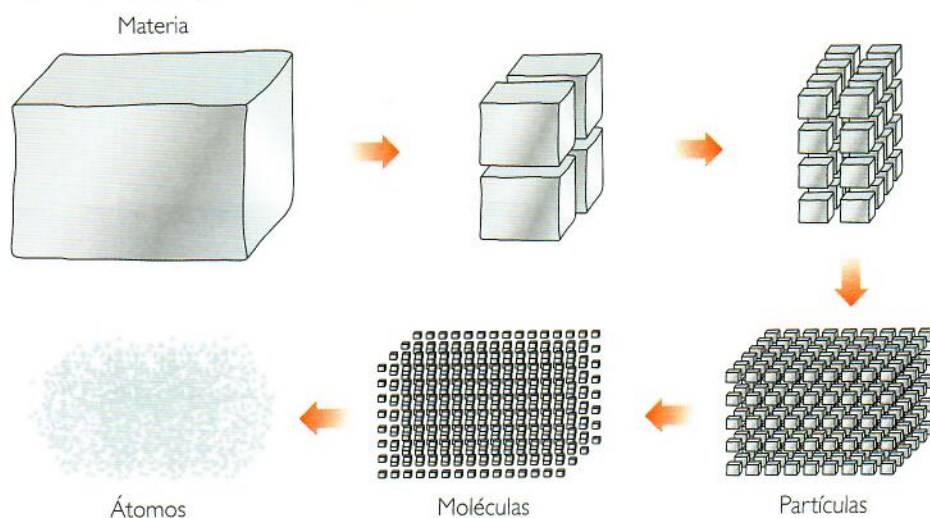
Las sustancias simples, como hidrógeno, oxígeno, carbono, silicio, se pueden dividir en partes cada vez más pequeñas, hasta el momento en que la partícula no puede hacerse más pequeña sin perder sus propiedades características. A esta partícula la llamamos **átomo**.

### GLOSARIO

**Átomo.** Menor porción de un elemento que conserva sus propiedades características.

**Elemento.** Sustancia más simple de la naturaleza, formada por un tipo de átomos.

**Molécula.** Conjunto de al menos dos átomos enlazados covalentemente, que forman un sistema estable y eléctricamente neutro.





# La evolución del modelo atómico

## De Demócrito a Dalton

**Demócrito de Abdera**, filósofo griego del siglo V a.C., fue el primero en plantear la idea de que la materia estaba formada por **átomos**. Postuló también que había distintos tipos de átomos: redondos, lisos, irregulares y torcidos, y que esta diversidad daba origen a diferentes tipos de materia.

Dos mil años después, el científico inglés **John Dalton** retomó la idea de los griegos y se basó en resultados de laboratorio para inferir la existencia de los átomos, según él, indivisibles.

La teoría atómica de Dalton se resume en los siguientes enunciados:

- La materia está formada por átomos, partículas indivisibles e indestructibles.
- Todos los átomos de un mismo elemento químico son iguales en cuanto a masa, tamaño y cualquier otra característica, y distintos de los átomos de cualquier otro elemento.
- Los compuestos se forman por combinaciones de átomos de diversos elementos en una proporción constante.

## Modelo de Thomson

En 1897, el científico británico **Joseph John Thomson** (1856-1940) realizó experiencias en tubos de descarga: tubos con un polo positivo (ánodo) y otro negativo (cátodo) en los que se provocaba una descarga eléctrica por medio de altos voltajes. Así, Thomson comprobó que en los átomos de los elementos químicos existen partículas con carga eléctrica negativa a las que denominó **electrones**. Estas partículas parten del cátodo en línea recta y pueden ser desviadas por la acción de campos magnéticos y eléctricos.

Según Thomson, el átomo debía ser como una gran masa de carga positiva, e insertados en ella debían estar los electrones, como si fuera un pudín con pasas.

La carga negativa de los electrones compensaba la carga positiva, para que el átomo fuera neutro.

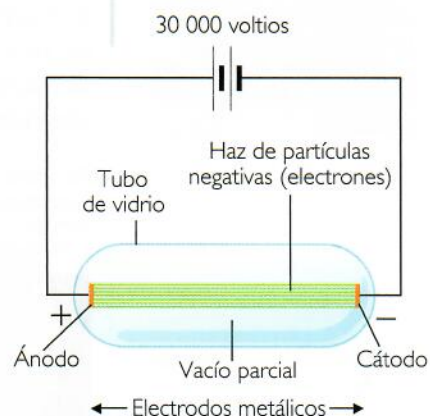


Modelo atómico de Dalton

### ¿SABÍAS QUE...?

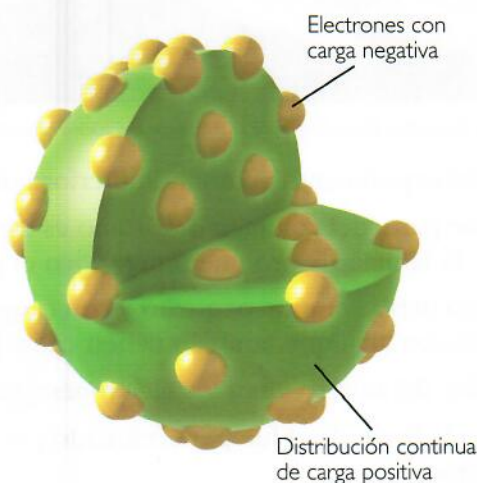
A comienzos del siglo XIX, se daba la siguiente situación en las ciencias:

- Dalton había determinado que la materia estaba formada por átomos.
- Distintas experiencias demostraron que la materia podía ganar o perder cargas eléctricas.



Tubos de descarga empleada por Thomson

Esquema atómico de Thomson.  
En color verde se representa la carga positiva, y en amarillo, la carga negativa.







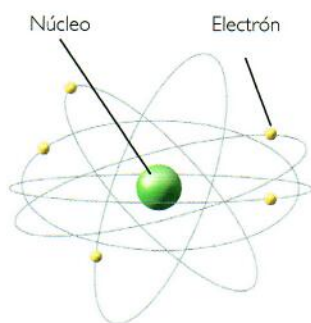
# Los modelos atómicos de Rutherford y Bohr

## PARA SABER MÁS

Posteriormente experimentos permitieron a Rutherford descubrir el protón, una partícula que tiene la misma carga que el electrón, pero positiva. Además, su masa es unas 1840 veces mayor que la del electrón.

Finalmente, en 1931, James Chadwick descubrió que en los átomos había una tercera partícula que no tenía carga eléctrica, pero cuya masa era similar a la del protón. La llamó neutrón.

Hoy en día sabemos, además, que en el átomo hay otras partículas más pequeñas, llamadas *quarks*, que se unen formando los protones y los neutrones.



El modelo de Rutherford está formado por un núcleo de carga positiva que concentra casi toda la masa y alrededor de él se encuentran los electrones girando.

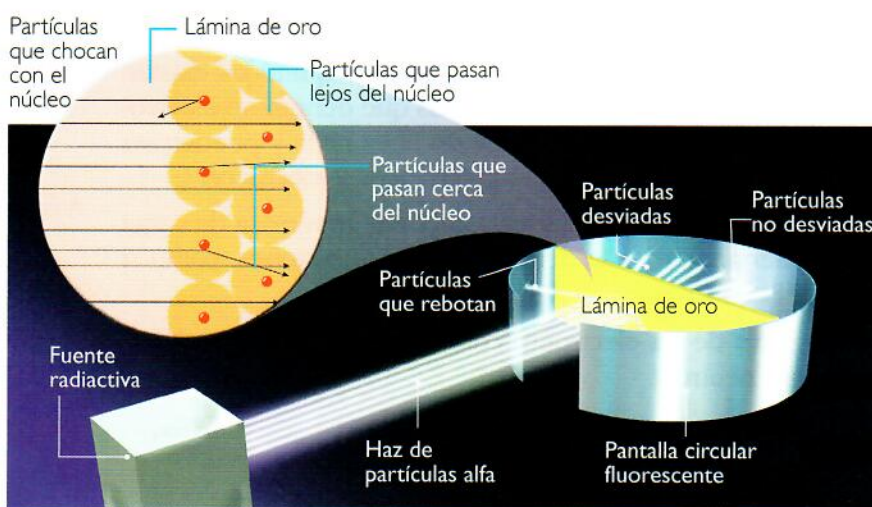
Los inicios del siglo XX fueron épocas de efervescencia científica.

En pocas décadas, se descubrió que los átomos no eran indivisibles, sino que estaban formados por varios tipos de partículas diferentes en masa y propiedades, y sucesivamente se propusieron modelos para explicar cómo se organizan las partículas subatómicas.

## El modelo atómico de Rutherford

A principios del siglo XX, Ernest Rutherford continuó con el estudio del átomo y optó por el bombardeo de átomos con radiaciones penetrantes para averiguar qué había en su interior. Siguiendo esta idea, sometió láminas muy delgadas de oro a la acción de rayos alfa.

Los rayos alfa (núcleos de helio) son partículas más pequeñas que el átomo de oro y tienen carga positiva. En su experimento, Rutherford observó que la mayor parte de las partículas atravesaban la lámina, un número menor se desviaba de su trayectoria y solo algunas eran repelidas.



Mediante este dispositivo, Rutherford infirió la existencia del núcleo atómico.

A partir del experimento anterior, Rutherford dedujo lo siguiente:

- La mayor parte del volumen del átomo es espacio vacío. Por eso, los átomos de la lámina de oro interferían poco el paso de las partículas alfa.
- El núcleo debía ser muy pequeño y con carga positiva porque rechazaba las partículas alfa, que también tienen carga positiva.
- Alrededor del núcleo giran los electrones, pero están muy alejados de él.

El modelo de Rutherford fue perfeccionado por Bohr y otros científicos que lo sucedieron.



## El modelo atómico de Bohr

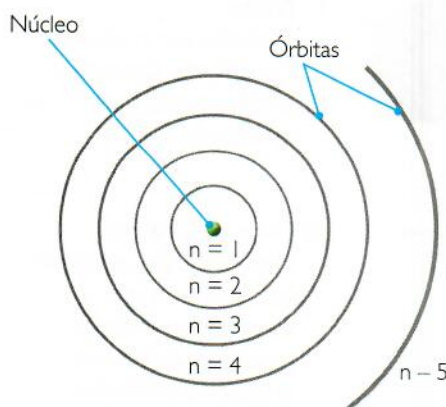
En 1913, **Niels Bohr** (1885-1962) consideró que los electrones giran alrededor del núcleo solamente en determinadas órbitas circulares “permitidas”, donde no pierden energía aunque giren y, por consiguiente, no caen hacia el núcleo.

Así pues, en el átomo, los electrones se organizan en capas y, en cada capa, tendrán una cierta energía; por esto, a las capas se las denomina **niveles de energía**. A medida que se van llenando estos niveles, los electrones se van situando en niveles superiores de mayor energía.

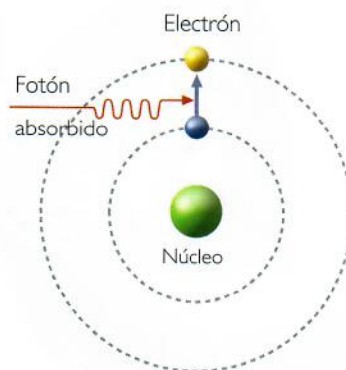
La principal diferencia entre el modelo atómico de Rutherford y el de Bohr es que, en el primero, los electrones giran describiendo órbitas a una distancia cualquiera del núcleo, mientras que en el modelo de Bohr, los electrones giran solamente en determinados niveles de energía.

Los postulados del modelo atómico de Bohr son los siguientes:

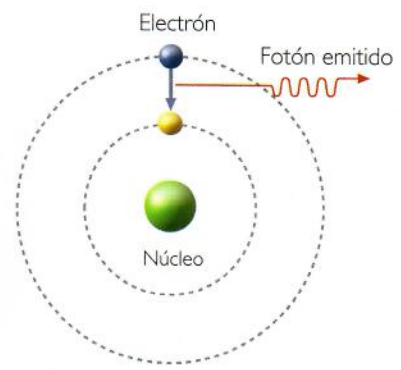
- Los átomos están formados por un núcleo, donde se encuentran los protones, y por electrones girando alrededor, que describen **órbitas circulares estables**. Cuando el electrón gira en una de estas órbitas, no emite energía.
- Los electrones giran en un **número limitado de órbitas estables**; es decir, un electrón no puede moverse a cualquier distancia, sino siempre a una distancia determinada.
- Cuando un electrón se mueve en una **órbita determinada**, tiene **energía constante**; entonces se dice que está en su **estado fundamental**. Un electrón puede pasar de una órbita a otra. Cuando absorbe energía se excita y pasa a una órbita superior, y cuando emite esa energía regresa a su órbita inicial.



En cada órbita, el electrón tiene una determinada energía. Mientras que el electrón no cambie de órbita su energía no varía.



Para que un electrón pase a una órbita más alejada del núcleo, hay que comunicarle energía.



Cuando un electrón pasa de una órbita alejada a otra órbita más próxima al núcleo, pierde energía.

### GLOSARIO

**Órbita.** Trayectoria que describe el electrón en su giro alrededor del núcleo.

**Partícula alfa.** Núcleo de un átomo de helio con carga positiva.

### ¿SABÍAS QUE...?

La carga negativa de los electrones hace que sean atraídos por el núcleo, donde se concentra la carga positiva. El único modo de vencer esta atracción es el continuo movimiento de los electrones alrededor del núcleo, que los atrae hacia el centro. Sucede algo similar a lo que ocurre entre el Sol y los planetas: el Sol los atrae y estos giran a su alrededor.





# El modelo atómico **actual**

## ¿SABÍAS QUE...?

La espectroscopia se basa en la absorción o emisión de radiación electromagnética, por ejemplo, algunas sustancias al calentarlas emiten luz. Si la luz emitida se hace pasar a través de un prisma, se descompone en un conjunto de radiaciones denominado espectro.

En 1859, Bunsen y Kirchhoff desarrollaron un aparato denominado espectroscopio que permite observar espectros de diversas sustancias.

El modelo de Bohr tampoco es suficientemente preciso para indicar dónde se encuentra cada electrón de un átomo. Investigaciones avanzadas sobre los espectros de los átomos demostraron que algunos niveles de energía tenían, a su vez, subniveles.

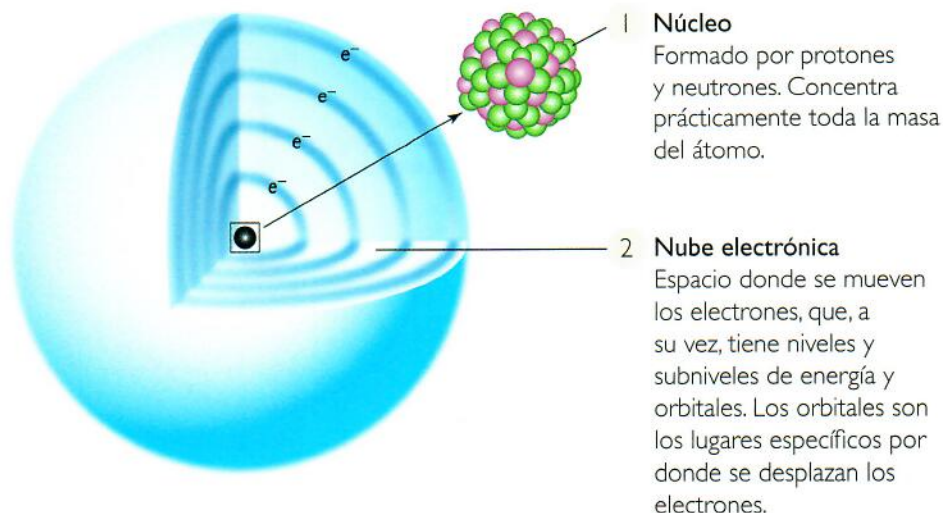
## El modelo atómico cuántico

El modelo de Bohr tampoco es suficientemente preciso para indicar dónde se encuentra cada electrón de un átomo. Por ello, el científico austriaco **Erwin Schrödinger** (1887-1961) estableció un nuevo modelo atómico basándose en dos principios de la mecánica cuántica:

- **Principio de dualidad onda-corpúsculo.** Enunciado en 1923 por el francés Louis de Broglie (1892-1987), indica que toda partícula que se mueve lleva asociada una onda.
- **Principio de incertidumbre.** Enunciado en 1927 por el alemán Werner Heisenberg (1901-1976), indica que es imposible conocer a la vez y con exactitud la posición y el momento lineal del electrón.

Los estudios de Erwin Schrödinger permitieron establecer el modelo mecánico-cuántico del átomo, que se considera válido actualmente.

Este modelo plantea que el átomo está constituido por las siguientes partes:



## PARA SABER MÁS

El conocimiento de los electrones por medio de la teoría cuántica permitió la construcción del primer microscopio electrónico. Al trabajar con los electrones, este instrumento registra las imágenes de los objetos, de manera similar a como ocurre en un televisor.

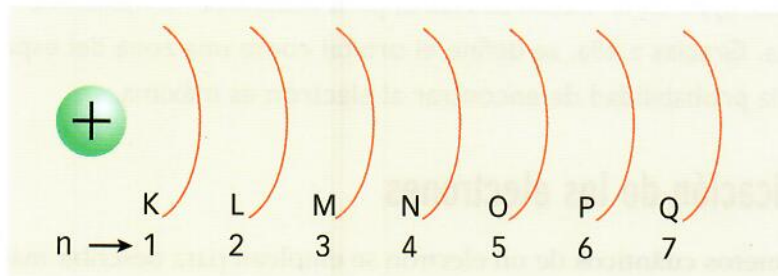




## Los niveles de energía (n)

Los niveles de energía son las regiones de la nube electrónica donde se encuentran los **electrones con similar valor de energía**. En cada nivel de energía solo se puede alojar un número determinado de electrones. Hasta el cuarto nivel, el número de electrones es igual a  $2n^2$ .

Por ejemplo, en el tercer nivel hay como máximo  $2(3)^2 = 18$  electrones.



Los siete niveles de energía son K, L, M, N, O, P y Q.  
Proviene de la espectroscopia con rayos X.

## Los subniveles de energía

Cada nivel de energía de un átomo tiene uno o más subniveles, debido a que los electrones ( $e^-$ ) que se hallan en el mismo nivel se diferencian ligeramente en la energía que poseen. Los subniveles se designan por las letras s, p, d, f y cada uno tiene una capacidad fija para alojar electrones:

$$s \rightarrow 2 e^- \quad p \rightarrow 6 e^- \quad d \rightarrow 10 e^- \quad f \rightarrow 14 e^-$$

$\rightarrow =$  alberga como máximo

## Los orbitales

Los orbitales son regiones de la nube electrónica donde la **posibilidad de encontrar un electrón es máxima**. Como no se puede conocer con exactitud la posición de los electrones, se establece que giran en una región del espacio energético donde, estadísticamente, es más probable encontrar un electrón (Reempe).

Un orbital puede albergar como máximo 2 electrones, que se diferencian entre sí por el sentido del giro sobre su eje.

| Niveles de energía | Subniveles de energía | N.º máximo de $e^-$ |
|--------------------|-----------------------|---------------------|
| 1                  | 1s                    | 2                   |
| 2                  | 2s, 2p                | 8                   |
| 3                  | 3s, 3p, 3d            | 18                  |
| 4                  | 4s, 4p, 4d, 4f        | 32                  |
| 5                  | 5s, 5p, 5d, 5f        | 32                  |
| 6                  | 6s, 6p, 6d            | 18                  |
| 7                  | 7s, 7p                | 8                   |

Niveles y subniveles de energía

Orbital desapareado  
(con un electrón)

↑

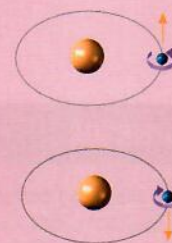
Orbital apareado  
(con dos electrones)

↑↓

Los orbitales pueden estar apareados o desapareados.

### ¿SABÍAS QUE...?

Además de girar alrededor del núcleo, los electrones giran sobre sí mismos y pueden hacerlo en un sentido o en el otro.



### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre la energía de los orbitales, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

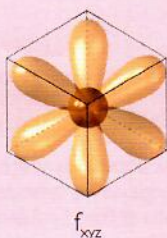


# Los números cuánticos

La ciencia va evolucionando y experiencias posteriores llevaron a abandonar la idea de las órbitas estacionarias de Bohr, que se regían según las leyes de la mecánica clásica para establecer la mecánica cuántica. Gracias a ella, se define el orbital como una zona del espacio donde la probabilidad de encontrar al electrón es máxima.

## PARA SABER MÁS

Los siete orbitales  $f$  tienen formas muy complejas. Cada uno presenta ocho lóbulos. Son los orbitales de mayor energía. Su representación es muy compleja.



## La ubicación de los electrones

Los **números cuánticos** de un electrón se emplean para describir matemáticamente un modelo tridimensional del átomo y, por lo tanto, pueden representarse gráficamente. Se necesitan cuatro números cuánticos: el principal, el secundario, el cuántico magnético y el espín.

### El número cuántico principal ( $n$ )

Indica el nivel de energía principal que el electrón ocupa, es decir, describe la **distancia promedio del electrón hacia el núcleo**. Sus valores son números enteros positivos a partir de uno.

|       |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| $n =$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|

### El número cuántico secundario ( $\ell$ )

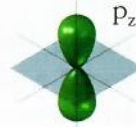
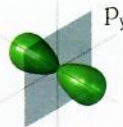
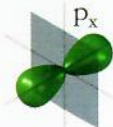
Llamado también azimutal, indica el **subnivel energético del electrón** dentro de cada nivel y describe la forma del orbital que ocupa. Sus valores dependen de  $n$  y van de 0 a  $(n - 1)$ . Cada uno de estos valores, a su vez, se designan con una letra:

| Subniveles        | s | p | d | f |
|-------------------|---|---|---|---|
| Valores de $\ell$ | 0 | 1 | 2 | 3 |

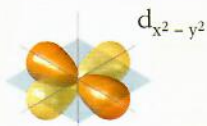
#### Orbital s (1 orientación)



#### Orbitales p (3 orientaciones)



#### Orbitales d (5 orientaciones)





## El número cuántico magnético ( $m_\ell$ )

Describe la orientación del orbital en el espacio. Para cada valor de  $\ell$ ,  $m$  puede tomar todos los valores enteros comprendidos entre  $-\ell$  y  $+\ell$ , incluyendo el cero. Así, si  $\ell = 2$ , los posibles valores de  $m$  serán  $-2, -1, 0, 1$  y  $2$ . El número de orbitales dentro de cada subnivel responde a la ecuación  $m_\ell = 2\ell + 1$

Relación entre el nivel y el número de orbitales

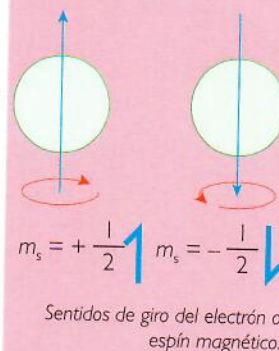
| Niveles (n) | Subniveles ( $\ell$ ) | N.º cuántico magnético (m) | Nombre de los orbitales                                                                                         | N.º total de orbitales |
|-------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1           | 0 (1s)                | 0                          | 1s                                                                                                              | 1                      |
| 2           | 0 (2s)                | 0                          | 2s                                                                                                              | 4                      |
|             | 1 (2p)                | -1 0 +1                    | 2p <sub>x</sub> 2p <sub>y</sub> 2p <sub>z</sub>                                                                 |                        |
| 3           | 0 (3s)                | 0                          | 3s                                                                                                              | 9                      |
|             | 1 (3p)                | -1 0 +1                    | 3p <sub>x</sub> 3p <sub>y</sub> 3p <sub>z</sub>                                                                 |                        |
|             | 2 (3d)                | -2 -1 0 +1 +2              | 3d <sub>1</sub> 3d <sub>2</sub> 3d <sub>3</sub> 3d <sub>4</sub> 3d <sub>5</sub>                                 |                        |
| 4           | 0 (4s)                | 0                          | 4s                                                                                                              | 16                     |
|             | 1 (4p)                | -1 0 +1                    | 4p <sub>x</sub> 4p <sub>y</sub> 4p <sub>z</sub>                                                                 |                        |
|             | 2 (4d)                | -2 -1 0 +1 +2              | 4d <sub>1</sub> 4d <sub>2</sub> 4d <sub>3</sub> 4d <sub>4</sub> 4d <sub>5</sub>                                 |                        |
|             | 3 (4f)                | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3        | 4f <sub>1</sub> 4f <sub>2</sub> 4f <sub>3</sub> 4f <sub>4</sub> 4f <sub>5</sub> 4f <sub>6</sub> 4f <sub>7</sub> |                        |

## El número cuántico espín ( $m_s$ )

Hace referencia al giro del electrón sobre su propio eje. Solo son posibles dos sentidos de giro: horario y antihorario, y el número cuántico  $m_s$  puede tomar dos valores:  $+1/2$  o  $-1/2$ .

### PARA SABER MÁS

El espín es el principal responsable de las propiedades magnéticas de los átomos y las moléculas. El electrón en rotación puede considerarse como un pequeño imán.



### EJEMPLO RESUELTO 1

Determinar los números cuánticos de un átomo de oxígeno.

- La distribución de los electrones en los niveles y subniveles del átomo de oxígeno es  $1s^2, 2s^2, 2p^4$ .
- Los números cuánticos de los electrones del átomo de oxígeno son:

| Tipo de orbitales            | n | $\ell$ | $m_\ell$ | $m_s$ |
|------------------------------|---|--------|----------|-------|
| 1s <sup>2</sup>              | 1 | 0      | 0        | +1/2  |
|                              | 1 | 0      | 0        | -1/2  |
| 2s <sup>2</sup>              | 2 | 0      | 0        | +1/2  |
|                              | 2 | 0      | 0        | -1/2  |
| 2p <sub>x</sub> <sup>2</sup> | 2 | 1      | -1       | +1/2  |
|                              | 2 | 1      | -1       | -1/2  |
| 2p <sub>y</sub> <sup>1</sup> | 2 | 1      | 0        | +1/2  |
| 2p <sub>z</sub> <sup>1</sup> | 2 | 1      | -1       | +1/2  |

### EN LA WEB

<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/1-cdquimica-tic/applets/numeroscuanticos-yorbitales-1/teoria-numeroscuanticos12.htm>

Página que presenta información sobre los números cuánticos.



# La configuración electrónica

Ya hemos visto que los electrones se distribuyen en orbitales situados a cierta distancia del núcleo, ¿pero cómo ocurre esa distribución?

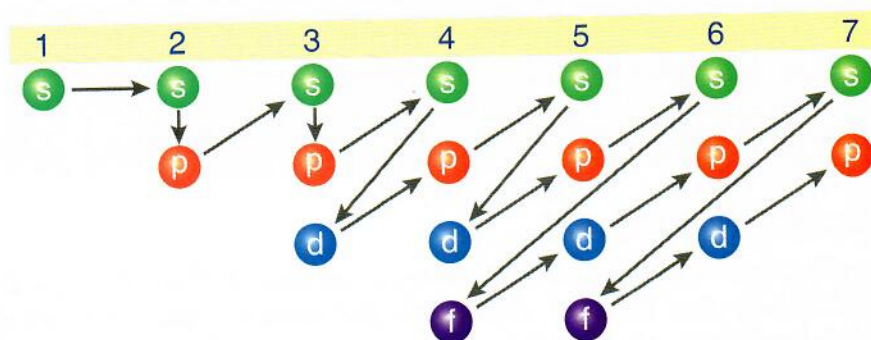
## La distribución de electrones en un átomo

La **configuración electrónica** en el átomo es el modo como están distribuidos los electrones alrededor del núcleo. La distribución de electrones en los átomos con un estado de energía basal o mínimo se rige por tres principios:

### El principio de mínima energía

Los electrones se colocan en el orbital de menor energía disponible.

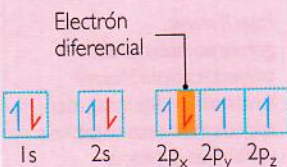
El orden de energía de los orbitales no coincide con el de los niveles. Para recordar este orden, se aplica la regla de las diagonales o diagrama de Moeller, también llamada **regla del serrucho**.



Regla de las diagonales

### PARA SABER MÁS

El **electrón diferencial** es el que hace que un elemento sea diferente (en cuanto a su estructura atómica) al que se encuentra antes y al que se halla después de él.



Otro aspecto importante de señalar son los **electrones de valencia**, los cuales corresponden a los ubicados en el último nivel de energía del átomo.



Se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Los electrones se distribuyen siguiendo el sentido de las flechas.
- Solo una vez llenado un subnivel se puede pasar al siguiente.
- En cada nivel, siempre se empieza con el orbital *s* y se termina con el orbital *p* del mismo nivel.

### El principio de exclusión de Pauli

En un átomo no pueden haber dos electrones que tengan los cuatro números cuánticos iguales.

En consecuencia, en un orbital (definido por  $n$ ,  $\ell$  y  $m_\ell$ ) solo puede haber dos electrones (uno con espín  $m_s = +1/2$  y otro con  $m_s = -1/2$ ).

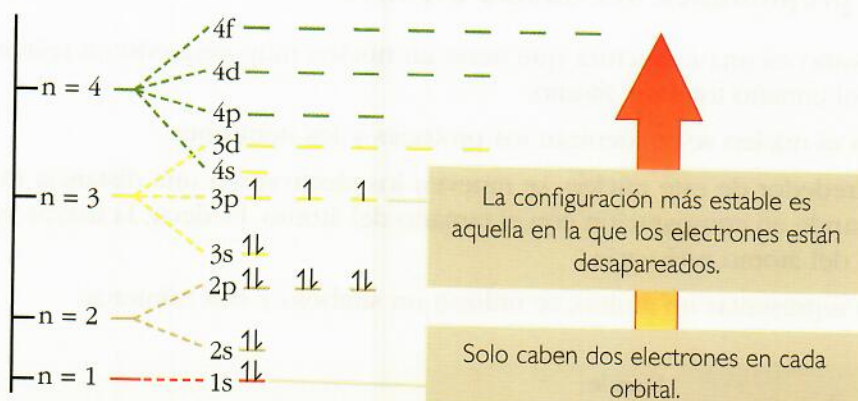
### El principio de la máxima multiplicidad de Hund

Los electrones de un determinado subnivel de energía no se aparean en un orbital hasta que todos los orbitales del subnivel tengan por lo menos un electrón cada uno. Los electrones apareados tendrán espín opuesto, y los no apareados, el mismo espín.



## La energía de los orbitales

En la figura inferior, se muestra la configuración electrónica de un átomo de fósforo ( $Z = 15$ ). En ella se observan los cuatro primeros niveles y su orden de energía. Se puede notar que el orden de energía de los orbitales no coincide con el de los niveles. Por ejemplo, el subnivel  $4s$  tiene una energía menor que el  $3d$ ; por eso, el orbital  $4s$  se llena antes que el  $3d$ . También se observa que en el nivel 3, en los orbitales  $p$ , los tres electrones se sitúan cada uno en un subnivel con los espines iguales. Esto cumple el principio de máxima multiplicidad de Hund (regla de Hund).



Las flechas representan los electrones que puede haber en cada orbital. Si están hacia arriba, indican que tienen un valor de espín  $(+1/2)$ ; y si están hacia abajo, el opuesto  $(-1/2)$ .

### EN LA WEB

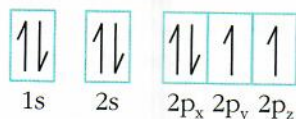
[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/atomos/elelectron.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/atomos/elelectron.htm)

Página que presenta actividades interactivas sobre los números cuánticos.

### EJEMPLO RESUELTO 2

Determina los cuatro números cuánticos para el último y penúltimo electrón del átomo de oxígeno.

- La configuración electrónica del átomo de oxígeno es  $1s^2, 2s^2, 2p^4$ .
- Aplicando la regla de Hund, se obtiene:



- Los números cuánticos del último y penúltimo electrón del átomo de oxígeno son:

| Tipo de orbitales            | n | ℓ | m <sub>ℓ</sub> | m <sub>s</sub> |
|------------------------------|---|---|----------------|----------------|
| 2p <sub>x</sub> <sup>1</sup> | 2 | 1 | -1             | -1/2           |
| 2p <sub>z</sub> <sup>1</sup> | 2 | 1 | +1             | +1/2           |

### ¿SABÍAS QUE...?

Para simplificar la escritura de la configuración electrónica de los elementos, se utiliza la configuración kernel, que en alemán significa 'núcleo'. En esta representación, se reemplazan los electrones de los niveles internos por el símbolo del gas noble, encerrado entre corchetes, que antecede al elemento. Luego, se continúa con la distribución de los electrones restantes.

- Para el potasio: K ( $Z = 19$ )       $K = [\text{Ar}] 4s^1$
- Para el carbono: C ( $Z = 6$ )       $C = [\text{He}] 2s^2 2p^2$



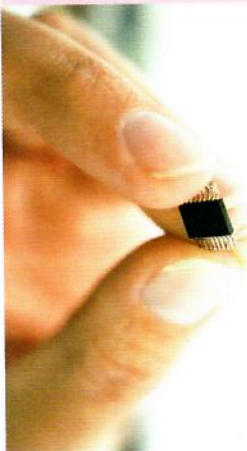
# El núcleo atómico

## PARA SABER MÁS

La **nanotecnología** es la técnica de manipulación de la materia a escala atómica.

En medicina se aplica en el tratamiento de ciertas enfermedades. Así, actualmente, un chip puede ingresar al cuerpo y realizar un rápido diagnóstico.

Para comprender el potencial de la nanotecnología, es necesario tener presente que las propiedades físicas y químicas de la materia cambian a escala nanométrica.



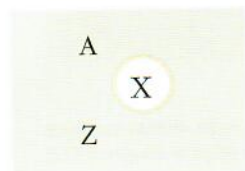
Todos los átomos presentan la misma estructura del núcleo y la corteza que acabamos de estudiar. Pero el número de partículas que forman los átomos de los elementos químicos son diferentes.

## Las propiedades del núcleo atómico

El átomo es una estructura que tiene un núcleo muy pequeño en relación con el tamaño total del átomo.

- En el núcleo se encuentran los protones y los neutrones.
- Alrededor de este núcleo, se mueven los electrones a una distancia muy grande en comparación con el tamaño del átomo. Es decir, la mayor parte del átomo está vacía.

Para representar un átomo, se utilizan un símbolo y dos números:



Donde:

- X: símbolo del elemento químico
- A: número de masa
- Z: número atómico

| Número atómico (Z)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Número de masa (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indica la cantidad de protones (p<sup>+</sup>) en el núcleo. Dado que la carga eléctrica de un átomo neutro es nula, el número atómico es igual al de electrones (e<sup>-</sup>).</li> <li>• El número atómico determina a qué elemento pertenece el átomo.</li> <li>• Por ejemplo, el número atómico del carbono es 6. En condición neutra del átomo, tiene 6 protones y 6 electrones.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indica la cantidad de protones (Z) y neutrones (n) presentes en el núcleo del átomo de un elemento.</li> <li>• Casi todos los núcleos de los átomos tienen protones y neutrones, excepto el del hidrógeno, que solo tiene un protón y carece de neutrones.</li> <li>• Por ejemplo, el número de protones del átomo de carbono es 6 y el número de neutrones también es 6; por lo tanto, su número de masa es 12.</li> </ul> |
| Z = número de p <sup>+</sup><br>Número de p <sup>+</sup> = número de e <sup>-</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | A = Z + n<br>n = número de neutrones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

A partir de estos dos números, podemos conocer muchos datos de los átomos. Por ejemplo, en los átomos de los elementos cloro (Cl) y potasio (K):

|    |    |
|----|----|
| 35 | 39 |
| Cl | K  |
| 17 | 19 |

|                      | Cloro (Cl) | Potasio (K) |
|----------------------|------------|-------------|
| Número atómico (Z)   | 17         | 19          |
| Número de masa (A)   | 35         | 39          |
| Número de protones   | 17         | 19          |
| Número de electrones | 17         | 19          |
| Número de neutrones  | 18         | 20          |

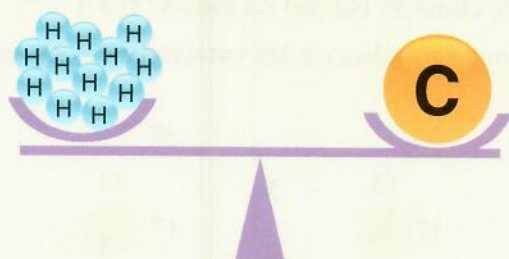


## La masa del átomo

La **masa de un átomo** es la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.

Es similar a la suma de las masas de los protones y los neutrones, ya que los electrones tienen masa despreciable. Expresada en unidad de masa atómica (uma), la masa de un átomo es una cantidad similar al número másico, A.

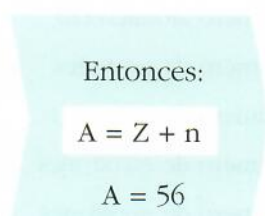
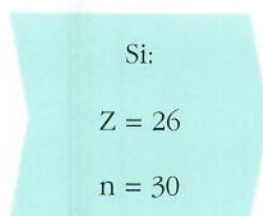
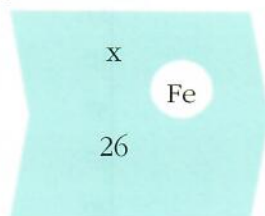
| Masa atómica relativa                                                                                                                                                                                                                                       | Masa fórmula                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se calcula comparándola con la unidad patrón. Actualmente, la unidad patrón es el átomo de carbono, que tiene 12 uma, de modo que 1 uma es igual a 1/12 de la masa del átomo de carbono.<br>El número de masa es un indicador indirecto de la masa atómica. | Es la suma de las masas atómicas de los átomos que se encuentran en la fórmula química. Por ejemplo, la masa fórmula del agua (H <sub>2</sub> O) es:<br>Masa del H es $1 \text{ uma} \times 2 = 2 +$<br>Masa del O es $16 \text{ uma} \times 1 = 16$<br><hr/> 18 uma |



La masa atómica relativa indica cuántas veces mayor es la masa de un átomo respecto de la masa del carbono.

### EJEMPLO RESUELTO 3

- Calcula el número de masa (A) para el átomo de hierro (Fe), que tiene 30 neutrones.



- Halla la masa molecular del CO<sub>2</sub>

Masa del C es  $12 \text{ uma} \times 1 = 12 +$

Masa del O es  $16 \text{ uma} \times 2 = 32$   


---

 44 uma

### GLOSARIO

**Elemento químico.** Tipo de materia constituida por la misma clase de átomos.

**Uma.** Unidad de masa atómica. Una uma equivale a  $1,661 \times 10^{-24} \text{ g}$ .

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre el núcleo atómico, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

### PARA SABER MÁS

En 1964, se estableció que los protones y los neutrones están constituidos por *quarks*, partículas aún más pequeñas que los electrones.

Actualmente, los físicos especialistas en partículas estudian sus tipos. Han sido identificados seis tipos de *quarks* denominados *up*, *down*, *charm*, *strange*, *top* y *bottom*.





# Los isótopos

## PARA REFLEXIONAR



En la medicina, los radioisótopos tienen una variedad de aplicaciones que van desde terapias a diagnóstico. Por ejemplo, las terapias de radiación consisten en tratar el tejido canceroso con radiación, de modo que en varias sesiones se busca eliminar las células cancerosas.

- ¿Qué medidas de seguridad se deben tomar cada vez que una persona se expone a radioisótopos?

La observación y análisis de las características de muchos elementos ha demostrado que algunos átomos del mismo elemento tienen diferente número de neutrones y, por ello, diferente número másico.

## Los elementos y sus isótopos

Los isótopos son átomos que tienen el mismo número de protones y se diferencian en el número de neutrones. Por lo tanto, se representan con el mismo símbolo y tendrán el mismo  $Z$ , pero diferente  $A$ .

Estos se representan por el nombre del elemento seguido de su número de masa. Por ejemplo, cloro-35 ( $\text{Cl-35}$ ) o cloro-37 ( $\text{Cl-37}$ ).

Las representaciones simbólicas y las características de estos isótopos son las siguientes:



| Isótopos               | $^{35}_{17}\text{Cl}$ | $^{37}_{17}\text{Cl}$ |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Nombres                | cloro-35              | cloro-37              |
| Número atómico ( $Z$ ) | 17                    | 17                    |
| Número de protones     | 17                    | 17                    |
| Número de masa ( $A$ ) | 35                    | 37                    |
| Número de electrones   | 17                    | 17                    |
| Número de neutrones    | 18                    | 20                    |

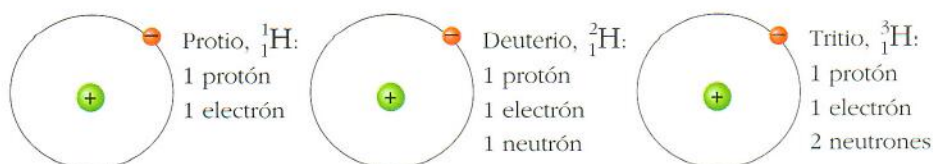
## PARA SABER MÁS

Para determinar la edad de materiales que contienen carbono, se usa el método de datación con carbono-14. Este radioisótopo se forma en la atmósfera a partir del nitrógeno, y es incorporado por las plantas en la fotosíntesis.

Al morir un organismo, el carbono-14 empieza a transformarse de nuevo en nitrógeno. Sabiendo la cantidad de carbono-14 y de nitrógeno que hay en el fósil, se puede conocer la antigüedad aproximada de ese.

La mayoría de los elementos químicos presentan isótopos. Cuando hablamos de la masa atómica de un elemento químico, nos referimos a la masa promedio de los átomos de ese elemento. Para calcularla, tendremos que tener en cuenta la masa de cada isótopo y su abundancia en la naturaleza.

Habitualmente, todos los isótopos de un elemento tienen el mismo nombre; como excepción, el hidrógeno tiene tres isótopos, cada uno con un nombre propio:





## Los isóbaros

Los isóbaros son átomos de **distintos elementos** que poseen **igual número de masa**, pero **diferente número atómico y número de neutrones**. Por ejemplo:



## Los isótonos

Los isótonos son átomos de **distintos elementos** que poseen **igual número de neutrones**, pero **diferente número de protones y, por lo tanto, diferente número de masa**. Por ejemplo:



## Los iones

Cuando los átomos se combinan para formar un compuesto, ganan o pierden electrones. Cuando esto sucede, los átomos dejan de ser neutros y pasan a tener carga eléctrica. Se dice entonces que se convierten en iones.

Los iones poseen propiedades distintas a las de sus respectivos átomos neutros. Los iones calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sodio ( $\text{Na}^+$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ), cloro ( $\text{Cl}^-$ ), hierro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), etc., cumplen un rol indispensable en los seres vivos.

- Cuando un átomo neutro **pierde electrones**, adquiere **carga positiva** y se convierte en un **ion positivo o catión**.

|                      | 40<br>20<br>Ca  | 40<br>20<br>$\text{Ca}^{2+}$ |
|----------------------|-----------------|------------------------------|
| Nombres              | Átomo de calcio | Catión calcio                |
| Número atómico (Z)   | 20              | 20                           |
| Número de protones   | 20              | 20                           |
| Número de masa (A)   | 40              | 40                           |
| Número de electrones | 20              | 18                           |
| Número de neutrones  | 20              | 20                           |

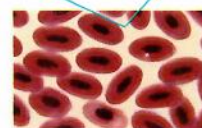
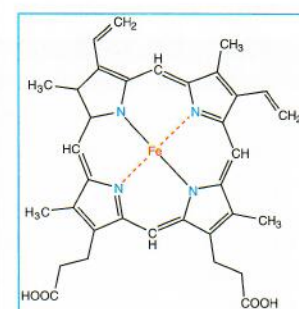
- Cuando un átomo neutro **gana electrones**, adquiere **carga negativa**, y se convierte en un **ion negativo o anión**.

|                      | 35<br>17<br>Cl | 35<br>17<br>$\text{Cl}^{1-}$ |
|----------------------|----------------|------------------------------|
| Nombres              | Átomo de cloro | Anión de cloro               |
| Número atómico (Z)   | 17             | 17                           |
| Número de protones   | 17             | 17                           |
| Número de masa (A)   | 35             | 35                           |
| Número de electrones | 17             | 18                           |
| Número de neutrones  | 18             | 18                           |

## ¿SABÍAS QUE...?



Casi todos los elementos químicos tienen varios isótopos. El estaño, por ejemplo, tiene 10 isótopos estables. El de menor masa tiene 62 neutrones, y el de mayor masa, 70 neutrones.



El ion  $\text{Fe}^{2+}$  está presente en la hemoglobina de la sangre.





# La radiactividad

## PARA SABER MÁS

La vida media de un radioisótopo es el tiempo que tarda la mitad de este en desintegrarse. Puede ocurrir en millones de años o en fracciones de segundo. Cada radioisótopo tiene una vida media específica.

Por ejemplo, la vida media del cesio-137 es de 30 años. Si partimos de 10 gramos, al cabo de 30 años quedarán 5 gramos (la mitad se habrá desintegrado y transformado en otro isótopo). Pasados otros 30 años, quedarán solamente 2,5 gramos, y así sucesivamente.

En 1896, Henri A. Becquerel (1852-1908) descubrió que un mineral de uranio emitía continua y espontáneamente una radiación desconocida muy penetrante. Este fenómeno fue bautizado por los esposos Curie con el nombre de radiactividad.

## La radiación y la radiactividad

La radiactividad es la propiedad que poseen los átomos de algunos elementos de emitir radiaciones. Debido a que las radiaciones son partículas subatómicas, los elementos radiactivos se transforman en otros elementos, pues la constitución interna de sus átomos cambia.

Esta puede ser de origen natural o artificial.

### Radiactividad natural

Tiene su origen en ciertos isótopos que se desintegran espontáneamente, como el radón, el carbono o el uranio. Se aplican en la producción de energía eléctrica (centrales nucleares), en medicina, en la datación de fósiles, etc.



Mineral de uranio

### Radiactividad artificial

Se produce cuando se bombardean ciertos isótopos (plutonio o cobalto) con neutrones o partículas  $\alpha$ . Se emplea en la producción de energía eléctrica (centrales nucleares), en medicina, en experimentos científicos, etc.



Reactor nuclear

## Los tipos de radiación

La radiación emitida por los isótopos radiactivos puede ser de tres tipos:

### Radiación alfa (rayos $\alpha$ )

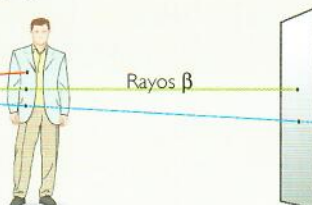
Se llama también radiación ionizante. Sus partículas están formadas por dos protones y dos neutrones (núcleos de helio). Su carga es positiva y se emite a gran velocidad. Tiene poco poder de penetración.



Los rayos  $\alpha$  sufren desviación contraria a los rayos catódicos. Tienen carga positiva +2.

### Radiación beta (rayos $\beta$ )

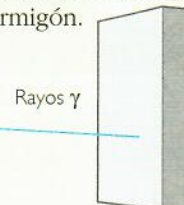
Está formada por electrones. Su carga es negativa y su masa es muy pequeña. Sus partículas tienen mayor poder de penetración que las  $\alpha$ .



Los rayos  $\beta$  sufren la misma desviación que los rayos catódicos. Tienen carga negativa -1.

### Radiación gamma (rayos $\gamma$ )

Es una radiación neutra, del mismo tipo que la luz. Sus partículas tienen gran poder de penetración y para detenerlas es necesario utilizar gruesas placas de plomo o de hormigón.



Los rayos  $\gamma$  no sufren desviación en un campo magnético. Carecen de carga y masa.



## La fisión nuclear

El proceso de fisión nuclear tiene lugar cuando algunos núcleos de isótopos radiactivos de elementos formados por átomos muy grandes, como el uranio o el plutonio, se rompen para dar núcleos de átomos más pequeños.



### ¿SABÍAS QUE...?

Cuando se utilizan elementos radiactivos, se producen residuos contaminantes cuya actividad se prolonga durante miles de años. Por eso, es importante aislarlos enterrándolos en zonas alejadas de las poblaciones.

## Las aplicaciones de la fisión nuclear

La fisión nuclear libera gran cantidad de energía denominada energía nuclear. Esta es aprovechada en centrales nucleares para generar electricidad. También es la responsable del efecto devastador de las bombas atómicas y de los misiles nucleares.



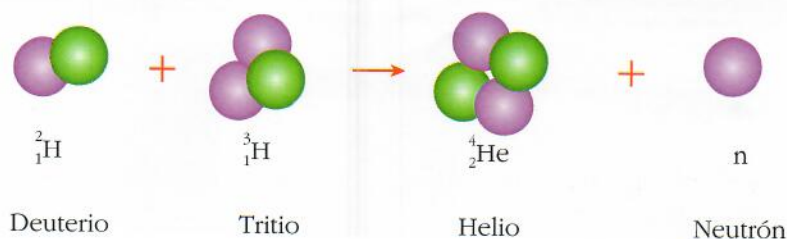
Vista de una central nuclear



Modelo de una bomba atómica

## La fusión nuclear

El proceso de fusión nuclear se produce cuando algunos núcleos de átomos muy pequeños se unen para formar núcleos de átomos mayores.



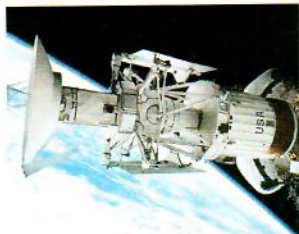
### ¿SABÍAS QUE...?

La fusión nuclear no produce residuos radiactivos, pero requiere que los átomos alcancen temperaturas extraordinariamente altas, y la tecnología aún no logra la fusión en condiciones rentables.





# Las aplicaciones de isótopos radiactivos



En las sondas espaciales, se usan pilas de muy larga duración, fabricadas con plutonio-238.

A partir de los procesos que sufren los isótopos radiactivos, es posible señalar algunas aplicaciones principales y la descripción de residuos radiactivos.

## Fuente de energía

En las **centrales nucleares**, se obtienen grandes cantidades de energía aprovechando la fisión de isótopos radiactivos. Los combustibles más habituales de estas centrales son uranio y plutonio. Concretamente, los isótopos de  $^{235}_{92}\text{U}$  y  $^{239}_{94}\text{Pu}$ .

También se puede aprovechar la energía nuclear para fabricar **pilas de muy larga duración**, las cuales son alimentadas por plutonio-238. Actualmente, se utilizan en los marcapasos, en equipos de medición en sondas espaciales o en estaciones marítimas o terrestres que se encuentran en lugares de difícil acceso.

## Investigaciones y experimentos científicos

Los núcleos de los isótopos radiactivos se desintegran emitiendo radiación alfa, beta o gamma. Los isótopos radiactivos tienen diferentes usos:

- Para **determinar la antigüedad** de un hallazgo arqueológico o histórico. Cada isótopo se desintegra a un ritmo, que depende de la cantidad de átomos presentes y de su tipo, que se conoce como vida media. Podemos medir la intensidad con la que estos isótopos emiten radiación mediante un aparato denominado contador Geiger. Esto nos permitirá conocer la antigüedad de un material que contenga el isótopo.



El isótopo carbono-14 permite determinar la antigüedad de restos arqueológicos.





- En investigación, se utilizan como **rastreadores** para saber en qué se transforma exactamente una sustancia en una reacción química. Estos estudios son especialmente importantes para conocer cómo transcurren las reacciones en los organismos vivos.
- En **investigaciones forenses**, se utilizan técnicas de isótopos radiactivos para detectar residuos de munición o de otras sustancias involucradas.

## Tratamientos médicos

El mayor número de aplicaciones de los isótopos radiactivos se da en medicina, donde se emplean para determinados fines:

- **Para diagnosticar algunas enfermedades.** Se introduce en los enfermos (bebiendo o inyectando un líquido) una sustancia que contiene un isótopo radiactivo que emita radiación de baja energía. Esa sustancia se fija en el órgano que se quiere analizar y permite observarlo, registrando la radiación que emite. A estas sustancias que se utilizan como indicadores médicos se las llama **radioisótopos**.
- **Para curar ciertos tipos de cáncer.** El cáncer hace que algunas células se reproduzcan rápidamente y originen un tumor. Los radioisótopos que emiten radiación de alta energía afectan al proceso de reproducción celular. Si administramos estos radioisótopos a un enfermo de cáncer, la radiación emitida por los núcleos que se desintegran eliminará más células cancerosas que células normales, ya que estas últimas se reproducen más lentamente. En esto se basa la radioterapia, que usa los isótopos Au-198, Sr-90 o Co-60.

### INFORMACIÓN REGIONAL



#### Los radiofármacos

La planta de producción de radioisótopos del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) se dedica a la producción de componentes de radiofármacos, los cuales se encuentran en los servicios de medicina nuclear distribuidos a nivel nacional y se emplean para el diagnóstico de enfermedades de diferentes órganos, como los riñones, el hígado, el corazón, los huesos y la tiroides.



## LOS RESIDUOS RADIATIVOS

Todas las actividades relacionadas con el manejo de los isótopos radiactivos generan residuos que hay que tratar y almacenar o disponer (desechar) convenientemente. Son residuos los restos de combustible nuclear y los materiales que se utilizaron para el diagnóstico o tratamiento de enfermedades. También se consideran residuos aquellos objetos que han estado en contacto con material radiactivo y que se han podido contaminar, como utensilios de taller, embalajes, etc.

Los residuos radiactivos presentan dos características fundamentales:

- Son **muy peligrosos**. Pequeñas cantidades de residuo pueden emitir radiación peligrosa para la salud humana.
- Son **muy duraderos** en función de su vida media. Algunos siguen emitiendo radiación durante miles de años.



CORBIS

*Por seguridad, los operarios deben utilizar equipo y vestimenta convenientes que los protejan de todo contacto con los residuos nucleares.*

### PARA REFLEXIONAR...

La evolución del modelo atómico y la consecuente investigación en las propiedades de su núcleo llevaron a grandes avances tecnológicos, pero también a la construcción del arma de destrucción masiva más destructiva hecha por el hombre: la bomba atómica.

- Busca información sobre la evolución del conocimiento de los átomos, sus propiedades y aplicaciones. Luego, argumenta cuál fue el impacto de estos cambios paradigmáticos en la sociedad.





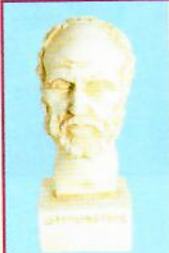
# La teoría atómica y la teoría cuántica

Aunque todos quisiéramos estar ubicados lo más cerca posible del escenario durante un concierto, solo unos pocos tienen ese privilegio, ya que existe una distribución determinada para quienes asisten. Si tomamos en cuenta que el lugar donde se realiza el concierto alberga personas, de la misma manera que un átomo contiene electrones, podríamos hacernos una idea del modelo mecánico cuántico.

Entonces, nos preguntamos: ¿Se encontrarán quietos los electrones dentro del átomo? ¿Permanecerán todo el tiempo en el mismo lugar? ¿Qué propone el modelo mecánico cuántico con relación al movimiento y distribución de los electrones?

## El modelo atómico. Origen y evolución

Shutterstock



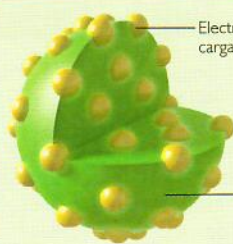
**Demócrito (460-370 a. C.)**

Sostenía que toda la materia estaba constituida por componentes llamados átomos.



**Dalton (1803)**

Fue el primero en aplicar el concepto de átomo: "Toda la materia está constituida por átomos".

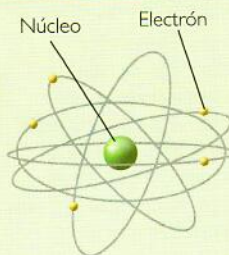


Electrones con carga negativa

Distribución continua de carga positiva

**Thomson (1898)**

Su modelo era conocido como pudín de pasas. Descubrió los electrones a partir de su experiencia con los rayos catódicos.



**Rutherford (1911)**

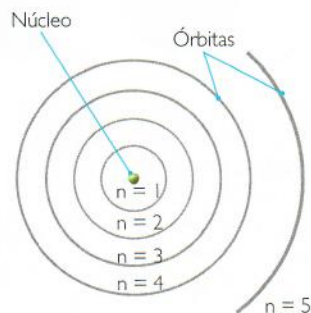
Descubrió el núcleo atómico. Consideró que el átomo estaba formado por dos partes: la corteza y el núcleo. En la corteza se encuentran los electrones girando a gran velocidad alrededor del núcleo muy pequeño, donde se concentra la carga positiva.



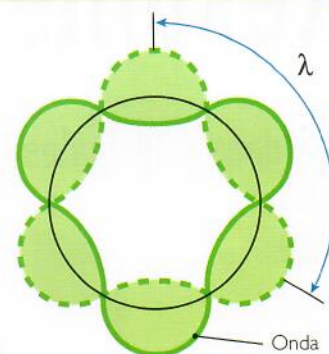


## Inicio de la era cuántica: modelo atómico actual

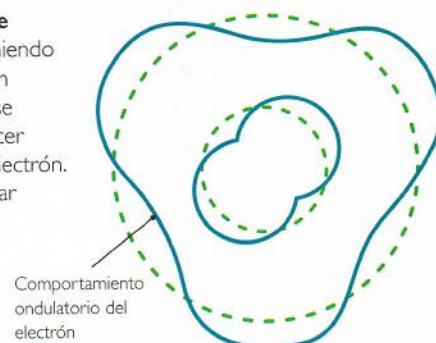
**Modelo atómico de Bohr** (1913). Propuso el **modelo estacionario**. En él los electrones ocupaban un espacio determinado a una cierta distancia del núcleo, describiendo una ruta, conocida como **niveles de energía**, por la cual transitan los electrones. Cada nivel es distinto de otro en tamaño y energía, dependiendo de la distancia a la cual se encuentren del núcleo. Mientras el electrón no cambie de órbita, su energía no varía.



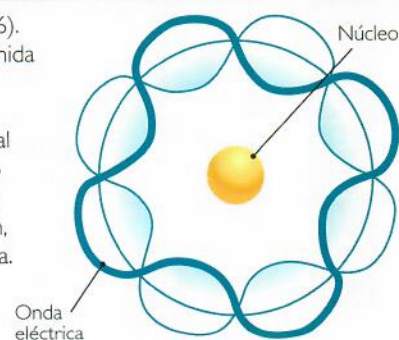
**Principio de dualidad de De Broglie** (1924). Postuló que los electrones tenían un comportamiento dual, es decir, actúan como ondas y como partículas al mismo tiempo, pues cualquier partícula que tiene masa y que se mueve a cierta velocidad podía comportarse además como una onda. Una de las más importantes aplicaciones del carácter ondulatorio de las partículas materiales es el microscopio electrónico, en el cual en vez de rayos de luz se emplea una corriente de electrones.



**Principio de incertidumbre de Heisenberg** (1927). Asumiendo que los electrones presentan un comportamiento ondulatorio, se plantea que es imposible conocer la posición y velocidad de un electrón. Es decir, no se puede determinar con precisión el recorrido que los electrones siguen cuando se mueven alrededor del núcleo.



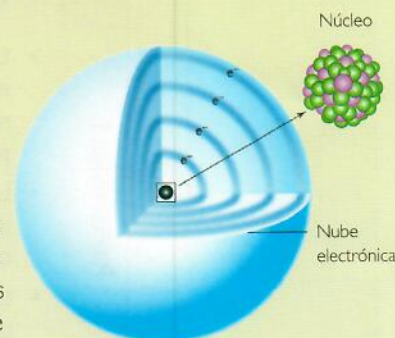
**Modelo de Schrödinger** (1926). Consideró que la trayectoria definida por Bohr para el electrón debía sustituirse por la probabilidad de encontrarlo en una región espacial llamada **orbital**. Con este modelo se designan zonas en las cuales la probabilidad de hallar un electrón, en un momento dado, es muy alta.



## Modelo atómico actual: modelo mecánico cuántico

Con los nuevos aportes, se estableció el modelo atómico actual, llamado también mecánico cuántico. En este modelo, el átomo está constituido por dos zonas: el núcleo y la nube electrónica.

- **El núcleo.** Ocupa la región central y está formado por protones y neutrones. Aquí se concentra prácticamente toda la masa del átomo.
- **La nube electrónica.** Es el espacio exterior del núcleo atómico donde se mueven los electrones, que, a su vez, constituyen niveles y subniveles de energía, donde los electrones se mueven en regiones denominadas orbitales.





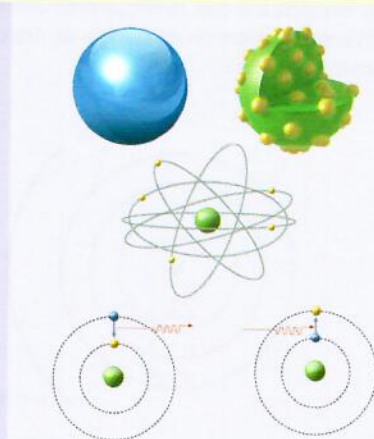
# Resumen

## Ideas principales

### EL ÁTOMO

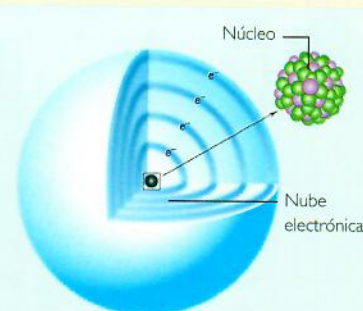
#### Modelos atómicos

- Dalton sostuvo que la materia estaba formada por átomos.
- Según Thomson, el átomo era una gran masa de carga positiva que contenía a los electrones.
- Para Rutherford, en el interior del átomo se encuentra un núcleo muy pequeño y a su alrededor giran los electrones.
- En el modelo de Bohr, los electrones se encuentran girando en determinados niveles de energía.



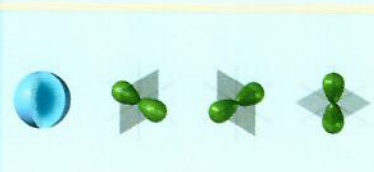
#### El átomo actual

- El modelo mecánico cuántico considera que el átomo presenta dos zonas:
  - Núcleo. Ocupa la región central del átomo. Aquí se encuentran los protones y los neutrones.
  - Nube electrónica. Zona donde los electrones se mueven en trayectoria indefinida.
- Los isótopos son átomos de un mismo elemento químico que tienen el mismo número de protones y se diferencian en el número de neutrones.



#### Números cuánticos

- Principal ( $n$ )
- Azimutal o secundario ( $\ell$ )
- Magnético ( $m$ )
- Espín ( $s$ )



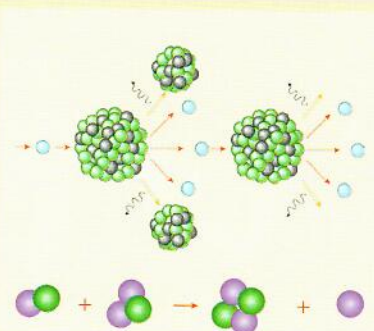
#### Configuración electrónica

- La configuración electrónica de un átomo representa la distribución de los electrones alrededor del núcleo.
- Niveles
  - Subniveles de energía
  - Orbitales



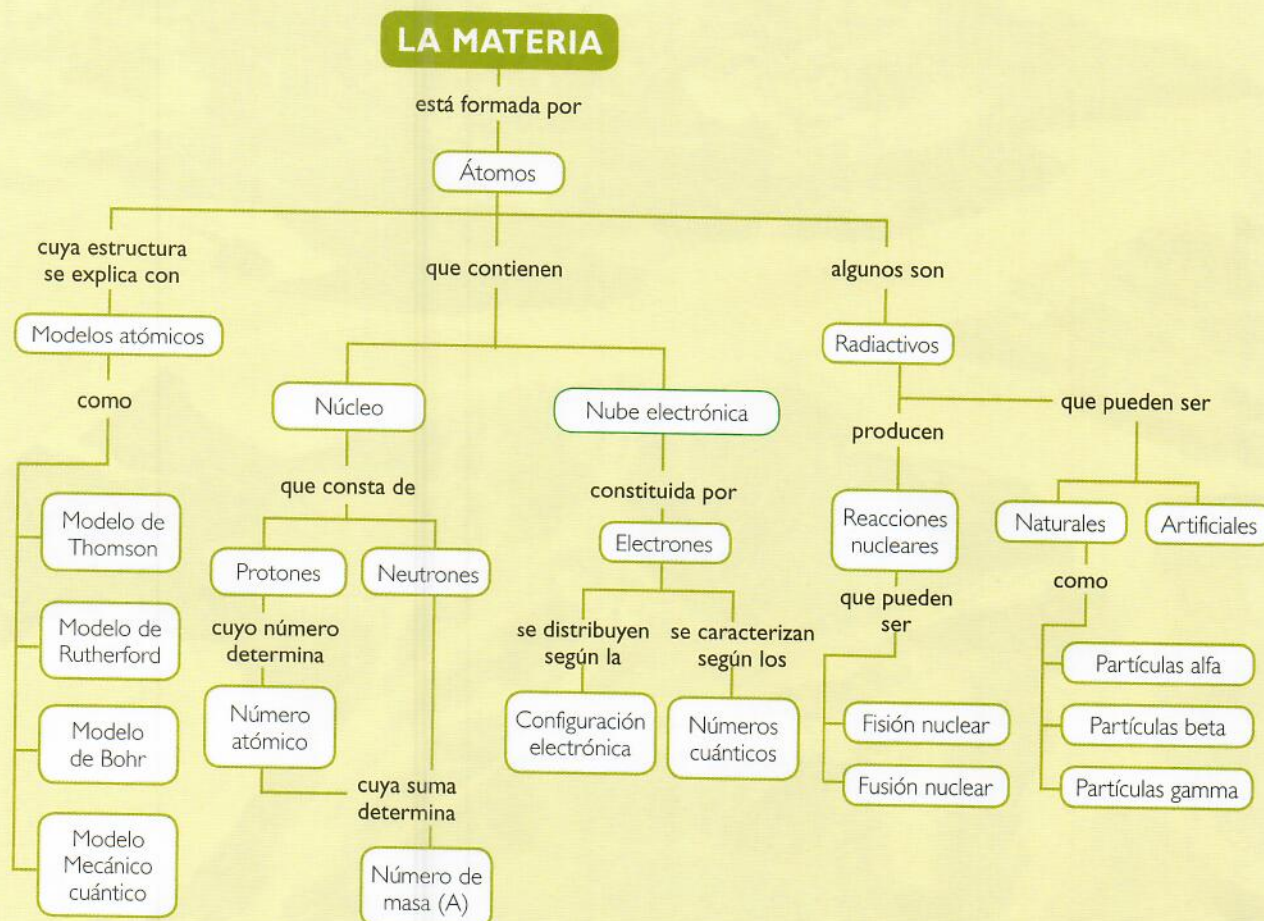
#### Radiactividad

- La radiactividad se produce por la liberación de energía en el núcleo del átomo. Los tipos de radiactividad son las radiaciones  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , que pueden ser de origen natural o artificial.
- La fisión nuclear es la separación de las partículas del núcleo con liberación de energía, tal como ocurre en las estrellas.
- La fusión nuclear es la unión de núcleos atómicos, como ocurre en las estrellas.





## Organizador visual: mapa conceptual



### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En estos sitios web, encontrarás información acerca de los átomos, realizarás diversas configuraciones electrónicas y repasarás la historia de los modelos atómicos, que reforzarán lo aprendido.

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (s.f.). *Proyecto Biósfera*. Recuperado de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/atomos/aconstruir.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/atomos/aconstruir.htm)
- Peñas, J. (1998). *Educaplus*. Recuperado de <http://www.educaplus.org/play-85-Part%C3%ADculas-de-los-%C3%A1tomos-e-iones.html>

#### Para ampliar

Daniel Plaza. (Guión, 2014). *Marie Curie, la polaca universal* [DVD]. España. es.UNED

Marie Curie, una mujer excepcional del siglo XX, fue una científica polaca, nacionalizada francesa, casada con Pierre Curie, gran investigador científico, quienes dedicaron su vida al estudio de la radioactividad.

Durante sus investigaciones (1898) anunciaron el descubrimiento de dos nuevos elementos químicos conocidos como radio y polonio, por el cual obtuvo el primer Premio Nobel de Química otorgado a una mujer.





### IDEAS CLAVE

- La historia de la ley periódica
- La tabla periódica actual
- La configuración electrónica y la tabla periódica
- La descripción de los grupos y familias de la tabla periódica.
- Las propiedades periódicas de los elementos químicos
- Los elementos químicos de la Tierra
- La composición química de la Tierra
- La química y el medioambiente



## 3

## La tabla periódica

## LEEMOS

## Ventajas y desventajas de los elementos químicos

El Perú es un país líder en recursos mineros a nivel mundial por producir minerales tales como plata, cobre, oro, cinc, estaño, plomo y molibdeno. Antiguamente, el tema ambiental no era una preocupación de las autoridades y la explotación de los minerales se realizaba sin ningún tipo de prevención.

La extracción de minerales es una fuente importante para el desarrollo económico y social de la población. No obstante, la minería ilegal está ocasionando el impacto ambiental más grave de los últimos años. Anualmente destruye miles de hectáreas de bosques y contamina lagos y ríos debido al mercurio utilizado para la extracción del oro. La amalgama, mezcla de suelo y mercurio, es sometida al fuego para evaporar este último y separar el oro del suelo. Los vapores de mercurio son altamente tóxicos para los seres vivos; además, el mercurio se desecha vertiéndolo a los ríos, lagos y suelo, contaminándolos.

Actualmente, las leyes garantizan que la minería formal respete el ambiente, pero la supervisión y el control del Estado debe ser permanente para evitar situaciones como la anteriormente descrita. Existen decenas de elementos químicos que han impulsado el desarrollo tecnológico actual, pero su explotación no debe perjudicar nuestro ambiente.

*¿Por qué se dice que el Perú es un país líder en minería? ¿Cuáles son los principales metales que se producen en el Perú? ¿Por qué algunos elementos químicos pueden ser perjudiciales para la población? ¿La explotación minera debe ser regulada por el Estado? ¿Por qué? ¿Qué es la minería ilegal?*

Walter Wüst

Deforestación causada  
por la minería ilegal en  
Madre de Dios

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al finalizar esta unidad, podrás conocer la evolución histórica de los distintos tipos de clasificaciones de los elementos químicos, identificar la tabla periódica actual, su simbología y clasificación en grupos y periodos. Además, serás capaz de relacionar la estructura electrónica de los átomos con su ordenamiento en la tabla periódica.



## Introducción a la unidad

Los químicos han agrupado los elementos en grupos o familias y los han distribuido en la tabla periódica. Esta herramienta permite conocer las propiedades de un elemento y predecir su comportamiento a partir de su ubicación. Esta tabla contiene muchos datos, por eso, es importante saber cómo está organizada y qué símbolos presenta.

Dimitri Mendeleiev creó la tabla periódica a partir de la agrupación de los elementos quími-

cos; para ello, se basó en las observaciones de otros científicos de su época.

En esta unidad, podrás observar cómo la organización de la tabla facilita la obtención de información y cómo las observaciones rigurosas conducen a grandes descubrimientos en la química. También lograrás identificar los distintos tipos de clasificación de los elementos: metales, no metales, elementos de transición, entre otros.

# La historia de la ley periódica

A medida que el número de elementos químicos conocidos aumentaba, se hacía más necesario estructurar este conocimiento de una manera racional y sistematizada. Los primeros intentos por ordenar los elementos químicos se basaron en sus propiedades físicas.

A continuación, te presentamos algunos de los intentos más significativos por organizar los elementos químicos, que condujeron a la actual tabla periódica de los elementos.

## Johann Döbereiner

En 1817, el químico alemán Johann Döbereiner (1780-1849) ordenó los elementos en triadas, basándose en que existiría una relación entre la masa promedio de la triada y el elemento central que componía el trío.

Su mérito fue agrupar por primera vez los elementos de acuerdo con sus propiedades, lo que fue un adelanto de las familias químicas posteriores.

|                  |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|
| Calcio 40,080    |                 | Litio 6,940     |
| Estroncio 87,630 | Promedio 88,720 | Sodio 22,991    |
| Bario 137,360    |                 | Potasio 39,100  |
|                  |                 | Promedio 23,010 |

## John A. R. Newlands

En 1863, el químico británico John Newlands (1837-1898) agrupó los elementos químicos en orden creciente según su masa atómica, en series de siete, y observó que el octavo elemento a partir de uno cualquiera mostraba propiedades químicas semejantes a las del primero de la serie; cada noveno elemento, a las del segundo; y así sucesivamente. A esta relación la denominó **ley de las octavas**. Su trabajo es un antecedente de los sistemas de clasificación por periodos y grupos.

Las octavas de Newlands

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| H  | Li | Be | B  | C  | N  | O  |
| F  | Na | Mg | Al | Si | P  | S  |
| Cl | K  | Ca | Cr | Ti | Mn | Fe |



## Dimitri I. Mendeleiev

En 1869, el químico ruso Dimitri Mendeleiev (1834-1907) enunció su ley periódica. En ella estableció lo siguiente: “Las propiedades de los elementos químicos no son arbitrarias, sino que varían con la masa atómica de una manera periódica”.

Uno de los méritos de Mendeleiev fue dejar espacios vacíos donde tenían que colocarse los elementos todavía desconocidos, de los que predijo sus propiedades con asombrosa exactitud.

| I         | II        | III        | IV        | V          | VI        | VII        | VIII                                                                                       |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| H<br>1    |           |            |           |            |           |            |                                                                                            |
| Li<br>7   | Be<br>9,4 | B<br>11    | C<br>12   | N<br>14    | O<br>16   | F<br>19    |                                                                                            |
| Na<br>23  | Mg<br>24  | Al<br>27,3 | Si<br>28  | P<br>31    | S<br>32   | Cl<br>35,5 |                                                                                            |
| K<br>39   | Ca<br>40  |            | Ti<br>50  | V<br>51    | Cr<br>52  | Mn<br>55   | Fe <sup>(56)</sup> , Co <sup>(59)</sup> ,<br>Ni <sup>(59)</sup> , Cu <sup>(63)</sup> ,     |
| Cu<br>63  | Zn<br>65  |            |           | As<br>75   | Se<br>78  | Br<br>80   |                                                                                            |
| Rb<br>85  | Sr<br>87  | Y<br>88    | Zr<br>90  | Nb<br>94   | Mo<br>96  |            | Ru <sup>(104)</sup> , Rh <sup>(104)</sup> ,<br>Pd <sup>(106)</sup> , Ag <sup>(108)</sup> , |
| Ag<br>108 | Cd<br>112 | In<br>113  | Sn<br>118 | Sb<br>122  | Te<br>128 | I<br>127   |                                                                                            |
| Cs<br>133 | Ba<br>137 |            |           | Ta?<br>182 | W?<br>184 |            | Os <sup>(199)</sup> , Ir <sup>(198)</sup> ,<br>Pt <sup>(197)</sup> , Au <sup>(197)</sup> , |
| Au<br>197 | Hg<br>200 | Tl<br>204  | Pb<br>207 | Bi<br>208  |           |            |                                                                                            |

### EN LA WEB

<http://contenidos.educarex.es/mci/2010/06/historia.html>

Página que presenta información sobre la historia de la tabla periódica.

## Otras ordenaciones de los elementos

Mendeleiev se basó en la masa atómica para ordenar los elementos, pero otros científicos emplearon otros criterios.

- **Julius Lothar Meyer** (1830-1895) ordenó los elementos atendiendo a los volúmenes atómicos. Su tabla resultó muy parecida a la de Mendeleiev, pero tardó un año en publicarla.
- En 1913 **Henry Moseley**, observó que un elemento se diferenciaba de otro en el número de protones, es decir, en el número atómico, y que al ordenarlos con este criterio se resolvían muchos de los problemas que presentaba la tabla de Mendeleiev. A partir de estas evidencias, Moseley propuso una nueva tabla y enunció la **ley periódica moderna**, que postula lo siguiente: “Las propiedades físicas y químicas de los elementos varían en forma periódica según el orden creciente de sus números atómicos”.



Döbereiner



Newlands



Mendeleiev



Meyer



Moseley

1817

1863

1869

1870

1913



# La tabla periódica **actual**

La tabla periódica actual recoge los conocimientos sobre el átomo que se produjeron en el siglo XX. El resultado es una herramienta que proporciona una gran cantidad de información acerca de los elementos químicos, por eso, se le llama sistema periódico.

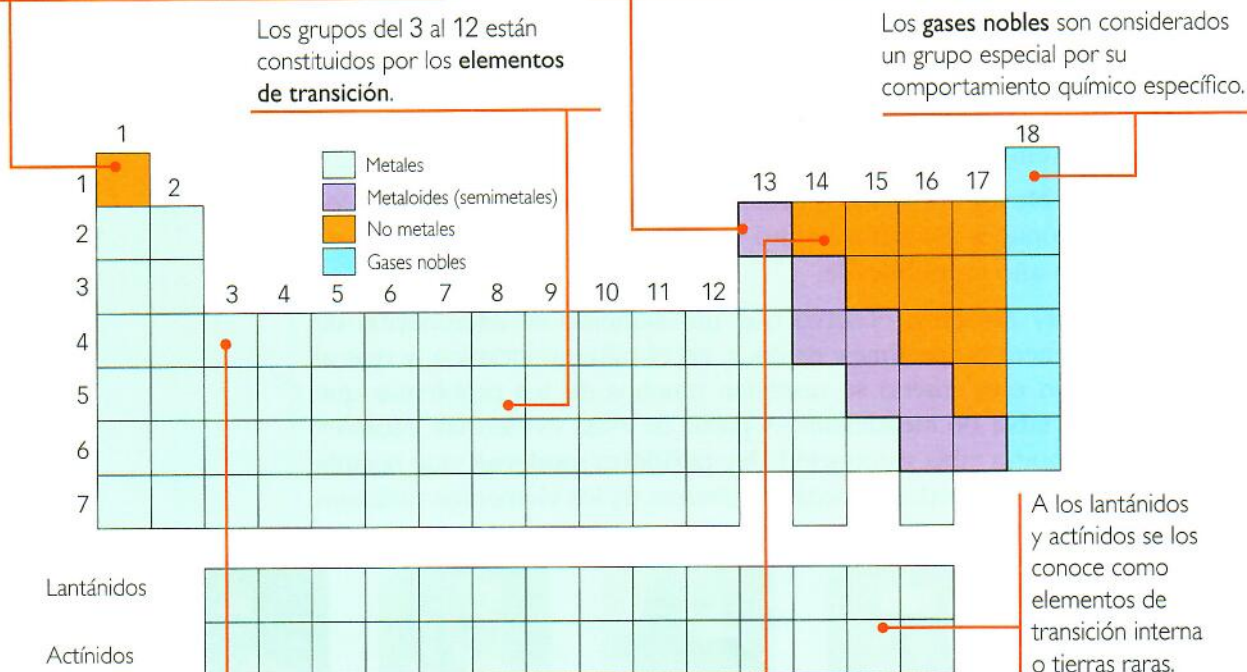
## La clasificación de los elementos en la tabla periódica

Se organizaron los elementos químicos en orden creciente de su número atómico o de protones y se colocaron en la misma columna aquellos que tenían propiedades similares.

- Las filas de la tabla se llaman **periodos**. Todos los elementos que están en el mismo periodo tienen el mismo número de niveles de energía.
- Las columnas de la tabla se llaman **grupos**. Todos los elementos que están en un mismo grupo tienen el mismo número de electrones en el último nivel de energía.

El hidrógeno, pese a que aparece en el grupo 1, no es un metal alcalino. Por sus propiedades, marcadamente diferentes a las del resto de los elementos químicos del grupo, en algunas clasificaciones aparece fuera de la tabla periódica.

Metales y no metales se separan por una diagonal escalonada. Muchos elementos ubicados a ambos lados de esta diagonal reciben el nombre de semimetales o **metaloides**. Estos elementos tienen aspecto de metales y se comportan como ellos en algunos casos, pero presentan también propiedades no metálicas.



Casi todos los **metales** son buenos conductores del calor y de la electricidad, son dúctiles y maleables, tienen puntos de fusión moderados o altos y forman iones positivos.

Los **no metales** presentan propiedades opuestas a los metales: no conducen ni el calor ni la electricidad, son frágiles, muchos son gases a temperatura ambiente y forman iones negativos.



## Los metales, los no metales y los metaloides

En la tabla periódica actual, los elementos se clasifican en metales, no metales y metaloides.

- Los metales están situados a la izquierda y al centro de la tabla.
- Los no metales se ubican a la derecha y hacia arriba.
- Los metaloides, que tienen propiedades intermedias entre metales y no metales, ocupan una región diagonal en la tabla.

|                               | Metales                                                                                                                    | No metales                                                                                                                                           | Metaloides                                                                                                                    |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apariencia                    | Tienen brillo. La mayoría de ellos son plateados.                                                                          | Carecen de brillo. Poseen variedad de colores.                                                                                                       | La mayoría tiene brillo.                                                                                                      |
| Estado físico                 | Son sólidos a temperatura ambiente, excepto el mercurio y el francio, que son líquidos.                                    | A temperatura ambiente unos son sólidos, como el carbono; algunos son líquidos, como el bromo; y otros son gaseosos, como el oxígeno y el nitrógeno. | Son sólidos a temperatura ambiente.                                                                                           |
| Propiedades mecánicas         | Son dúctiles y maleables.                                                                                                  | No son dúctiles ni maleables. Son duros pero quebradizos.                                                                                            | Intermedias.                                                                                                                  |
| Conductividad eléctrica       | Son buenos conductores del calor y la electricidad.                                                                        | Son malos conductores del calor y la electricidad.                                                                                                   | Son semiconductores.                                                                                                          |
| Puntos de fusión y ebullición | Altos                                                                                                                      | Relativamente bajos                                                                                                                                  | Altos en relación con los no metales.                                                                                         |
| Reactividad química           | Cuando se combinan con otros elementos, tienden a perder electrones, lo que los convierte en cationes.                     | Tienden a ganar electrones, lo que los convierte en aniones.                                                                                         | Muy variada.                                                                                                                  |
| Ejemplos                      | Sodio, magnesio y hierro.<br><br>Hierro | Carbono, bromo y yodo.<br><br>Yodo                                | Boro, silicio y germanio.<br><br>Silicio |

### PARA REFLEXIONAR

De los elementos clasificados en la tabla periódica, un poco más de las tres cuartas partes son metales. Se cuenta con un gran número de aleaciones que tienen infinidad de usos. También son indispensables para la vida del ser humano; por ejemplo, el hierro está en la hemoglobina, y el calcio, en los huesos.

Los no metales cumplen funciones relacionadas con el equilibrio de la vida en nuestro planeta. Así, por ejemplo, el oxígeno es indispensable para la respiración y el carbono constituye una parte fundamental dentro de la estructura de los seres vivos. Por otro lado, el silicio y el carbono ocupan la mayor parte de la corteza terrestre.

- ¿Crees que los elementos químicos son importantes para nuestra salud y para la vida en nuestro planeta? ¿Por qué?



# La configuración electrónica y la tabla periódica

El análisis de la configuración electrónica de los elementos conduce a la misma ordenación periódica que Moseley dedujo a partir de observaciones experimentales.

## La configuración electrónica

### GLOSARIO

**Enlace químico.** Unión entre átomos para lograr estabilidad.

Por regla general, los elementos del mismo grupo tienen la misma configuración electrónica en su nivel de energía más externo.

La importancia de los electrones exteriores, llamados **electrones de valencia**, es que participan en los enlaces químicos. Eso explica por qué los elementos de un mismo grupo tienen propiedades químicas similares.

| Grupos      | Elementos | Símbolos | Z  | Configuración electrónica                    | Último nivel | Electrones de valencia |
|-------------|-----------|----------|----|----------------------------------------------|--------------|------------------------|
| 1<br>IA     | Litio     | Li       | 3  | $1s^2 2s^1$                                  | $ns^1$       | 1                      |
|             | Sodio     | Na       | 11 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$                        |              |                        |
|             | Potasio   | K        | 19 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$              |              |                        |
| 2<br>IIA    | Berilio   | Be       | 4  | $1s^2 2s^2$                                  | $ns^2$       | 2                      |
|             | Magnesio  | Mg       | 12 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$                        |              |                        |
|             | Calcio    | Ca       | 20 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$              |              |                        |
| 13<br>IIIA  | Boro      | B        | 5  | $1s^2 2s^2 2p^1$                             | $ns^2 np^1$  | 3                      |
|             | Aluminio  | Al       | 13 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$                   |              |                        |
| 14<br>IVA   | Carbono   | C        | 6  | $1s^2 2s^2 2p^2$                             | $ns^2 np^2$  | 4                      |
|             | Silicio   | Si       | 14 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$                   |              |                        |
| 15<br>VA    | Nitrógeno | N        | 7  | $1s^2 2s^2 2p^3$                             | $ns^2 np^3$  | 5                      |
|             | Fósforo   | P        | 15 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$                   |              |                        |
| 16<br>VIA   | Oxígeno   | O        | 8  | $1s^2 2s^2 2p^4$                             | $ns^2 np^4$  | 6                      |
|             | Azufre    | S        | 16 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$                   |              |                        |
| 17<br>VIIA  | Flúor     | F        | 9  | $1s^2 2s^2 2p^5$                             | $ns^2 np^5$  | 7                      |
|             | Cloro     | Cl       | 17 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$                   |              |                        |
|             | Bromo     | Br       | 35 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ |              |                        |
| 18<br>VIIIA | Helio     | He       | 2  | $1s^2$                                       | $ns^2 np^6$  | 8                      |
|             | Neón      | Ne       | 10 | $1s^2 2s^2 2p^6$                             |              |                        |
|             | Argón     | Ar       | 18 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$                   |              |                        |
|             | Kriptón   | Kr       | 36 | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$ |              |                        |

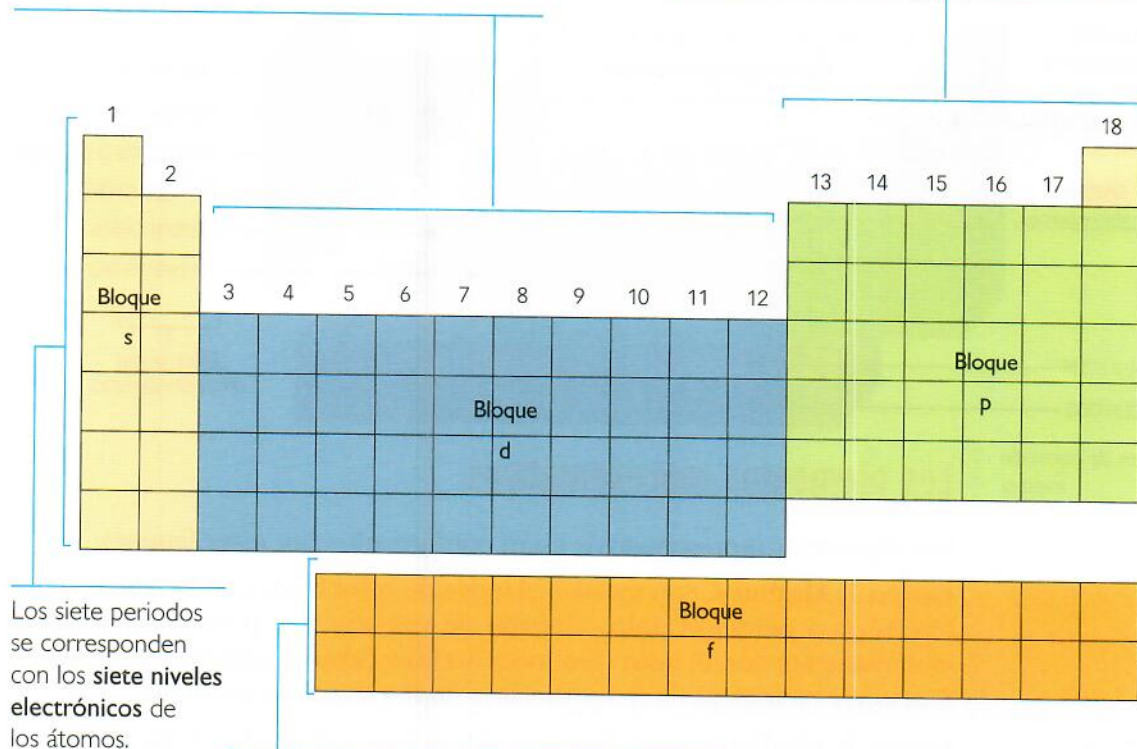


La posición de los elementos químicos en la tabla periódica está relacionada con las configuraciones electrónicas y, por lo tanto, sus propiedades dependen de esa configuración, especialmente la de su nivel de electrones más externo o nivel de valencia.

A partir de la posición de un elemento en la tabla periódica, es posible conocer su configuración electrónica, y viceversa.

En los **elementos de transición** (grupos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12), la suma de los electrones del último nivel y el subnivel incompleto corresponde al grupo. Por ejemplo, el  $_{26}\text{Fe}$  está en el grupo 8 y presenta 2 electrones en su último nivel y 6 en el subnivel incompleto. Su configuración electrónica es  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ .

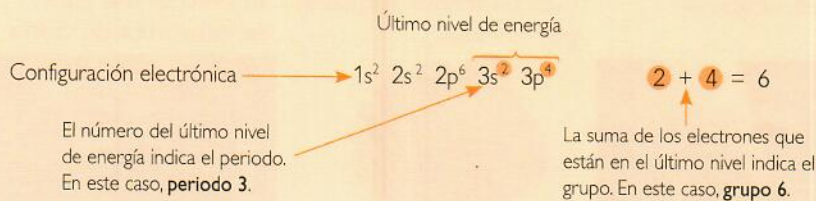
En los **elementos representativos** (grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, 18), el número de electrones en el último nivel corresponde a la última cifra del grupo, es decir, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Por ejemplo, el  $_{7}\text{N}$  está en el grupo 15 y presenta 5 electrones en su último nivel. Su configuración electrónica es  $1s^2 2s^2 2p^3$ .



En el caso de los elementos de transición interna (lantánidos y actínidos), se llena el antepenúltimo nivel y los **orbitales f**.

### ¿SABÍAS QUE...?

Otra información que proporciona la configuración electrónica es la ubicación de los elementos químicos en la tabla periódica. Por ejemplo, con la configuración electrónica de un elemento  $x$ , podemos determinar el periodo y el grupo de un elemento. De esta manera, es posible buscarlo en la tabla periódica y saber de qué elemento se trata.

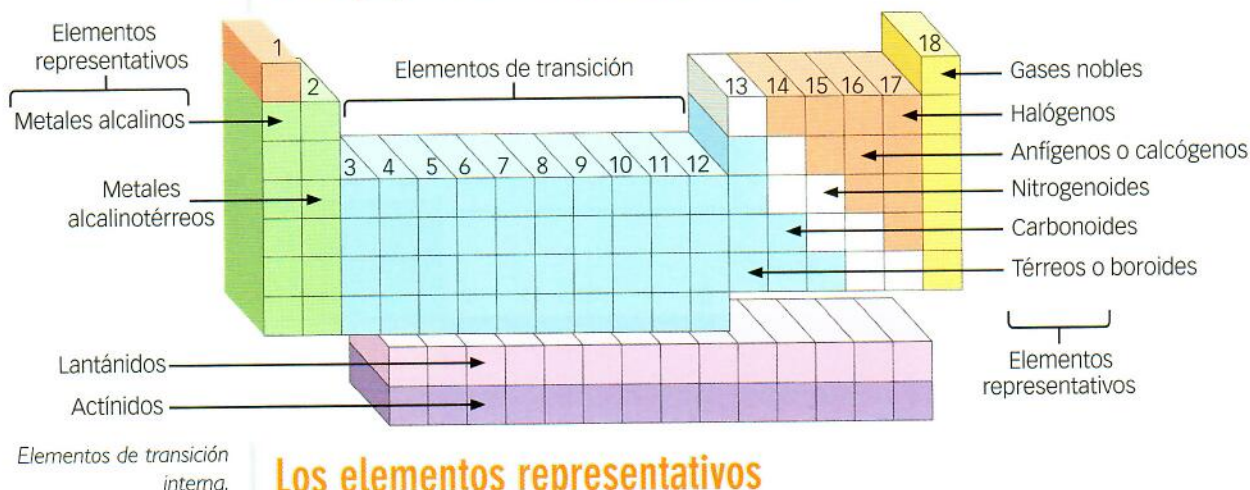


Por lo tanto, el elemento que se encuentra en el periodo 3, grupo 6, es el azufre (S).



# Los grupos y familias de la **tabla periódica**

Los elementos químicos de la tabla periódica que forman parte de un mismo grupo presentan propiedades similares. Estos elementos se organizan en representativos y de transición. A su vez, cada uno se divide en subgrupos o familias, como se observa a continuación:



## Los elementos representativos

Los elementos representativos están conformados por estas familias:

**Grupo 1: Alcalinos.** Son metales blandos de color blanco plata. Tienen gran tendencia a perder el único electrón de valencia que poseen. Reaccionan violentamente con el agua. Los iones sodio y potasio cumplen importantes funciones biológicas en la transmisión de los impulsos nerviosos.

**Grupo 2: Alcalinotérreos.** Son más duros y menos reactivos que los alcalinos y tienen las mismas propiedades metálicas, pero con puntos de fusión y ebullición más elevados. El magnesio forma parte de la molécula de la clorofila y el calcio de los huesos y dientes.

**Grupo 13: Térreos.** En esta familia solo el boro es un metaloide, los demás son metales plateados y blandos con tendencia a compartir electrones. Tienen poca actividad. Son buenos conductores del calor y la corriente eléctrica. El aluminio es muy resistente a la corrosión.

### ¿SABÍAS QUE...?

Se llama **metales** a aquellos elementos que tienden a perder electrones y formar iones positivos o cationes.

Son metales los elementos de los grupos 1 y 2, los metales de transición y algunos elementos a partir del grupo 13.

Se llama **no metales** a aquellos elementos que tienden a ganar electrones y formar iones negativos o aniones.

Son no metales algunos elementos de los grupos 13 al 17.

#### Alcalino

Sodio en kerosene



#### Alcalinotérreo

Concha marina formada por calcio



#### Térreo

El boro se usa para fabricar fibra de vidrio





**Grupo 14: Carbonoides.** Estos elementos forman casi la cuarta parte de la corteza terrestre, especialmente el silicio. En este grupo está el carbono, constituyente fundamental de la materia orgánica. En estado natural solo se encuentran el carbono, el estaño y el plomo. El carbono es un no metal; el estaño y plomo, metales; y el silicio y el germanio, metaloides.

**Grupo 15: Nitrogenoides.** El nitrógeno es un gas que forma el 78% del aire. Del nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ) se produce amoníaco, componente común de los fertilizantes y productos de limpieza.

**Grupo 16: Anfígenos o calcógenos.** El oxígeno es indispensable para la respiración de los seres vivos. Una forma alotrópica del oxígeno es el ozono ( $O_3$ ). En las capas altas de la atmósfera, este elemento forma la capa de ozono, que nos protege de la radiación ultravioleta.

**Grupo 17: Halógenos.** No se encuentran libres en la naturaleza por ser muy reactivos. Es el único grupo en el que todos sus elementos son claramente no metales. Presentan una fuerte tendencia a ganar un electrón. El astato es un elemento muy raro, ya que es un producto intermedio de las series de desintegración radiactiva, y el flúor se emplea para producir refrigerantes.

**Grupo 18: Gases nobles.** Su último nivel de energía está completo, lo cual explica su naturaleza no reactiva. Debido a su baja densidad y su carácter no inflamable, el helio se usa para llenar globos.

#### Carbonoide

El silicio se usa en los circuitos de las computadoras.



#### Nitrogenoide

Las sales de nitrógeno son indispensables para fertilizar suelos.



#### Anfígeno

El agua oxigenada se usa para curar heridas.



#### ¿SABÍAS QUE...?

El nombre *halógeno* o la expresión "formador de sal" se refiere a la propiedad de cada uno de los halógenos de formar, con los metales alcalinos, en general, una sal similar a la sal común (cloruro de sodio).

#### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre la descripción de los grupos o familias, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

## Los elementos de transición

Se hallan en las columnas 3 a la 12. El número del grupo resulta de la suma de los electrones del último nivel y el subnivel incompleto.

Todos los elementos de este grupo son metales duros y presentan alto punto de fusión. Solamente el mercurio es líquido.

## Los elementos de transición interna

Se les denomina tierras raras porque se encuentran en la corteza terrestre y no son muy abundantes. Se dividen en dos series: lantánidos y actínidos.

#### Lantánidos

El neodimio es empleado para fabricar imanes permanentes.



Shutterstock

#### Actínidos

El uranio-235 se utiliza como combustible en los reactores nucleares.





# Las propiedades periódicas de los elementos químicos

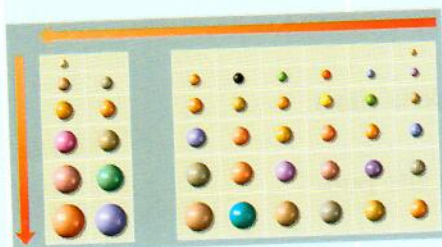
Al analizar la organización de los elementos en la tabla periódica, observamos que las propiedades de los elementos que pertenecen al mismo grupo son semejantes; en los periodos se observa una variación predecible. Además es importante destacar que las propiedades de los elementos se deben a su naturaleza y no a su localización en la tabla.

## Las propiedades periódicas

Las propiedades periódicas son propiedades que presentan los elementos químicos y que se repiten secuencialmente en la tabla periódica.

**Radio atómico.** Es la mitad de la distancia entre los núcleos de dos átomos unidos por un enlace o dos átomos adyacentes en un metal. Varía según el grupo y el periodo.

- En un periodo aumenta de derecha a izquierda, de manera inversa al número atómico.
- En un grupo aumenta de arriba hacia abajo, junto con el número atómico.



Variación de los radios atómicos



|                       |                        |                       |                        |                        |                        |                         |                         |                         |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1                     | 2                      | 3                     | 4                      | 5                      | 6                      | 7                       | 8                       | 9                       |
| 1<br>H<br>1312<br>-73 | 2<br>He<br>1312<br>+19 | 3<br>Li<br>520<br>-60 | 4<br>Be<br>899<br>+19  | 5<br>B<br>801<br>-48   | 6<br>C<br>737<br>-48   | 7<br>N<br>737<br>-48    | 8<br>O<br>737<br>-48    | 9<br>F<br>737<br>-48    |
| 2<br>Li<br>520<br>-60 | 3<br>Be<br>899<br>+19  | 4<br>B<br>801<br>-48  | 5<br>C<br>737<br>-48   | 6<br>N<br>737<br>-48   | 7<br>O<br>737<br>-48   | 8<br>F<br>737<br>-48    | 9<br>Ne<br>737<br>-48   |                         |
| 3<br>Na<br>496<br>-53 | 4<br>Mg<br>738<br>+19  | 5<br>Al<br>578<br>-43 | 6<br>Si<br>506<br>-46  | 7<br>P<br>496<br>-49   | 8<br>S<br>496<br>-49   | 9<br>Cl<br>496<br>-49   | 10<br>Ar<br>496<br>-49  |                         |
| 4<br>K<br>419<br>-48  | 5<br>Ca<br>590<br>+10  | 6<br>Sc<br>633<br>-18 | 7<br>Ti<br>659<br>-8   | 8<br>V<br>651<br>-51   | 9<br>Cr<br>653<br>-64  | 10<br>Mn<br>717<br>-53  | 11<br>Fe<br>762<br>-16  | 12<br>Co<br>760<br>-64  |
| 5<br>Rb<br>403<br>-47 | 6<br>Sr<br>549<br>+10  | 7<br>Y<br>600<br>-30  | 8<br>Zr<br>640<br>-41  | 9<br>Nb<br>652<br>-86  | 10<br>Mo<br>684<br>-72 | 11<br>Tc<br>702<br>-53  | 12<br>Ru<br>710<br>-101 | 13<br>Rh<br>720<br>-110 |
| 6<br>Cs<br>376<br>-45 | 7<br>Ba<br>503<br>+10  | 8<br>La<br>538<br>-50 | 9<br>Hf<br>658<br>-31  | 10<br>Ta<br>761<br>-79 | 11<br>W<br>770<br>-14  | 12<br>Re<br>760<br>-106 | 13<br>Os<br>840<br>-76  | 14<br>Ir<br>800<br>-151 |
| 7<br>Fr<br>380<br>-44 | 8<br>Ra<br>509<br>+10  | 9<br>Ac<br>499<br>-50 | 10<br>Rf<br>658<br>-31 | 11<br>Db<br>761<br>-79 | 12<br>Sg<br>770<br>-14 | 13<br>Bh<br>760<br>-106 | 14<br>Hs<br>840<br>-76  | 15<br>Mt<br>800<br>-151 |

Número atómico: 9  
Símbolo: H  
Afinidad electrónica en eV: -328  
Energía de ionización en eV: 1312

Afinidad electrónica

Energía de ionización

Electronegatividad

Lantánidos  
Actínidos

|                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 58<br>Ce<br>534<br>-50 | 59<br>Pr<br>527<br>-50 | 60<br>Nd<br>533<br>-50 | 61<br>Pm<br>540<br>-50 | 62<br>Sm<br>544<br>-50 | 63<br>Eu<br>547<br>-50 | 64<br>Gd<br>593<br>-50 |
| 90<br>Th<br>587<br>-50 | 91<br>Pa<br>568<br>-50 | 92<br>U<br>598<br>-50  | 93<br>Np<br>604<br>-50 | 94<br>Pu<br>585<br>-50 | 95<br>Am<br>578<br>-50 | 96<br>Cm<br>581<br>-50 |

**Afinidad electrónica.** Es la energía liberada cuando un átomo gaseoso en su estado fundamental capta un electrón y se convierte en un ion con carga negativa o anión.

- En un periodo aumenta de izquierda a derecha.
- En un grupo aumenta de abajo hacia arriba.

**Potencial o energía de ionización.** Es la energía mínima necesaria para "arrancar" el electrón externo (el último de su capa de valencia) de un átomo gaseoso en su estado fundamental. Su unidad es el electronvoltio (eV).

- En un periodo aumenta de izquierda a derecha.
- En un grupo aumenta de abajo hacia arriba.



**Electronegatividad.** Es la medida de la capacidad de un átomo para competir por el par de electrones que comparte con otro átomo al que está unido por un enlace químico. Su valor varía entre 0,7 para el elemento menos electronegativo y 4,0 para el mayor. La electronegatividad determina el carácter metálico o no metálico de los elementos.

- En un periodo aumenta de izquierda a derecha.
- En un grupo aumenta de abajo hacia arriba.

El flúor es el elemento más electronegativo. Posee un valor de 4,0.

F  
4,0

La primera escala numérica de electronegatividad fue ideada por Linus Pauling (1901-1994).



El potasio, en general, es muy reactivo debido a su carácter metálico.

### PARA SABER MÁS

El radio iónico de un catión es menor que el de su átomo neutro debido a la pérdida de electrones, mientras que el de un anión es mayor debido a la ganancia de electrones. Esta variación es conocida como radio iónico.

|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    |            |
|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|----|------------|
|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    | 18         |
|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    | 2 +21      |
|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    | He<br>2372 |
|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    | 10 +29     |
|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    | Ne<br>2080 |
|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    | 18 +35     |
|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    | Ar<br>1521 |
| 10        | 11        | 12         | 13        | 14        | 15        | 16        | 17         | 18         | 19 | 20         |
| 28 -112   | 29 -118   | 30 +47     | 31 -29    | 32 -116   | 33 -78    | 34 -195   | 35 -342,5  | 36 +39     | 37 | 38         |
| Ni<br>737 | Cu<br>745 | Zn<br>906  | Ga<br>579 | Ge<br>762 | As<br>947 | Se<br>941 | Br<br>1140 | Kr<br>1351 |    |            |
| 46 -54    | 47 -126   | 48 +32     | 49 -29    | 50 -116   | 51 -116   | 52 -190   | 53 -295    | 54 +41     | 55 | 56         |
| Pd<br>804 | Ag<br>731 | Cd<br>868  | In<br>558 | Sn<br>708 | Sb<br>834 | Te<br>869 | I<br>1008  | Xe<br>1170 |    |            |
| 78 -205   | 79 -223   | 80 +61     | 81 -20    | 82 -35    | 83 -91    | 84 -183   | 85 -270    | 86 +41     | 87 | 88         |
| Pt<br>870 | Au<br>870 | Hg<br>1007 | Tl<br>589 | Pb<br>715 | Bi<br>703 | Po<br>812 | At<br>920  | Rn<br>1037 |    |            |
| 110       | 111       | 112        | 113       |           | 115       |           | 117        | 118        |    |            |
| Ds        | Rg        | Cn         | Uut       |           | Uup       |           | Uus        | Uuo        |    |            |
|           |           |            |           |           |           |           |            |            |    |            |
| 65 -50    | 66        | 67 -50     | 68 -50    | 69 -50    | 70 -50    | 71 -50    |            |            |    |            |
| Tb<br>566 | Dy<br>573 | Ho<br>581  | Er<br>589 | Tm<br>597 | Yb<br>603 | Lu<br>523 |            |            |    |            |
| 97        | 98        | 99 -50     | 100       | 101       | 102       | 103       |            |            |    |            |
| Bk<br>601 | Cf<br>608 | Es<br>619  | Fm<br>627 | Md<br>635 | No<br>642 | Lr<br>470 |            |            |    |            |



Halógenos con afinidad electrónica negativa y de alto valor absoluto

Radio atómico

Carácter metálico

**Carácter metálico.** Es la capacidad de un elemento para perder electrones. Varía de forma opuesta a la electronegatividad.

- En un periodo aumenta de derecha a izquierda, de manera inversa al número atómico.
- En un grupo aumenta de arriba hacia abajo, junto con el número atómico.

### EN LA WEB

[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/tabla\\_period/tabla3.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/tabla_period/tabla3.htm)

Página que presenta actividades interactivas sobre las propiedades periódicas de la tabla periódica.



# Los elementos químicos de la Tierra

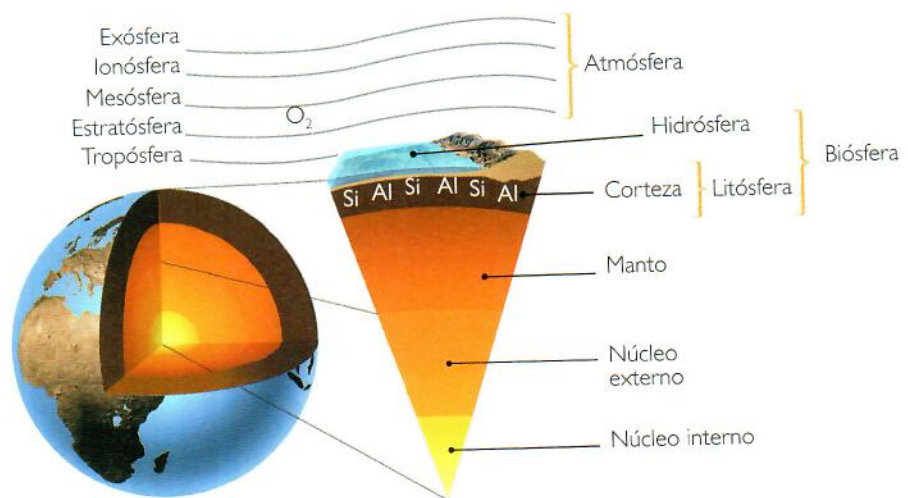
La Tierra es un planeta con cualidades únicas, sobre todo por la combinación de determinadas sustancias químicas.

## Las capas de la Tierra

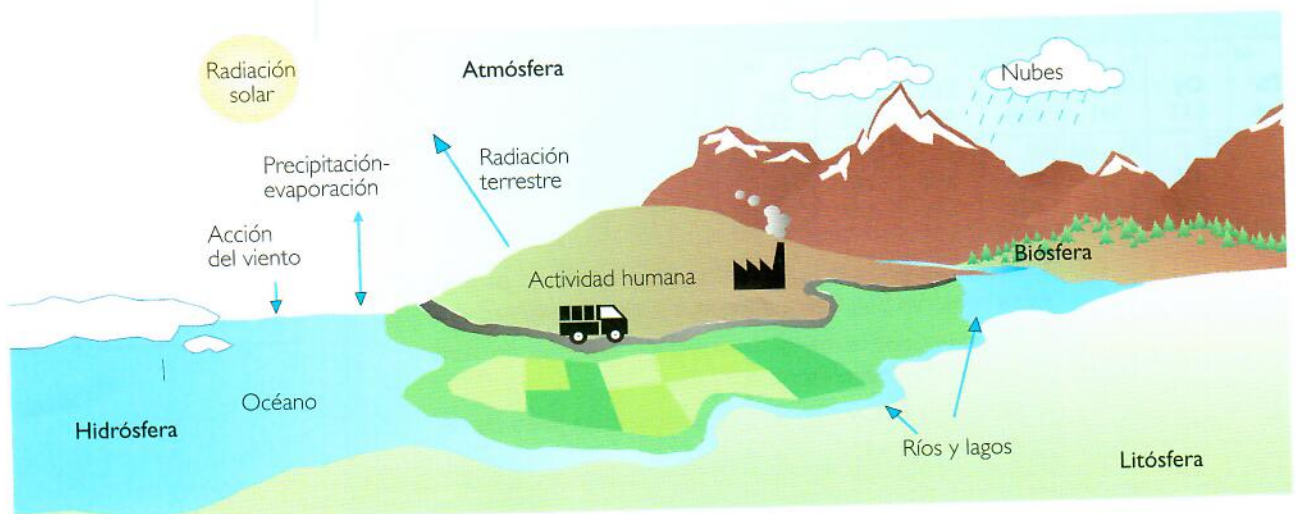
La Tierra, el planeta viviente, es un sistema complejo por sus características fisicoquímicas y por las interacciones entre atmósfera, hidrósfera y litósfera, que permiten que la vida sea posible.

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre los elementos químicos en la Tierra, consulta el libro *Enciclopedia didáctica de las ciencias naturales*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.



Los astrónomos afirman que la Tierra es el único planeta del sistema solar donde la vida es posible en condiciones naturales. Por ejemplo, en la Luna no existen atmósfera ni agua, y en Marte, el planeta más cercano a la Tierra, el nivel de oxígeno es menor del 1%.





El sistema terrestre se divide en los siguientes subsistemas:

- **Atmósfera.** Capa gaseosa de elementos químicos que envuelve a la Tierra.
- **Hidrosfera.** Incluye el agua junto con las sales y otros compuestos químicos que mantiene en solución.
- **Litósfera.** Parte sólida de la Tierra, conformada por la corteza terrestre y una pequeña porción del manto.
- **Biósfera.** Está constituida por todos los seres vivos.

## Los elementos químicos comunes

En la tabla periódica están representados los elementos químicos conocidos, pero no todos están distribuidos por igual en nuestro planeta. Algunos son muy abundantes en la corteza terrestre, pero apenas aparecen en los seres vivos.

| Seres vivos (%)       | O    | C    | H    | N    | Ca   | P    | S    | K    | Cl   | Otros |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                       | 65,0 | 18,5 | 9,5  | 3,3  | 1,5  | 1    | 0,3  | 0,2  | 0,1  | 0,6   |
| Corteza terrestre (%) | O    | Si   | Al   | Fe   | Ca   | Na   | K    | Mg   | H    | Otros |
|                       | 49,5 | 25,7 | 7,5  | 4,7  | 3,4  | 2,6  | 2,4  | 1,9  | 0,9  | 1,4   |
| Universo (%)          | H    | He   | O    | C    | Fe   | Ne   | N    | Mg   | Si   | Otros |
|                       | 73,9 | 23,9 | 1,07 | 0,46 | 0,19 | 0,18 | 0,11 | 0,06 | 0,06 | 0,07  |

Proporción en masa de los elementos químicos más abundantes en los seres vivos, en la corteza terrestre y en el universo

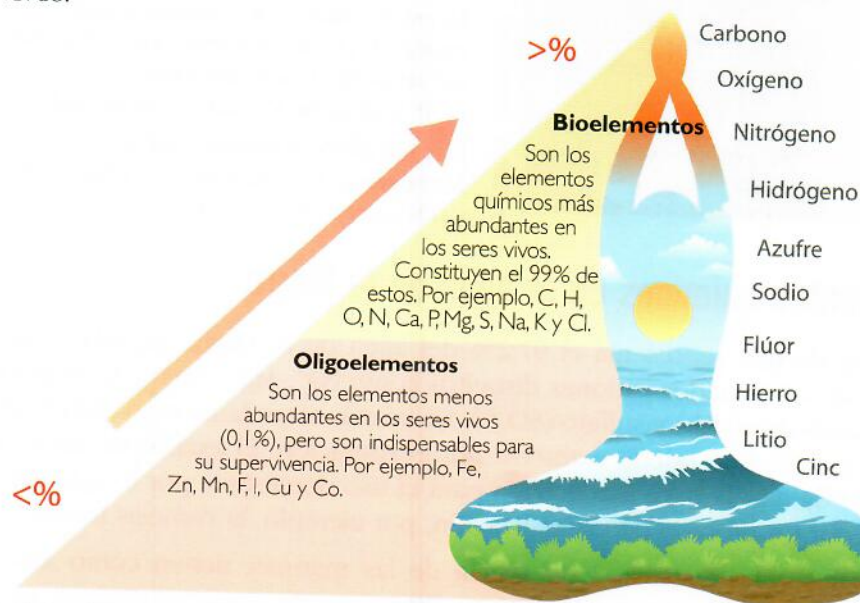
### ¿SABÍAS QUE...?

A diferencia de otros cuerpos del universo, nuestro planeta se encuentra formado principalmente por compuestos de silicio, oxígeno y hierro metálico. Prácticamente, no hay hidrógeno ni helio. Los gases nobles, como el neón, el kriptón y el xenón, son aún más escasos, con excepción del argón.



## Los elementos químicos de la vida

Los elementos químicos imprescindibles para la vida se clasifican en dos grupos, dependiendo de la proporción en la que se encuentran en los seres vivos.



La falta de alguno de estos elementos puede provocar trastornos de la salud; por eso, deben estar presentes en nuestra dieta en la cantidad adecuada.



# La composición química de la Tierra

## GLOSARIO

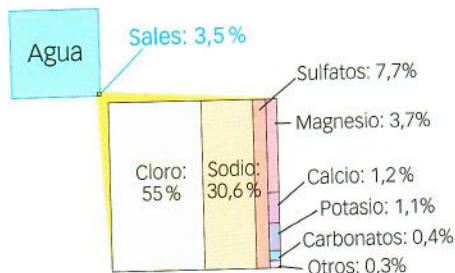
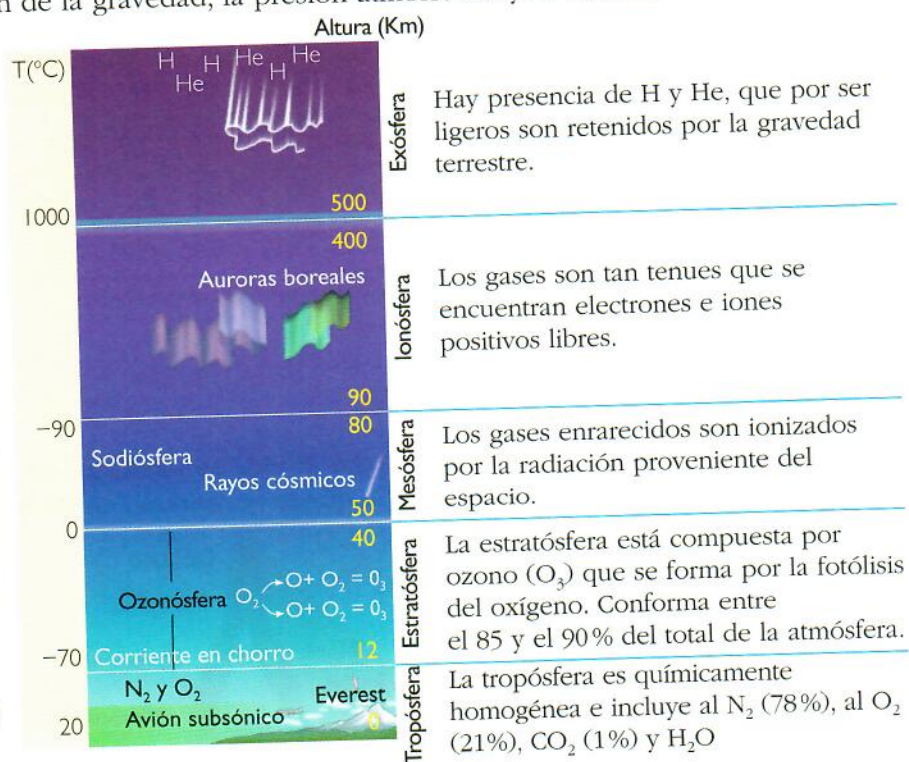
**Agua dura.** Agua con alto contenido de iones de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . No disuelve el jabón.

**Ósmosis inversa.** Proceso que usa membranas especiales para quitar la sal del agua de mar (desalinización).

El planeta Tierra está formado por diferentes elementos químicos conocidos que no se encuentran distribuidos por igual.

## Elementos químicos en la atmósfera

La atmósfera actual varía en su composición química entre un lugar y otro por efectos de la actividad humana. Sin embargo, en condiciones normales, los componentes de cada capa atmosférica también varían, aunque en función de la gravedad, la presión atmosférica y la densidad.



Compuestos químicos del agua de mar

## Elementos químicos en el agua de la Tierra

El agua de mar representa el 97,2% del agua de la Tierra. En ella se encuentran combinados cationes disueltos como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  con los aniones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). La sal más abundante es el cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), que puede extraerse por evaporación. El exceso de sales en el agua de mar la hace inadecuada para el uso doméstico, por lo que debe pasar por un proceso de desalinización, por ejemplo, la ósmosis inversa.

Las aguas continentales, a diferencia de las marinas, tienen como anión mayoritario al bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). Este tipo de agua es óptimo para el consumo humano. Lamentablemente, solo el 1% del agua de la Tierra es dulce. El agua dulce no es tan constante en su composición como el agua



de mar, pues en su camino fluye sobre rocas que desprenden iones como  $Mg^{2+}$  y  $Ca^{2+}$ , lo que la convierte en agua dura.

La proporción de sales disueltas en el agua de los mares y los océanos permanece razonablemente constante gracias al continuo ingreso de agua dulce y a la precipitación de las sales que sobrepasan el límite de solubilidad. La evaporación y la congelación, en cambio, aumentan la concentración salina.

## Elementos químicos en la litósfera

La litósfera es la capa superficial de la Tierra y está formada por la corteza y una pequeña porción del manto superior.

Los elementos químicos predominantes en ella son el oxígeno (O), el silicio (Si), el aluminio (Al), el hierro (Fe), el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el sodio (Na).

Composición elemental de la corteza terrestre

| Elementos | Símbolos | Porcentaje en masa | Tipos de compuestos usuales     |
|-----------|----------|--------------------|---------------------------------|
| Oxígeno   | O        | 46,6               | Óxidos, silicatos               |
| Silicio   | Si       | 27,7               | Silicatos                       |
| Aluminio  | Al       | 8,1                | Aluminosilicatos, óxidos        |
| Hierro    | Fe       | 6,2                | Óxidos, sulfuros                |
| Calcio    | Ca       | 4,66               | Carbonatos, sulfatos, fosfatos  |
| Magnesio  | Mg       | 2,76               | Carbonatos, sulfatos, silicatos |
| Sodio     | Na       | 2,27               | Cloruros, silicatos, nitratos   |

### PARA SABER MÁS

Los compuestos químicos de la litósfera corresponden principalmente al grupo de los silicatos, ya que ellos representan el 95% de todos los minerales, las rocas, las arenas, las arcillas, etc. Sin embargo, los metales, como el hierro, el cobre y el aluminio, han sido más importantes para el desarrollo de la humanidad.



## La clasificación de los elementos químicos de la litósfera

Los elementos químicos que conforman la litósfera se clasifican de la siguiente manera:

### Elementos siderófilos

Tienen baja afinidad con el oxígeno y el azufre. Se encuentran en su forma natural, como el oro (Au), el platino (Pt) y el hierro (Fe).



El oro se encuentra en los ríos como pepitas.

### Elementos litófilos

Se encuentran formando silicatos, como el aluminio (Al), el calcio (Ca) y el magnesio (Mg).



La bauxita es una roca sedimentaria con gran contenido de aluminio.

### Elementos calcófilos

Se presentan en forma de sulfuros, como la plata (Ag), el cobre (Cu), el mercurio (Hg) y el plomo (Pb).



La malaquita es un mineral con más del 50% de cobre en su composición.



# La química y el ambiente

En ocasiones, los cambios ambientales se producen como consecuencia de las actividades humanas; por ejemplo, incendios, deforestación, producción de residuos. Otras veces, sin embargo, ocurren por actividades propias de la naturaleza, como erupciones volcánicas, tormentas u otros fenómenos meteorológicos. La química analiza esos cambios para tratar de determinar sus causas y, si es posible, corregirlas.

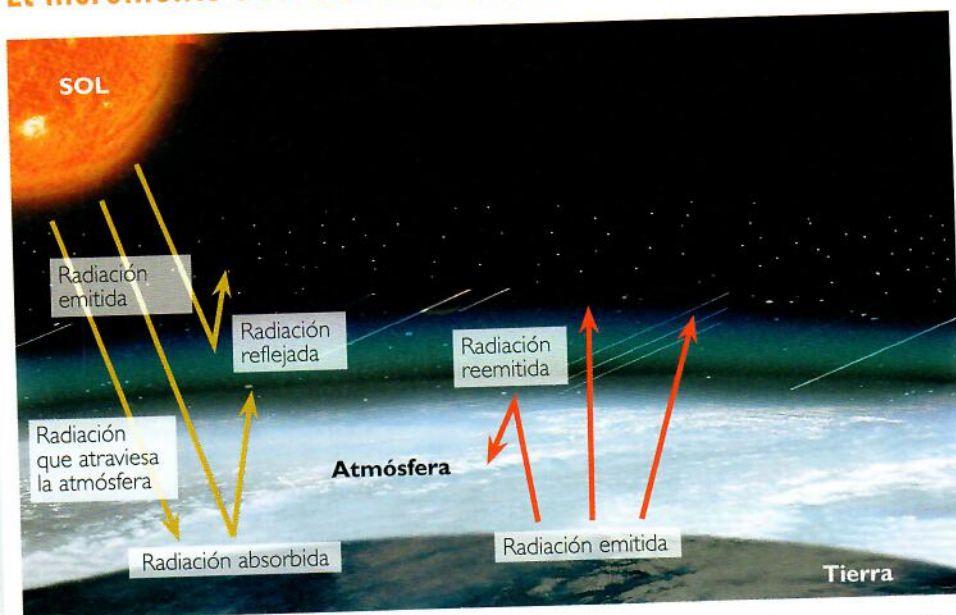
## El incremento del efecto invernadero

### PARA SABER MÁS

El caso más grave de contaminación atmosférica ocurrió en Londres en 1952. Durante seis días no se pudieron ver los rayos solares. El frío fue muy intenso y los gases tóxicos estuvieron en contacto con las personas; aproximadamente, 4000 de ellas murieron.

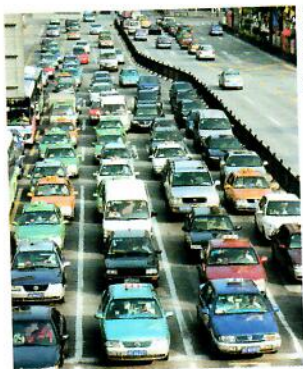
El aumento de la temperatura de la Tierra puede provocar graves daños, como el deshielo de los casquetes polares y el aumento del nivel de las aguas en la Antártida y en el Ártico.

Para controlar este aumento, muchos países firmaron en 1997 un convenio conocido como el Protocolo de Kioto, por el cual se comprometían a controlar sus emisiones de gases contaminantes.



A la Tierra llega la energía del Sol, que es una mezcla de radiaciones: radiación ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja (calor). Una parte de esa radiación es absorbida, pero otra es reflejada por la Tierra hacia la atmósfera. Gracias a este efecto invernadero natural, nuestro planeta mantiene una determinada temperatura en la que se desarrolla la vida. Sin embargo, cuando en la atmósfera aumenta la concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y otros gases, la radiación infrarroja que refleja la Tierra es retenida por la capa de contaminantes, especialmente en la tropósfera, lo que provoca el aumento de la temperatura del planeta. Esto se conoce como incremento del efecto invernadero.

Los incendios y la quema de combustibles fósiles (como la que se produce en los automóviles, calefacciones, fábricas, etc.) provocan un aumento de la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera.



Los motores de combustión también emiten  $\text{CO}_2$  hacia la atmósfera.



Durante un incendio forestal, se emiten  $\text{CO}_2$  y otros gases hacia la atmósfera.



## La lluvia ácida

Por lo general, la lluvia normalmente es ligeramente ácida, es decir, presenta un pH de 5,6 debido a la presencia del  $\text{CO}_2$  atmosférico que forma ácido carbónico. Pero en determinadas zonas de la Tierra se producen combustiones, principalmente industriales, que emiten a la atmósfera grandes cantidades de gases como el  $\text{CO}_2$ , el monóxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ). En la atmósfera, los óxidos de nitrógeno y de azufre se combinan transformándose en compuestos que al combinarse con agua se convierten en ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

De este modo, la lluvia que cae es ácida, con un pH menor que 5, y causa graves daños a la vegetación e incluso puede destruir bosques enteros, afectar las vías respiratorias y los ojos.



Shutterstock

La lluvia ácida provoca graves daños, como la destrucción de la vegetación y la corrosión de la piedra y los metales.

## La destrucción de la capa de ozono

El ozono ( $\text{O}_3$ ) tiene la propiedad de absorber una parte de la radiación ultravioleta procedente del Sol, que es dañina para los seres vivos. A partir de 1980, los investigadores detectaron que había disminuido el grosor de la capa de ozono sobre la Antártida, en lo que se conoce como agujero de la capa de ozono. Este hecho se relacionó con la emisión hacia la atmósfera de ciertos gases, como los CFC (clorofluorocarbonos), que forman parte de muchos aerosoles y sistemas de refrigeración, como los que hay en los frigoríficos y en el aire acondicionado, que no se descomponen hasta que llegan a la estratósfera, donde destruyen el ozono.

El gran inconveniente es que los CFC son muy estables en la atmósfera e insolubles en agua, por lo que su efecto no desaparecerá de inmediato, aunque dejen de emitirse. Existen acuerdos internacionales para evitar el uso de estos productos.



DIONEDIA

Lanzamiento de un globo sonda para estudiar la capa de ozono

### PARA SABER MÁS

Las normas recientes prohíben el uso de CFC (clorofluorocarbonos) en los aerosoles para evitar que el agujero de la capa de ozono crezca, ya que si su grosor y extensión siguen reduciéndose, aumentarán las radiaciones ultravioleta nocivas que llegan a la Tierra, lo que puede incrementar la aparición de cáncer de piel y otros problemas en humanos y otros seres vivos.

### INFORMACIÓN REGIONAL



#### Derrame de mercurio en Choropampa

En junio del 2000, un camión de la empresa Ransa transportaba 15 kg de mercurio líquido de la empresa minera Yanacocha, que se derramaron a lo largo de 27 kilómetros. Esto ocasionó uno de los más grandes y graves desastres ambientales en nuestro país. Han pasado 15 años y las secuelas de intoxicación persisten en el distrito de Choropampa, ubicado en la región Cajamarca.

Según algunos testimonios, luego de ocurrido el incidente, la empresa ofreció dinero a quienes recuperaran dicho metal. Así, niños, mujeres y hombres recogieron mercurio, desconociendo los efectos nocivos de este metal para su salud.



Archivo diario El Comercio



# METALES

## para la vida

Esencial en huesos y dientes. Participa en la coagulación de la sangre y en la transmisión de impulsos nerviosos.

Se encuentra en la leche, el queso, la quinua, la kiwicha, el ajonjolí, el yogur y las sardinas.



Permite la asimilación del calcio y la vitamina C, disminuye problemas cardíacos y ayuda en el buen funcionamiento del sistema nervioso.

Se encuentra en las nueces, las almendras, los higos, el limón, el azúcar rubia, la avena y el maíz.

Requerimiento diario  
**2 mg**



Fundamental para la regulación del sistema nervioso central.

Se encuentra en los vegetales, la papa, los mariscos, los productos lácteos y algunos pescados.

Requerimiento diario  
**1 mg**



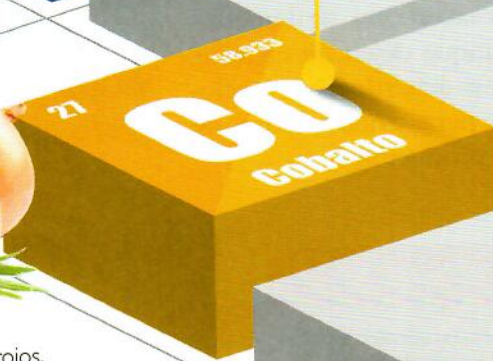
Interviene en la formación de glóbulos rojos. Forma parte de la vitamina B<sub>12</sub>.

Se encuentra en las carnes, los pescados, los lácteos, la cebolla, las lentejas y los higos.

Requerimiento diario  
**375 mg**



Requerimiento diario  
**Trazas**





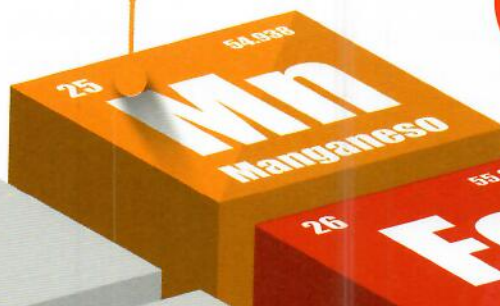
Los metales no solo se usan para construir puentes, estructuras monumentales o automóviles. También son utilizados por nuestro cuerpo para llevar a cabo muchas de las funciones que le son necesarias.



Activa las enzimas y ayuda en la absorción de las vitaminas C, B<sub>1</sub> y B<sub>8</sub>.

Se encuentra en los mariscos, los pescados, los cereales y las legumbres.

Requerimiento diario  
**2 mg**



Requerimiento diario  
**14 mg**



Producción de hemoglobina y mioglobina para la correcta asimilación del complejo B.

Se encuentra en el hígado, las sardinas, la yema de huevo, los cereales integrales y los vegetales verdes.

Requerimiento diario  
**1 mg**



Permite asimilar el hierro de los alimentos y contribuye en el desarrollo de huesos y en la formación de tejidos.

Se encuentra en el cacao, los cereales integrales, las legumbres, las lentejas y la pimienta negra.

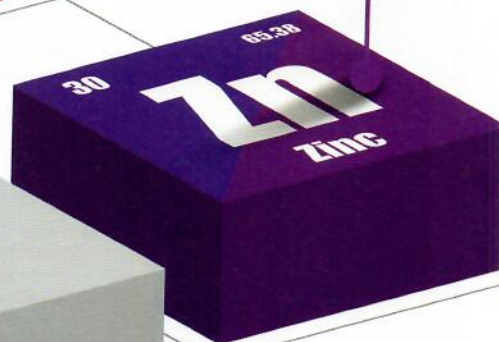


Ayuda al crecimiento; regula el desarrollo sexual, epidérmico y capilar; y es necesario en la producción de insulina.

Se encuentra en la carne roja, la leche, los huevos, los mariscos, los frutos secos, los maníes, la kiwicha y las semillas de girasol.



Requerimiento diario  
**10 mg**





# Resumen

## Ideas principales

### LA TABLA PERIÓDICA

#### Historia de la ley periódica

Primeros intentos de clasificación:

- Döbereiner: triadas.
- Newlands: ley de las octavas.
- Mendeleiev: ley periódica.
- Meyer: volúmenes atómicos.
- Moseley: ley periódica moderna.

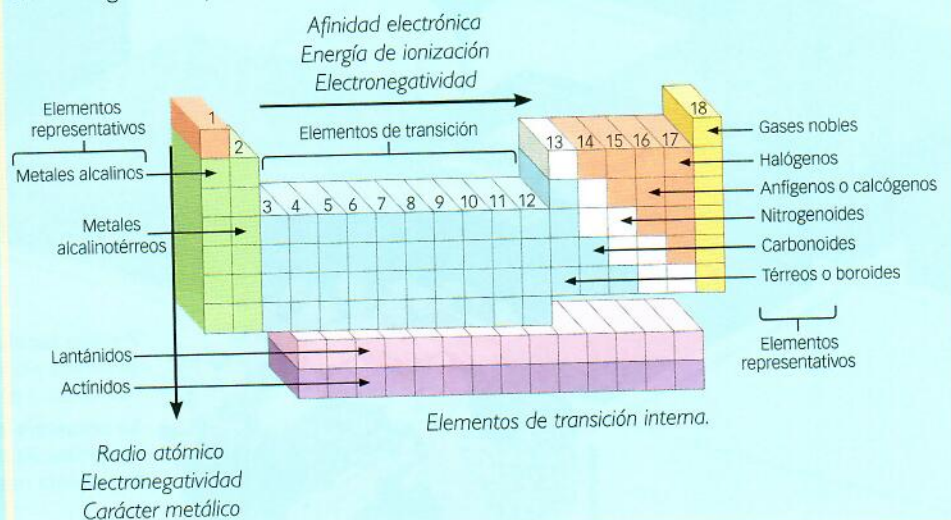


#### Tabla periódica actual

- Los elementos están ordenados según su número atómico.
- Las propiedades químicas y la mayoría de las propiedades físicas de los elementos están en función de sus números atómicos.
- La tabla periódica actual consta de 7 filas llamadas periodos y 18 columnas denominadas grupos.
- Los elementos de un mismo grupo tienen propiedades químicas similares debido al número de electrones en el nivel más externo. Se clasifican en representativos y de transición (incluyen a los de transición interna: lantánidos y actínidos).
- Los elementos ubicados en el mismo periodo se encuentran en el mismo nivel de energía.
- En la tabla periódica actual, los elementos se clasifican de la siguiente manera:
  - Metales
  - No metales
  - Metaloides
  - Gases nobles

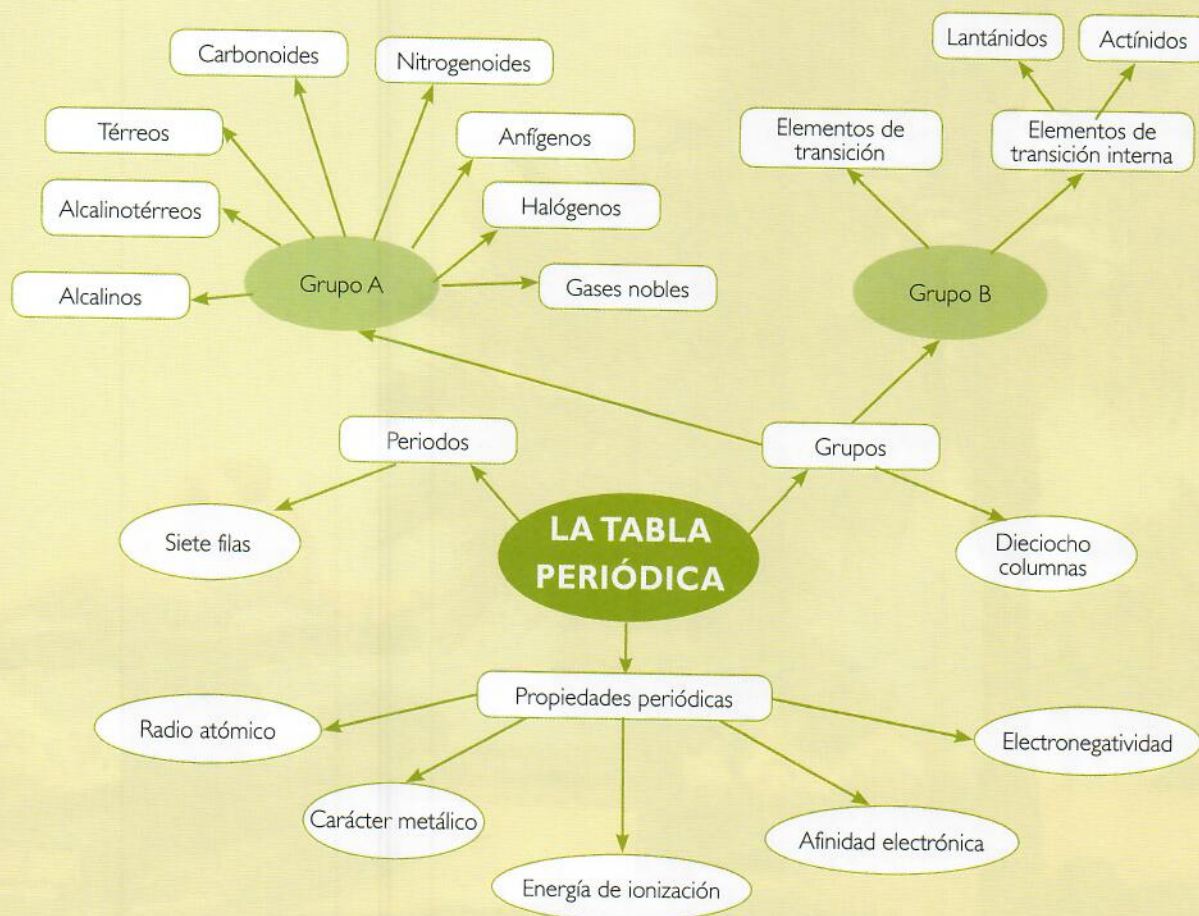
#### Propiedades periódicas

Las propiedades periódicas sirven para comprender el comportamiento químico de los elementos: radio atómico, energía de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad y carácter metálico.





## Organizador visual: diagrama radial



### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En estos sitios web, encontrarás información acerca de los elementos químicos de la tabla periódica así como sobre la configuración electrónica y el número de electrones de valencia, que reforzarán lo aprendido.

- Peñas, J. (1998). *Educaplus*. Recuperado de <http://www.educaplus.org/play-188-Tabla-peri%C3%B3dica.html>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (s.f.). *Proyecto Biósfera*. Recuperado de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/tabla\\_period/tabla4.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/tabla_period/tabla4.htm)

#### Para ampliar

Ron Howard (Dir., 1995). *Apolo 13*, Estados Unidos. Esta película narra la fallida misión de la Nasa en su intento de arribar a la Luna en 1970.

Antes de llegar a su destino, la nave espacial sufre desperfectos que provocan la pérdida de oxígeno, lo cual desencadena el cambio de rumbo de la nave. La situación de los tripulantes se complica cuando el oxígeno, usado como combustible, empieza a agotarse.

El equipo de la Nasa en la Tierra improvisa una nueva misión, la cual tiene por finalidad lograr que los astronautas regresen sanos y salvos.





### IDEAS CLAVE

- El enlace químico
- El enlace iónico
- Las propiedades de los compuestos iónicos
- El enlace covalente
- Los tipos de enlaces covalentes
- El enlace metálico
- La geometría molecular
- Las fuerzas intermoleculares
- Los puentes de hidrógeno y el agua



## 4

# El enlace químico

## LEEMOS

### Mejor juntos que separados

Dicen que el amor es física y química, pero ¿qué tienen en común el amor y el enlace químico? ¿Por qué se unen las personas? ¿Por qué se unen los átomos? ¿Atracción, necesidad o estabilidad...?

Los átomos y moléculas que forman parte del ambiente que nos rodea están unidos por enlaces químicos, los cuales determinan las propiedades físicas y químicas de la materia.

Las cargas opuestas se atraen, porque, al unirse, adquieren una situación más estable que cuando estaban separadas. Lo mismo sucede con los átomos, donde la situación de mayor estabilidad se produce cuando el número de electrones en su último nivel de energía es igual a ocho.

Dos átomos al unirse forman un enlace químico y desprenden energía, la que es llamada energía de enlace. Esta energía liberada es la fuente de energía más utilizada en el planeta Tierra por plantas, animales e, incluso, los seres humanos.

Una configuración estable ocasiona que los electrones pasen más tiempo orbitando entre los núcleos y hacen que estos últimos se atraigan mutuamente.

*¿Por qué se unen los átomos? ¿Cómo se forman nuevos compuestos? ¿Qué es la energía de enlace? ¿Por qué es tan importante para la naturaleza y los seres humanos? ¿Qué tipos de enlace químico conoces? Nombra algunos.*

Carlos Sala

El beso, escultura de Víctor Delfín en el Parque del Amor, Miraflores, Lima

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al finalizar esta unidad, podrás relacionar la configuración electrónica con el tipo de enlace que los átomos forman predominantemente en compuestos comunes. Además, lograrás explicar el comportamiento de los átomos y moléculas al unirse por los diferentes enlaces. También serás capaz de representar mediante estructuras de Lewis a los átomos y las moléculas en sustancias diversas.



## Introducción a la unidad

Si pudiéramos observar la estructura interna de las sustancias que nos rodean, nos daríamos cuenta de que están formadas por átomos unidos entre sí a manera de los ladrillos de una pared. Las uniones entre estos átomos se realizan mediante fuerzas de diferentes naturaleza, conocidas como enlaces químicos.

Las posibilidades de unión que existen entre los átomos son múltiples, esto permite que ha-

yan millones de compuestos, los cuales están presentes en nuestra vida diaria.

En esta unidad conocerás cómo son los enlaces químicos interatómicos e intermoleculares. De ellos dependen las propiedades de las sustancias que nos rodean. Asimismo, veremos la manera en que se unen los átomos para explicar las propiedades de las diferentes sustancias químicas, ya sean elementos o compuestos.

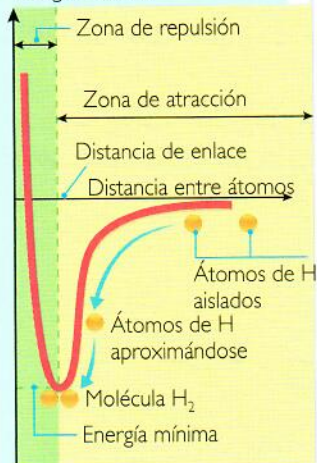
# Fundamentos del enlace químico

### PARA SABER MÁS

La **longitud de enlace** es la distancia entre dos átomos unidos. En ella la energía es mínima, y la estabilidad, máxima.

A esta distancia, las fuerzas de repulsión entre los núcleos y la fuerza de atracción que ejerce cada núcleo sobre los electrones del otro átomo se hallan en equilibrio. Son más estables y tienen menos energía que los átomos individuales.

Energía máxima



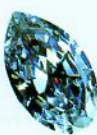
Representación de la energía y la distancia entre átomos para la formación de una molécula de hidrógeno. El sentido de las flechas azules indica la formación de la molécula de hidrógeno.

Los átomos no suelen permanecer aislados, sino que tienden a agregarse entre sí formando estructuras más complejas: se unen porque ello les permite pasar a una situación de menor energía, lo que supone también mayor estabilidad.

## Características del enlace químico

Los gases nobles son los únicos elementos que se encuentran en la naturaleza como átomos individuales, pues son muy estables. Los átomos del resto de los elementos se mantienen unidos por fuerzas llamadas enlaces químicos. El **enlace químico** es el conjunto de fuerzas que mantienen unidos a los átomos, los iones y las moléculas para formar agrupaciones estables.

Existen dos tipos de interacciones: las interatómicas y las intermoleculares, como su nombre lo dice, son las que existen entre los átomos y moléculas, respectivamente. Las interatómicas corresponden a los enlaces iónicos, covalentes y metálicos; las intermoleculares, a las fuerzas de Van der Waals y puentes de hidrógeno.

| Enlace iónico                                                                       | Enlace covalente                                                                     | Enlace metálico                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| El cloruro de sodio (NaCl) presente en la sal común                                 | El dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> ) presente en el cuarzo                      | Los átomos de plata (Ag) presentes en las joyas                                       |

Para explicar cómo se producen los enlaces químicos, se utiliza la regla del octeto y la electronegatividad.



## La regla del octeto

Los átomos de los gases nobles presentan 8 electrones en su último nivel, por ello, se les considera estables. La única excepción es el helio, que tiene 2 electrones.

En 1916, el estadounidense Gilbert Lewis y el alemán Walther Kossel propusieron, independientemente, la **regla del octeto**, que sostiene que cuando se forma un enlace químico, los átomos reciben, ceden o comparten electrones con otros átomos, buscando todos tener **8 electrones en su último nivel de energía** para adquirir la configuración del gas noble más próximo de la tabla periódica.

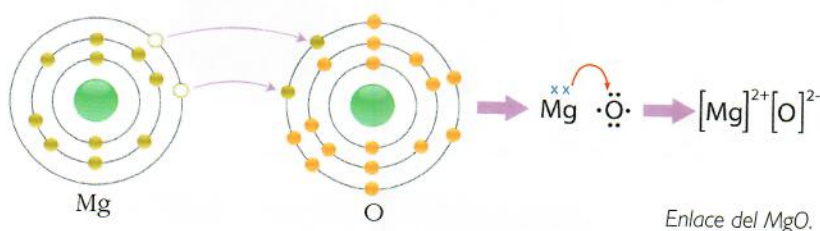
## La electronegatividad (EN)

La electronegatividad es una medida de la capacidad del átomo de atraer electrones en un enlace químico. Este factor permite la captura de electrones de valencia entre los átomos que forman el enlace. De acuerdo con esto, los elementos pueden ser electronegativos o electropositivos.

Elementos electropositivos  $\longrightarrow$  Tienden a ceder electrones.

Elementos electronegativos  $\longrightarrow$  Tienden a ganar electrones.

Por ejemplo, el magnesio y el oxígeno se unen para formar el óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ). El elemento electropositivo es el magnesio, pues cede electrones; el oxígeno, en cambio, es electronegativo, ya que gana electrones.



Enlace del  $MgO$ .

Conocer la electronegatividad de los elementos que forman un enlace es muy útil, porque a partir de su diferencia se puede predecir qué tipo de enlace se formará.

Diferencia de electronegatividades ( $\Delta EN$ )

Si la ( $\Delta EN$ ) es mayor o igual a 1,7, se trata de un enlace iónico.

Si la ( $\Delta EN$ ) es menor a 1,7, es un enlace covalente.

|           |           |                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |         |
|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| H<br>2,1  |           |                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | He<br>— |
| Li<br>1,0 | Be<br>1,5 |                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           | B<br>2,0  | C<br>2,5  | N<br>3,0  | O<br>3,5  | F<br>4,0  | Ne<br>— |
| Na<br>0,9 | Mg<br>1,2 |                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           | Al<br>1,5 | Si<br>1,8 | P<br>2,1  | S<br>2,5  | Cl<br>3,0 | Ar<br>— |
| K<br>0,8  | Ca<br>1,0 | Sc<br>1,3        | Ti<br>1,5 | V<br>1,6  | Cr<br>1,6 | Mn<br>1,5 | Fe<br>1,8 | Co<br>1,8 | Ni<br>1,8 | Cu<br>1,9 | Zn<br>1,6 | Ga<br>1,6 | Ge<br>1,8 | As<br>2,0 | Se<br>2,4 | Br<br>2,8 | Kr<br>— |
| Rb<br>0,8 | Sr<br>1,0 | Y<br>1,2         | Zr<br>1,4 | Nb<br>1,6 | Mo<br>1,8 | Tc<br>1,9 | Ru<br>2,2 | Rh<br>2,2 | Pd<br>2,2 | Ag<br>1,9 | Cd<br>1,7 | In<br>1,7 | Sn<br>1,8 | Sb<br>1,9 | Te<br>2,1 | I<br>2,5  | Xe<br>— |
| Cs<br>0,7 | Ba<br>0,9 | La-Lu<br>1,1-1,2 | Hf<br>1,3 | Ta<br>1,5 | W<br>1,7  | Re<br>1,9 | Os<br>2,2 | Ir<br>2,2 | Pt<br>2,2 | Au<br>2,4 | Hg<br>1,9 | Tl<br>1,8 | Pb<br>1,8 | Bi<br>1,9 | Po<br>2,0 | At<br>2,2 | Rn<br>— |
| Fr<br>0,7 | Ra<br>0,9 |                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |         |

Electronegatividad de los elementos químicos

## ¿SABÍAS QUE...?

Gilbert Lewis, físico-químico famoso, estableció la notación de Lewis o diagrama de puntos para representar los electrones del último nivel de los átomos mediante símbolos como \*, x o •. Esto permite abreviar con facilidad los enlaces químicos.

EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre el enlace químico, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.



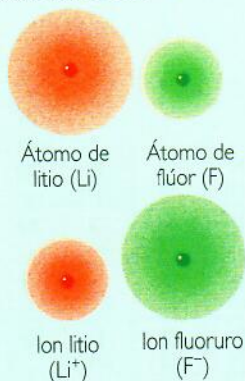
# El enlace iónico

## PARA SABER MÁS

Los electrolitos son sustancias que al disolverse en agua forman iones. En los seres vivos, los electrolitos cumplen funciones relacionadas con el adecuado equilibrio del organismo. Por ejemplo, el  $K^+$  y el  $Na^+$  intervienen en la regulación de la cantidad de agua que debe estar presente en el organismo.

## ¿SABÍAS QUE...?

La nube electrónica de los cationes es más pequeña que la de su átomo neutro, mientras que la de un anión es de mayor tamaño que la de su átomo neutro.



Comparación entre la nube electrónica de los átomos de Li y F y su respectivo ion.

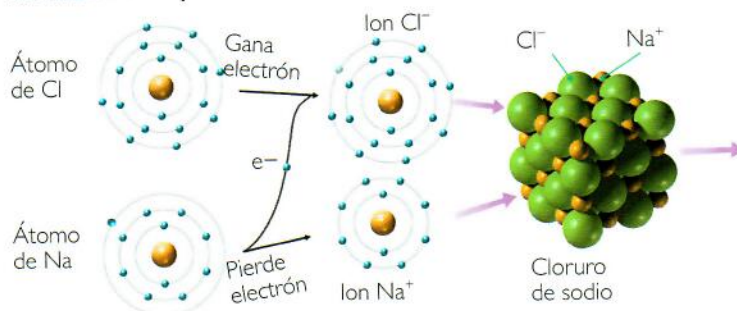
Cuando se combinan elementos muy electronegativos (con mucha tendencia a ganar electrones) con elementos muy electropositivos (con tendencia a perder electrones), se forma el enlace iónico.

## La atracción entre iones

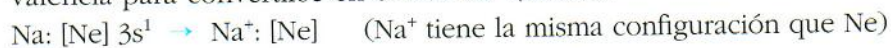
La atracción se produce cuando el átomo de un metal cede electrones al átomo de un no metal. Así, se generan iones de signo opuesto, de modo tal que ambos átomos alcanzan la configuración electrónica de un gas noble.

En general, el enlace iónico es la **fuerza de atracción que mantiene unidos a iones positivos y negativos**. Aunque están constituidos por iones, los compuestos iónicos son eléctricamente neutros porque contienen igual carga positiva que negativa. Aquí tenemos algunos ejemplos:

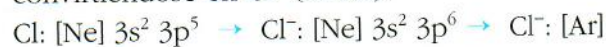
- La formación de la sal común o cloruro de sodio resulta de la asociación de los iones  $Na^+$  y  $Cl^-$ .



El Na adquiere la configuración de gas noble al ceder su electrón de valencia para convertirse en el ion  $Na^+$  (catión).

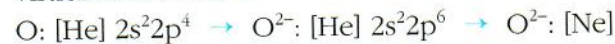


El Cl adquiere la configuración de gas noble ganando un electrón y convirtiéndose en  $Cl^-$  (anión).



- En la formación del óxido de calcio, los átomos de Ca y O se unen en un enlace iónico.

El O adquiere la configuración de gas noble ganando 2 electrones y convirtiéndose en  $O^{2-}$ .



El Ca adquiere la configuración de gas noble al ceder 2 electrones de valencia para convertirse en  $Ca^{2+}$ .



Es necesario que se combine un átomo de Ca con un átomo de O para que los electrones que se ceden sean los mismos que se captan. La fórmula de este compuesto debe ser  $CaO$ .



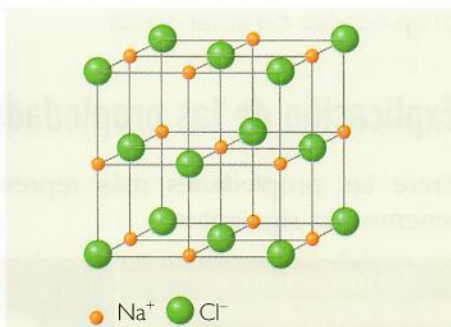
## Las redes cristalinas

A temperatura ambiente no existen compuestos iónicos en estado gaseoso ni líquido; estos permanecen en estado sólido. Eso se debe a que forman una red cristalina, que es una estructura muy estable en la que los iones positivos se rodean del mayor número posible de iones negativos y viceversa.

La fórmula de un compuesto iónico nos indica en qué proporción se combinan los átomos; es solo una fórmula empírica, ya que estos compuestos no forman moléculas.



Roca halita, fuente principal del NaCl (sal común)



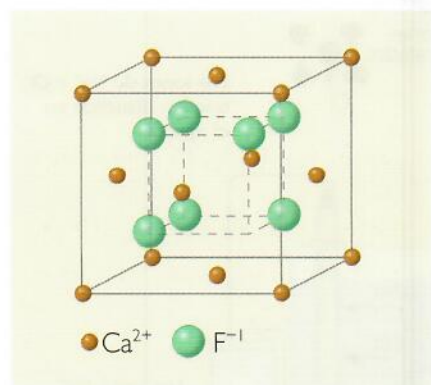
Red cristalina de NaCl (sal común)

### EN LA WEB

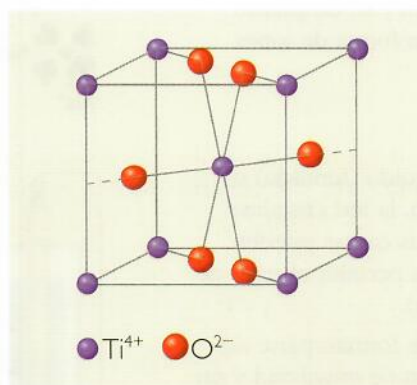
<http://recursos.cnice.mec.es/quimica/ulloa1/tercero/tema3/oa1/index.html>

Página que contiene actividades interactivas sobre los enlaces iónicos.

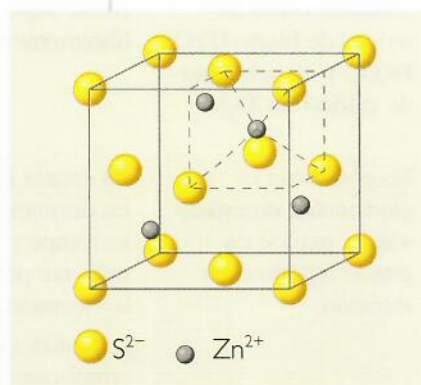
La forma de la red cristalina depende de lo similares que sean en tamaño el anión y el catión, y de su carga. Si ambos iones tienen la misma carga (NaCl), habrá tantos iones positivos como negativos; pero si la carga de un ion es el doble que la del otro (Na<sub>2</sub>O, CaF<sub>2</sub>), habrá el doble de iones de un tipo que de otro.



Red cristalina de CaF<sub>2</sub> o fluoruro de calcio presente en el mineral fluorita



Red cristalina de TiO<sub>2</sub> o dióxido de titanio presente en el mineral rutilo



Red cristalina de ZnS o sulfuro de cinc presente en el mineral blenda

### ¿SABÍAS QUE...?

La cristalografía de rayos X es una técnica experimental para el estudio de materiales, basada en el fenómeno de difracción de los rayos X. Consiste en hacer pasar un haz de rayos X a través de una sustancia que se está analizando. Esta técnica nos indica, por ejemplo, que el NaCl consta de redes ordenadas estrechamente de iones Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> alternados y no de unidades moleculares de NaCl.

Dada la relación existente entre la estructura tridimensional de las moléculas y sus propiedades químicas y físicas, la cristalografía ha contribuido al avance en varias disciplinas científicas, como la química, la biología molecular, la geología, la física aplicada y la ciencia de materiales.



# Las propiedades de los compuestos iónicos

## GLOSARIO

### Punto de ebullición.

Temperatura a la cual un líquido hierve y pasa al estado gaseoso.

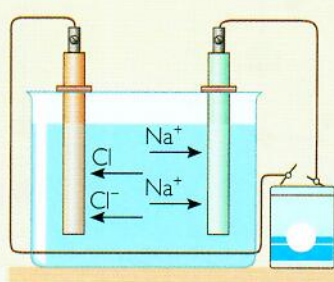
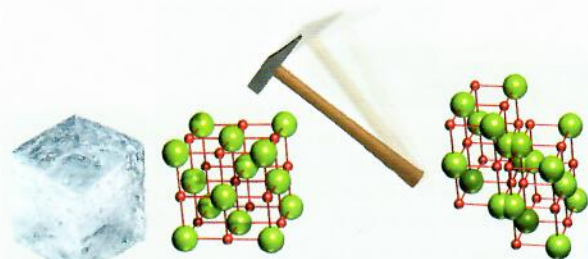
### Punto de fusión.

Temperatura a la cual un sólido se funde y pasa al estado líquido.

Los compuestos iónicos presentan una estructura cristalina independiente de su naturaleza. Este hecho confiere a todos ellos unas propiedades características.

## Explicación de las propiedades de los compuestos iónicos

Entre las propiedades más representativas de los compuestos iónicos tenemos las siguientes:

| Propiedades                                                                                                                                                                         | Explicaciones                                                                                                                                                                                                                                                                            | Ejemplos                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Todos los compuestos iónicos puros son sólidos a temperatura ambiente.                                                                                                              | Los iones positivos y negativos forman redes cristalinas muy estables. Los iones permanecen fijos y se mantienen así debido a la atracción de las cargas.                                                                                                                                |  <p>El NaCl (puro) tiene una temperatura de fusión de 801 °C y de ebullición de 1413 °C.</p>           |
| Tienen alto punto de fusión y de ebullición.                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                           |
| La mayoría son solubles en agua, aunque otros son poco solubles, como los óxidos de hierro ( $\text{FeO}$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). | Los iones son atraídos por los átomos de hidrógeno y oxígeno que forman el agua. Así se separan y se desplazan libremente en forma de iones.                                                                                                                                             |  <p>Los iones de <math>\text{Na}^+</math> y <math>\text{Cl}^-</math> quedan disueltos en el agua.</p> |
| No conducen la electricidad en estado sólido, pero sí en estado líquido o en solución.                                                                                              | En estado líquido (fundido) o en disolución, la red cristalina se rompe y las cargas pueden moverse para permitir el paso de la electricidad.<br><br>Los iones que forman parte del cristal carecen de movilidad y no pueden conducir electricidad.                                      |  <p>Los iones <math>\text{Na}^+</math> y <math>\text{Cl}^-</math> transfieren la electricidad.</p>    |
| Son duros y frágiles.                                                                                                                                                               | Son duros, pues para rayar un compuesto iónico hay que separar sus iones, es decir, romper la red cristalina. Son frágiles, porque un pequeño golpe puede desplazar los iones de un plano de la red y dejar enfrentados iones del mismo signo, que se repelerán hasta romper el cristal. |  <p>Al ser golpeado, el cristal iónico se rompe.</p>                                                  |



## Aplicaciones de los compuestos iónicos

Los compuestos iónicos tienen importantes aplicaciones en la industria, en la vida cotidiana y en los seres vivos.

- Algunas aplicaciones de los compuestos iónicos en la industria son las siguientes:

|                 | Cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ )                                                                          | Cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2$ )                                                           | Óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )                                       |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | Cristal blanco                                                                                                 | Sólido cristalino blanco                                                                          | Sólido cristalino blanco. El más duro después del diamante                          |
| Características |                               |                  |  |
| Aplicaciones    | Se usa en las carreteras porque retiene la humedad. También se emplea como fertilizante y como anticongelante. | Se usa como coagulante en la fabricación de queso y papel. También se emplea como anticongelante. | Se usa en la producción de aluminio metálico, cerámica, papel y piedras preciosas.  |

Las sales minerales son compuestos inorgánicos fundamentalmente iónicos, es decir, formados por una combinación de cationes y aniones. Son indispensables para el buen funcionamiento del organismo de los seres vivos. Los cationes más abundantes son  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , y los aniones más representativos,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ , entre otros.

- Algunas aplicaciones de los compuestos iónicos en la vida diaria son los siguientes:

| Compuestos                                         | Aplicaciones                                                     |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ )          | Controla la acidez en el estómago.                               |
| Sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ )              | Sirve para hacer yesos de uso médico.                            |
| Yoduro de sodio ( $\text{NaI}$ )                   | Es fuente de yodo para la tiroides.                              |
| Fluoruro de sodio ( $\text{NaF}_2$ )               | Fortalece los dientes.                                           |
| Hidróxido de magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) | Conforma la leche de magnesia, que controla la acidez estomacal. |
| Fosfato de cinc ( $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ )   | Sirve como cemento dental.                                       |

### PARA REFLEXIONAR

La sal es vital para el organismo, aunque en exceso es perjudicial para quienes padecen alguna enfermedad renal, pues podría elevar su presión sanguínea. Este factor tiene una alta incidencia en ataques cardíacos y hemorragias cerebrales.

Actualmente, la preocupación por este tema ha impulsado a muchos fabricantes a preparar alimentos bajos en sal, lo cual en otros países es considerado una ayuda inestimable para salvar vidas.

- ¿Cuáles son las consecuencias del consumo excesivo de sal para nuestra salud? ¿Qué cantidad de sal podemos consumir al día?



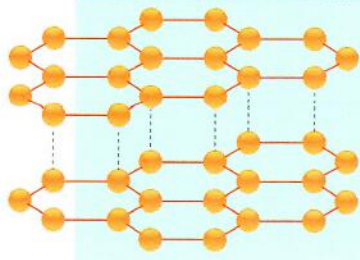
# El enlace covalente

## PARA SABER MÁS

La **tetravalencia** es la capacidad que tiene el carbono de formar cuatro enlaces covalentes simples, dobles y/o triples con átomos iguales o diferentes. Mediante esta propiedad, el carbono hace participar a sus 4 electrones de valencia en la formación de enlaces químicos covalentes simples, dobles o triples.

## ¿SABÍAS QUE...?

En el grafito, los átomos de carbono se disponen en planos relativamente distanciados y entre sí, porque es fácil separar estas capas. Una de las aplicaciones de este fenómeno son los lápices que usamos a diario: las minas son de grafito.



El enlace covalente se suele producir entre átomos de elementos a los que en su última capa les faltan pocos electrones para alcanzar la configuración del gas noble más cercano. En este caso, los átomos comparten electrones.

## La formación del enlace covalente

Además de ceder o captar electrones, los átomos pueden, también, **compartir electrones**. Cuando sucede esto, se produce un enlace covalente. Esta unión es posible porque los electrones son atraídos por los núcleos de ambos elementos, de modo que pertenecen por igual a los dos átomos que se enlazan.

El enlace covalente ocurre cuando se combinan átomos de elementos con **electronegatividad parecida y alta**, es decir, cuando se combinan no metales entre sí. Por ejemplo, carbono y oxígeno, o bien átomos de oxígeno entre sí.



Los enlaces covalentes son pares de electrones compartidos entre dos átomos. Se representan por medio de una línea entre sus símbolos: O—O. Dependiendo del número de electrones que tenga un átomo en su nivel de valencia, puede necesitar compartir uno o más pares de electrones para alcanzar la configuración de gas noble.

- Si entre dos átomos se forma solo un enlace, hablamos de un **enlace simple**. Comparten un par de electrones.



Enlace simple



- Si entre dos átomos se forman dos enlaces, hablamos de un **enlace doble**. Comparten dos pares de electrones.



Enlace doble



- Si entre dos átomos se forman tres enlaces, hablamos de un **enlace triple**. Comparten tres pares de electrones.



Enlace triple





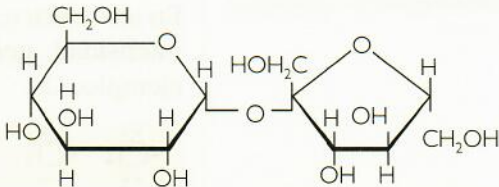
## Las propiedades de las sustancias covalentes

Los elementos y los compuestos con enlaces covalentes pueden formar moléculas individuales, como  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , o cristales atómicos (redes covalentes), como el diamante ( $\text{C}$ ) y el cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ). Cada una de estas formas tiene propiedades particulares.

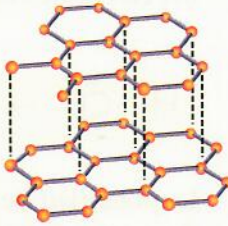
### GLOSARIO

**Solvente polar:** Sustancia cuyas moléculas presentan un polo positivo y otro negativo separados por una cierta distancia.

### Sustancias moleculares covalentes

| Propiedades                                                                                                           | Explicaciones                                                                                                                                               | Ejemplos                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas a temperatura ambiente.                                                       | Los enlaces covalentes que forman las moléculas son muy fuertes, pero las atracciones entre las moléculas son débiles; vencerlas no requiere mucha energía. | <br><br>Sacarosa |
| Tienen bajo punto de fusión y de ebullición.                                                                          |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        |
| Son blandas.                                                                                                          |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        |
| La mayoría son insolubles en solventes polares, como el agua, pero solubles en solventes no polares, como el benceno. | La solubilidad depende de que la polaridad de la molécula sea afín con la del solvente.                                                                     |                                                                                                                                                                                        |
| Son malas conductoras de la electricidad y del calor.                                                                 | Los electrones de valencia permanecen vinculados a los átomos que participan en los enlaces.                                                                |                                                                                                                                                                                        |

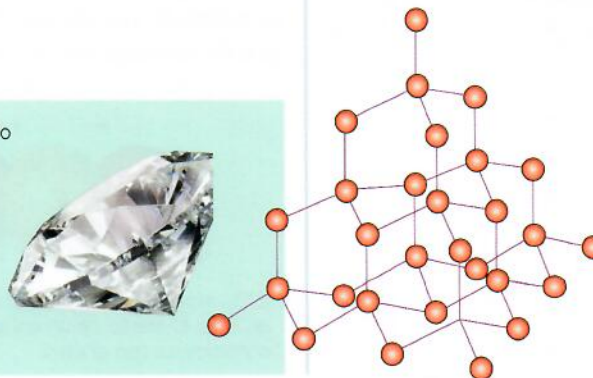
### Cristales atómicos de redes covalentes

| Propiedades                                                          | Explicaciones                                                                                                     | Ejemplos                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Todos son sólidos con puntos de fusión muy altos.                    | Sus átomos están unidos por fuertes enlaces covalentes en toda la red. Estos enlaces son muy difíciles de romper. | <br>Cuarzo |
| Son insolubles en cualquier tipo de solvente (polar o no polar).     |                                                                                                                   |                                                                                                |
| En su mayoría, son malos conductores del calor y de la electricidad. | Tienen sus electrones de enlace localizados; es decir, no se desplazan a través de la red cristalina.             |                                                                                                |

### ¿SABÍAS QUE...?

El nombre *diamante* proviene de la palabra latina *adamas*, cuyo significado es 'invencible', pues, a diferencia del grafito, este mineral es una de las sustancias más duras que se conoce.

Es un material incoloro que no conduce la electricidad, es más denso que el grafito y tiene el punto de fusión más elevado conocido de un elemento (cerca de  $3823\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Estas propiedades responden a su estructura: una red de átomos de carbono distribuidos en forma de tetraedro. En esta estructura se presentan enlaces muy fuertes sin que haya electrones débilmente retenidos.





# Los tipos de enlaces covalentes

## ¿SABÍAS QUE...?

Las sustancias moleculares polares se disuelven en disolventes polares como el agua; las sustancias moleculares apolares, en cambio, en disolventes apolares, como la acetona. La regla de la solubilidad postula lo siguiente: "Lo semejante disuelve a lo semejante".

## GLOSARIO

**Dipolo.** Molécula con centros separados de cargas parciales negativa y positiva.

Según la diferencia de electronegatividades, los enlaces covalentes pueden ser polares y no polares; y según la procedencia de sus electrones, pueden clasificarse en compartidos, normales y dativos.

## Según la diferencia de electronegatividades

### El enlace covalente no polar

Se forma entre átomos iguales o diferentes, y la **diferencia de electronegatividad** debe ser cero o muy pequeña.

$$0 \leq \Delta EN < 0,5$$

En este enlace, los electrones son atraídos por ambos núcleos con la misma intensidad, generando moléculas cuya nube electrónica es uniforme. Por ejemplo,  $\text{Cl}_2$ .



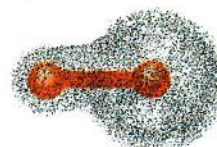
Ambos átomos generan una nube electrónica uniforme.

### El enlace covalente polar

Se forma entre **átomos diferentes** y la diferencia de electronegatividad debe ser menor que 1,8 y mayor o igual a 0,5.

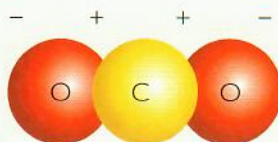
$$0,5 \leq \Delta EN < 1,8$$

En este enlace, el átomo más electronegativo atrae con mayor intensidad a los electrones compartidos. Por ejemplo,  $\text{HCl}$ .



El átomo más electronegativo tiene una carga parcial negativa ( $^-$ ), y el otro átomo, positiva ( $^+$ ).

La polaridad de una molécula depende de la polaridad de sus enlaces y de su geometría. Cuando los electrones se acumulan en una parte de la molécula, forman un polo negativo, y en el otro extremo, uno positivo, generando un dipolo. Cuando hay varios enlaces polares, la molécula puede resultar en su conjunto no polar.



$\text{CO}_2$ : molécula no polar con enlaces polares en línea. El efecto de un enlace polar se contrarresta con el otro.



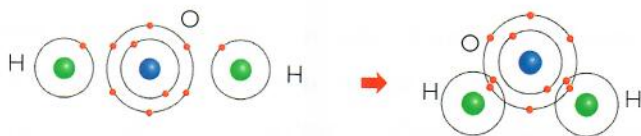
$\text{H}_2\text{O}$ : molécula polar con enlaces polares en ángulo. Es un dipolo.



## Según la procedencia de los electrones compartidos

### El enlace covalente normal

En él cada átomo aporta un electrón del par que comparten. Por ejemplo, en la molécula de  $\text{H}_2\text{O}$ , los átomos de H y O comparten un electrón, respectivamente.



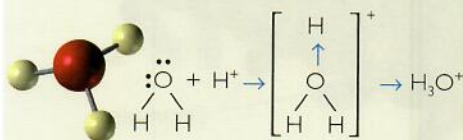
### El enlace covalente dativo

También llamado coordinado. Es aquel en el que el par de electrones compartido solo es aportado por uno de los átomos. Se lo conoce también como enlace dador-receptor y se representa con una flecha ( $\rightarrow$ ), que va desde el átomo dador hacia el receptor.

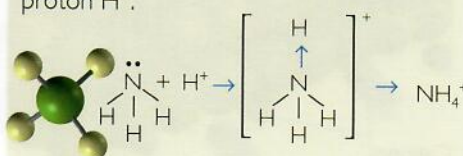
Átomo dador  $\rightarrow$  Átomo receptor

Este enlace explica la formación de los iones hidronio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ):

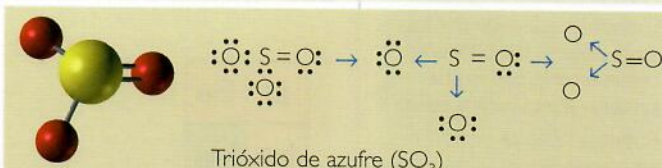
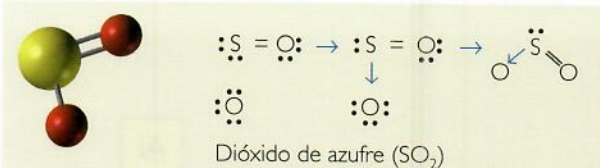
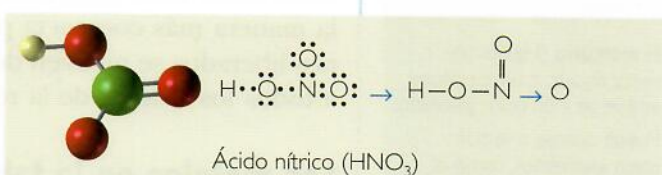
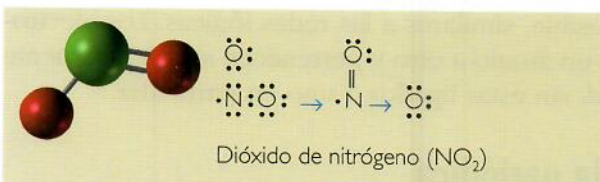
El ion hidronio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) se forma cuando una molécula de agua capta un protón  $\text{H}^+$ .



El ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se forma cuando una molécula de amoníaco capta un protón  $\text{H}^+$ .

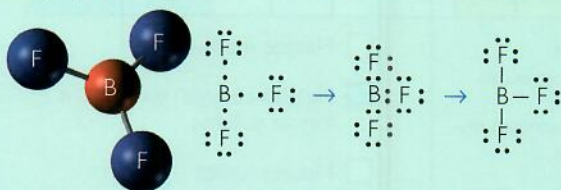


Otras sustancias con enlaces covalentes dativos son las siguientes:



### PARA SABER MÁS

Existen compuestos covalentes en los que algunos de sus átomos no alcanzan la configuración de gas noble, porque tienen menos o más de 8 electrones en su nivel de valencia.



El átomo de B solo tiene 3 electrones en su nivel de valencia. Por lo tanto, solo puede formar 3 enlaces covalentes. En la molécula de  $\text{BF}_3$ , B tiene 6 electrones en su nivel de valencia.

### EN LA WEB

[http://www.educaplus.org/cat-77-pl-Enlace\\_Qu%C3%ADmica.html](http://www.educaplus.org/cat-77-pl-Enlace_Qu%C3%ADmica.html)

Página que presenta información sobre los enlaces químicos.

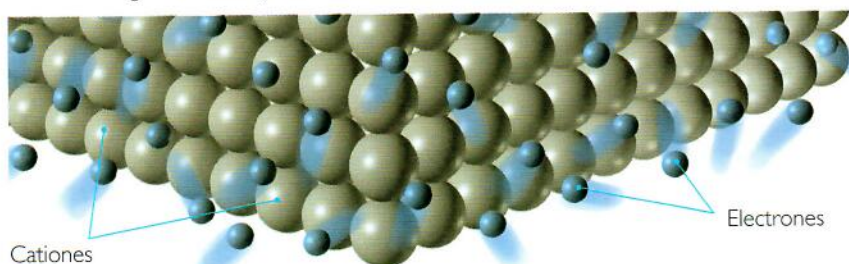


# El enlace metálico

Un pedazo de cualquier metal, como el hierro, la plata, el oro, etc., está formado por miles de millones de átomos de dicho elemento unidos mediante enlace metálico. Algunos metales, como el sodio y el magnesio, pueden extraerse de los océanos donde se encuentran disueltos en forma de sales. Los demás metales se suelen obtener a partir de depósitos minerales que se hallan encima o debajo de la superficie terrestre.

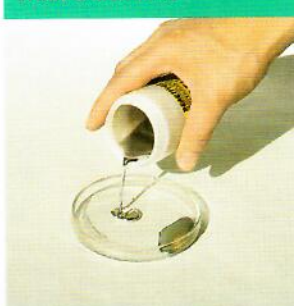
## El enlace entre metales

Se forma cuando se combinan entre sí átomos que tienen tendencia a alcanzar la configuración de gas noble y pierden electrones. Los átomos metálicos ceden sus electrones de valencia formando una nube alrededor de los núcleos. El enlace resulta de la atracción entre los electrones de valencia y los iones positivos que se forman.



Los metales están formados por átomos de un mismo elemento que se unen entre sí en redes cristalinas semejantes a esferas iguales empacadas de la manera más compacta posible, similares a las redes iónicas. Los electrones liberados se mueven de un átomo a otro y pertenecen simultáneamente a todos los átomos de la red, sin estar ligados a uno en particular.

### PARA SABER MÁS



El **mercurio** (Hg) es un metal líquido a temperatura ambiente y de color plateado.

Puede combinarse con otros elementos, como el cloro, el azufre y el oxígeno. Cuando es asimilado por los seres vivos, se transforma en metilmercurio, que es una sustancia tóxica para la salud.

El mercurio no se descompone y la contaminación que se produzca hoy por su mal manejo será un problema en el futuro.

## Los metales en la tabla periódica

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Li | Be |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| Na | Mg |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Al |    |  |
| K  | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge |  |
| Rb | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn |  |
| Cs | Ba | La | Hf | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb |  |

Metales muy reactivos. Forman compuestos iónicos estables y solubles.

Metales muy reactivos. Se encuentran en forma de carbonatos y sulfatos.

Metales reactivos

Metales con gran tendencia a formar sulfuros

Metales nobles



## Las propiedades de los metales

Los metales presentan las siguientes propiedades:

Son sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio, que es líquido) con una estructura interna cristalina.



Cinc

Brillan porque reflejan la luz.

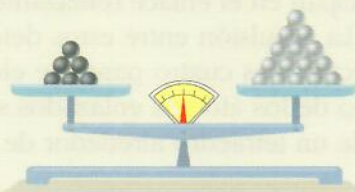


Cromo

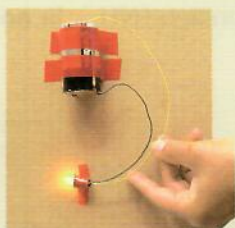
Tienen altos puntos de fusión y de ebullición. Para romper las redes metálicas hace falta mucha energía.



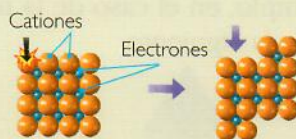
Tienen densidad elevada. Son muy compactos, es decir, su masa es muy grande respecto de su volumen.



Son buenos conductores del calor y de la electricidad. Bajo la influencia de diferencias de potencial eléctrico o de temperatura, sus electrones se mueven libremente.



Son tenaces, es decir, se resisten a romperse. Cuando se golpea una fila de cationes metálicos, esta se desplaza evitando que se enfrenten, pues alrededor tienen una nube de electrones.

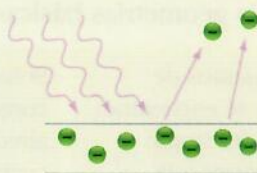


1. Se golpea en el cristal metálico.
2. La nube de electrones evita la ruptura.

Son dúctiles y maleables, es decir, se pueden reducir a hilos o láminas sin que desaparezca la estructura de cationes ni la nube electrónica.



Presentan efecto fotoeléctrico, es decir, emiten electrones al incidir en ellos una radiación de frecuencia elevada.



### GLOSARIO

**Metal noble.** Metal con poca o nula reacción química.

### EN LA WEB

[http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena8/4q8\\_contenidos\\_4d.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena8/4q8_contenidos_4d.htm)

Página que presenta información sobre el enlace metálico.

### ¿SABÍAS QUE...?

La mayoría de los metales se encuentran en la naturaleza combinados químicamente formando minerales. Cuando un mineral tiene un alto contenido metálico y, por lo tanto, es apto para su comercialización, recibe el nombre de mena. Por ejemplo, las menas del cobre son la calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ), la calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) y la cuprita ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ).



Azurita, mineral de cobre



# La geometría molecular

## PARA SABER MÁS

Para determinar la geometría molecular, se consideran los siguientes pasos:

1. Dibujamos la notación de Lewis.
2. Contamos el número total de pares de electrones alrededor del átomo central. Un enlace doble o triple cuenta como un único par, ya que solo constituye una dirección de enlace.
3. Escogemos la geometría ideal de los pares en torno al átomo central, según la tabla de disposición molecular.
4. Identificamos los pares de electrones no enlazantes y enlazantes.
5. Estudiamos, en función de las repulsiones entre los pares de electrones, las deformaciones respecto de la geometría ideal.
6. Finalmente, llegamos a la geometría molecular solo con los pares electrónicos de enlace.

Las moléculas no son planas, sino tridimensionales. La forma que adoptan es su geometría, es decir, la disposición que los átomos de una molécula adquieren en el espacio.

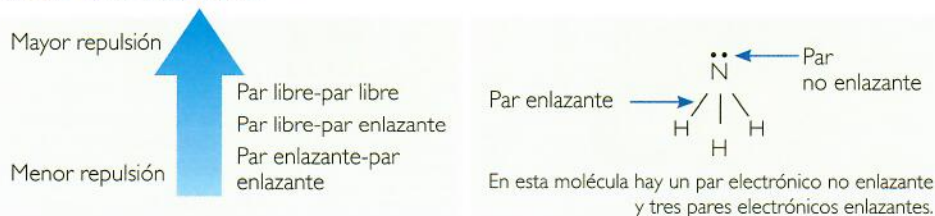
## La forma de moléculas

El ordenamiento tridimensional de los átomos en una molécula es conocido como geometría molecular. Esta disposición se debe a que, en una molécula con enlaces covalentes, hay pares de electrones de valencia que participan en el enlace (enlazantes) y pares que no participan (no enlazantes). La repulsión entre estos determina la disposición de los átomos en la molécula. Los cuatro pares de electrones que por lo general configuran el octeto de los átomos enlazados se repelen entre sí y se distribuyen en forma de un tetraedro alrededor de cada átomo.

## La teoría de repulsión de pares de electrones (TRPE)

Esta teoría se basa en que las moléculas estables adquieren la orientación que provoca menor repulsión entre los pares de electrones de la capa de valencia.

Por ejemplo, en el caso de la molécula del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), la notación de Lewis es la siguiente:



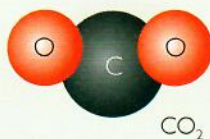
Según sea el número de pares de electrones alrededor del átomo central, existen seis geometrías básicas o ideales.

## ¿SABÍAS QUE...?

Si una sustancia tiene olor, es porque su punto de ebullición es bajo y, por lo tanto, es una sustancia molecular.

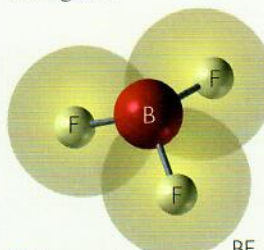
Tanto el olor del pescado descompuesto como el de un perfume son captados por los receptores del olfato en nuestra nariz. Estos olores tienen una geometría molecular específica.

Si dos conjuntos de electrones se encuentran alrededor del átomo central (gracias a la repulsión), se ubicarán en los lados opuestos y formarán un segmento de recta.



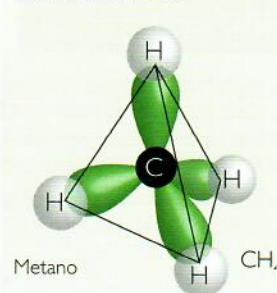
Dióxido de carbono.

Si fueran tres los conjuntos de electrones alrededor del átomo central, se ubicarán en los vértices de un triángulo.



Trifluoruro de boro.

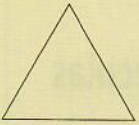
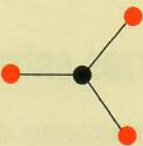
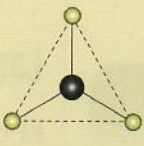
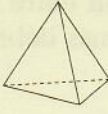
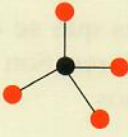
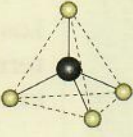
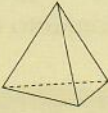
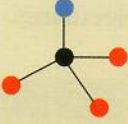
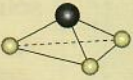
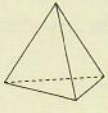
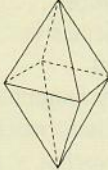
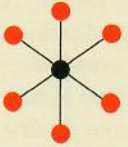
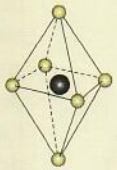
Si fueran cuatro los conjuntos de electrones alrededor del átomo central, tomarán las posiciones de los vértices de un tetraedro.



Metano



## La disposición molecular

| Pares de e <sup>-</sup> | Enlazantes | Libres | Geometría en torno al átomo central                                                 |                                                                                     | Geometría molecular                                                                   | Ejemplos                                  |
|-------------------------|------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 2                       | 2          | 0      |    |    |    | Dióxido de carbono<br>CO <sub>2</sub>     |
| 3                       | 3          | 0      |    |    |    | Trifluoruro de Boro<br>BF <sub>3</sub>    |
| 4                       | 4          | 0      |    |    |    | Metano<br>CH <sub>4</sub>                 |
| 4                       | 3          | 1      |   |   |   | Amoníaco<br>NH <sub>3</sub>               |
| 4                       | 2          | 2      |  |  |  | Agua<br>H <sub>2</sub> O                  |
| 6                       | 6          | 0      |  |  |  | Hexafluoruro de azufre<br>SF <sub>6</sub> |

### ¿SABÍAS QUE...?

Las propiedades de las moléculas quedan determinadas, en primer lugar, por los tipos de enlace presentes en ellas y, en segundo lugar, por su arquitectura molecular (forma geométrica de la molécula).

Los orbitales atómicos tienen formas geométricas determinadas, y cuando se forman los orbitales moleculares, estos presentan orientaciones espaciales concretas. Esta orientación influye notoriamente en la forma tridimensional que adoptan algunas moléculas. A medida que aumenta el número de átomos en la molécula, aumenta también el número de formas que podría adoptar la molécula.



# Las fuerzas intermoleculares

Existen fuerzas que mantienen unidas a las moléculas de todas las sustancias presentes en la naturaleza, pero son más débiles que los enlaces entre átomos.

## Las fuerzas entre moléculas

El comportamiento de las sustancias depende también de las fuerzas que se establecen entre sus moléculas. Por ejemplo, que la sustancia aparezca en estado sólido, líquido o gaseoso a temperatura ambiente, así como que se pueda disolver o no en otras sustancias.

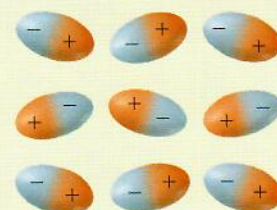
Los enlaces que se establecen entre las moléculas se llaman **fuerzas intermoleculares**. Son fuerzas más débiles que las existentes en los enlaces entre átomos.

## Las fuerzas de van der Waals

Determinan el estado de agregación, los puntos de fusión y de ebullición de las sustancias, así como la solubilidad y la dureza de las estructuras sólidas moleculares. Son un conjunto de fuerzas entre las que destacan las siguientes:

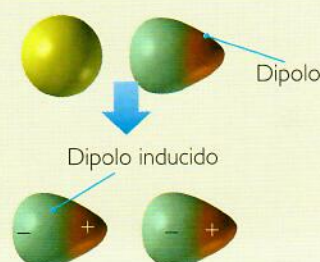
### Fuerza dipolo-dipolo

Las moléculas polares se atraen entre sí porque tienen extremos con densidad de carga positiva (+) y densidad de carga negativa (-). Es mayor cuanto mayor sea la polaridad de la molécula, es decir, cuanto más agrupados estén los electrones en uno de sus extremos.



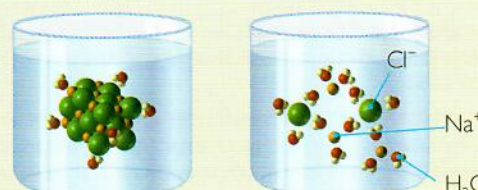
### Fuerza de London o de dipolos transitorios

El continuo movimiento de sus nubes electrónicas produce en las moléculas la aparición de dipolos que cambian de manera constante en sentido y magnitud. Este fenómeno induce, a su vez, la formación de otro dipolo en una molécula vecina, y así sucesivamente. Se produce entonces una fuerza intermolecular que es muy débil.



### Fuerza ion-dipolo

Cuando un compuesto iónico se disuelve en un solvente polar, las moléculas de este último se ordenan de modo que su parte positiva se coloca en torno al ion negativo, y viceversa.



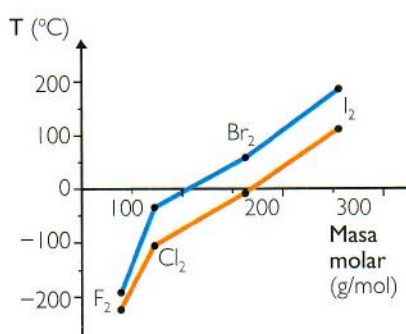
### PARA SABER MÁS

Las sustancias no polares suelen ser gaseosas porque sus moléculas se atraen más débilmente, mientras que las sustancias polares pueden presentarse en los tres estados.

Por ejemplo, el alcohol común ( $C_2H_6O$ ) se encuentra en estado líquido debido a la atracción de sus moléculas polares. El gas propano ( $C_3H_8$ ), de similar masa molecular, tiene moléculas no polares, por eso, es gaseoso.



Alcohol Gas propano



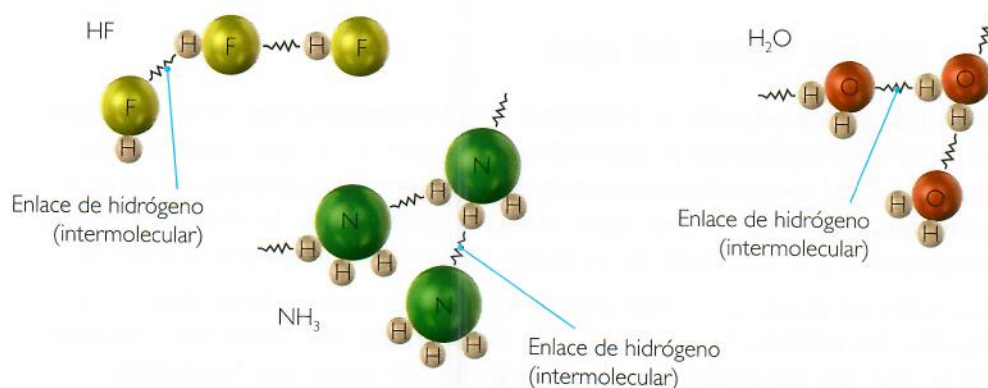
A medida que aumenta la masa molecular, aumenta la fuerza de London y, por lo tanto, también los puntos de fusión (curva roja) y de ebullición (curva azul) de la molécula.



## Los puentes de hidrógeno

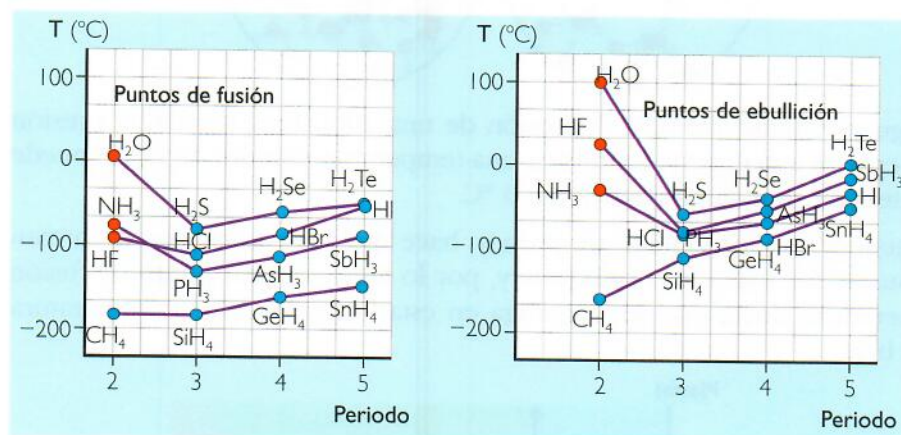
Los puentes de hidrógeno son fuerzas intermoleculares de tipo dipolo-dipolo pero de mucha intensidad. Se producen en átomos de hidrógeno unidos con átomos muy electronegativos y de pequeño tamaño, como el nitrógeno, el oxígeno y el flúor. Este enlace puede unir moléculas iguales o moléculas de distintas sustancias. Un ejemplo clásico es el puente de hidrógeno entre moléculas de agua.

En un puente de hidrógeno tenemos que distinguir entre el átomo dador del hidrógeno (aquel al que está unido covalentemente el hidrógeno) y el aceptor, que es al átomo de O o N al cual se va a enlazar el hidrógeno.



Puentes de hidrógeno entre moléculas

Aunque los enlaces por puentes de hidrógeno son débiles respecto de los enlaces interatómicos iónicos o covalentes, al repetirse muchas veces las uniones típicas ocurre un proceso denominado **polimerización**. Por ello, para romper las uniones se requiere mucha energía. A esto se deben los altos puntos de fusión y de ebullición.



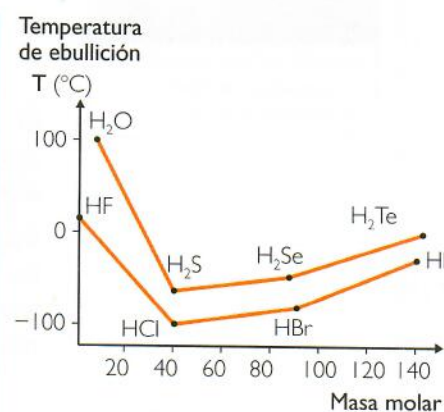
Temperaturas de fusión y de ebullición de sustancias constituidas por H

### ¿SABÍAS QUE...?

Los puentes de hidrógeno determinan la estructura y propiedades de diferentes sistemas macromoleculares tanto de origen natural como sintético. Las macromoléculas de polímeros naturales tales como las proteínas (seda, seda de araña, queratinas, etc.) o algunos polisacáridos estructurales tales como las celulosas o la quitina se encuentran en alto grado unidas por puentes de hidrógeno. Asimismo, las macromoléculas de numerosos polímeros sintéticos, como las poliamidas (nailon) o los poliuretanos (pinturas), se encuentran en distinto grado asociados por puentes de hidrógeno.

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre el balance de los tipos de fuerzas intermoleculares, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.



La temperatura de ebullición de la sustancia con enlace de hidrógeno es mucho mayor que la que le correspondería dentro de la serie.



# Los puentes de hidrógeno y el agua

## INFORMACIÓN REGIONAL

### Importancia de los lagos, lagunas y mares

El agua puede absorber grandes cantidades de calor; el que es utilizado para romper los puentes de hidrógeno; por ello la temperatura se eleva muy lentamente. Esta propiedad es fundamental para los seres vivos porque el agua reduce los cambios bruscos de temperatura.

Carlos Díez Polanco



Alrededor del lago Titicaca la temperatura ambiental se mantiene constante.

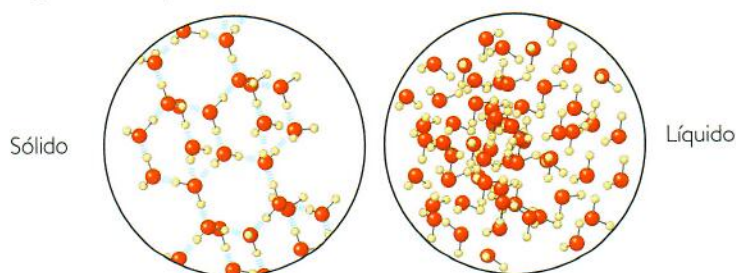
Los puntos de fusión y ebullición del agua se deben a la formación de puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua.

## Los estados físicos del agua

Los enlaces por puentes de hidrógeno son los responsables de que el agua se mantenga líquida en el intervalo de 0 a 100 °C, lo que permite que la vida exista tal y como la conocemos. Son también responsables de los comportamientos anómalos del agua, como la variación de la densidad con la temperatura y el descenso de su punto de fusión al aumentar la presión.

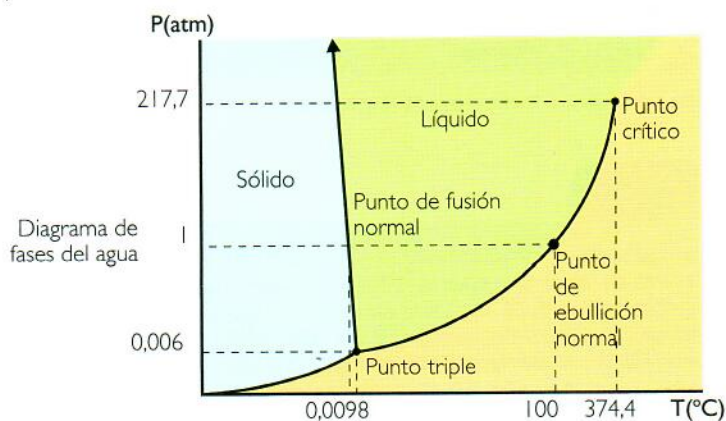
Los icebergs flotan en el mar porque el hielo es menos denso que el agua líquida. En el hielo, las moléculas de  $H_2O$  forman una estructura cristalina en la que seis moléculas se unen formando una estructura hexagonal.

En estado líquido, esa estructura se rompe, por eso, las moléculas pueden estar más próximas y su densidad es mayor.



El agua se funde a 0 °C a la presión de una atmósfera; pero si la presión aumenta, el agua puede fundirse a una temperatura inferior. Es decir, puede mantenerse líquida por debajo de 0 °C.

En general, un incremento de presión hace que las partículas que forman las sustancias estén más próximas y, por lo tanto, que su punto de fusión aumente. Es decir, que se mantenga en estado líquido a una temperatura más baja.



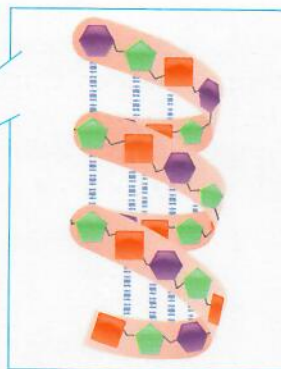


## Los puentes de hidrógeno en las moléculas biológicas

Los enlaces por puentes de hidrógeno no solo están presentes en el agua, sino también en otras moléculas biológicas, favoreciendo su estabilidad y determinando su función.

Los puentes de hidrógeno en las moléculas biológicas permiten lo siguiente:

- **Estabilizar las proteínas**, dándoles la forma que necesitan para cumplir funciones específicas en los seres vivos. En algunas proteínas, como las queratinas de lana, pelos y uñas, los puentes de hidrógeno ocurren con una periodicidad tal que se forma una hélice regular. Esta forma de la proteína determina la función que debe cumplir. Un mínimo cambio y se generaría una enfermedad.



La estructura de la proteína colágeno es estabilizada por los puentes de hidrógeno.

- **Estabilizar la estructura del ADN**, portador de la información genética.

Science Photo Library



Los puentes de hidrógeno unen las dos hélices complementarias del ADN.

### PARA SABER MÁS

A fin de congelarse, las moléculas de agua líquida se separan ligeramente unas de otras como consecuencia de la formación de los puentes de hidrógeno.

El volumen de líquido que se va enfriando aumenta porque las moléculas están más espaciadas en la red.

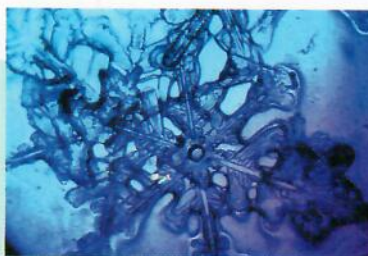


### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre los puentes de hidrógeno y el agua, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

### PARA SABER MÁS

A partir de las fotografías tomadas por el doctor Masaru Emoto, homeópata japonés, en su libro *Mensajes del agua*, hoy se reconoce que los cristales de agua pueden adoptar formas variadas de acuerdo con las vibraciones sonoras.







# La fabricación del vidrio

Antes de descubrir cómo elaborar el vidrio, el ser humano ya utilizaba cristales volcánicos, como la obsidiana, para fabricar herramientas. Aunque no se sabe cuáles fueron los pasos que conllevaron a la obtención del vidrio, se cree que un antecedente pudo haber sido la mezcla accidental de arena y óxido de sodio, también conocida como sosa, una sustancia química que aún se utiliza en el proceso de fabricación. Existen varias técnicas para producir piezas de vidrio: el soplado, el colado y el laminado son las más comunes.

1. El principal material utilizado en la fabricación del vidrio es el óxido de silicio, llamado comúnmente sílice. La sílice es un mineral que forma parte del cuarzo y de otras rocas. Cuando sobre esas rocas actúan agentes erosivos, como el agua o el aire, se forma la arena, que es un material constituido principalmente por granitos de cuarzo y por pequeñas porciones de otros minerales, como el feldespato y la mica.

2. En la técnica de fundición de vidrio, los fabricantes mezclan la sílice con otros minerales y los funden en un horno, a una temperatura cercana a los 1500 °C. La mezcla sólida se vuelve líquida.

3. Se utilizan diversas herramientas para trabajar el material, según el tipo de vidrio y la forma y el espesor de la pieza que se quiera obtener.

4. Para obtener el color, los fabricantes agregan óxidos o sulfuros a la sílice, y para conseguir cristales claros, utilizan magnesio, un metal que elimina todas las impurezas.





### Los vidrios fotosensibles

Muchos edificios se construyen con vidrios sensibles a la luz, que se aclaran u oscurecen para regular su intensidad.

Para fabricarlos, se mezcla la sílice con pequeñas proporciones de diminutos cristales de sales de plata, que son las mismas sustancias que se emplean en las emulsiones de películas fotográficas. Estas sales se oscurecen al ser expuestas a la luz, y recuperan su claridad cuando la luz disminuye.

### El soplado de vidrio

Mediante la aplicación de esta técnica, el vidrio dejó de ser un artículo de lujo para convertirse en uno de primera necesidad. El método de soplado de vidrio consta de los siguientes pasos: se retira el vidrio fundido del horno con la ayuda de un tubo de hierro llamado caña; luego, se sopla por la boquilla ubicada en uno de los extremos de la caña mientras se la hace girar. De esta manera, el vidrio va tomando una forma ligeramente esférica. Con la ayuda de pinzas, se logran las formas que finalmente tendrá la pieza de vidrio.



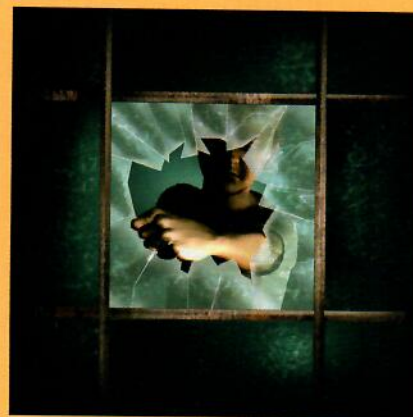
### La fibra óptica

El vidrio tiene un valor especial por su transparencia, es decir, por su capacidad de transmisión de la luz. Las fibras ópticas están compuestas por dos cordones de vidrios transparentes de óxido de silicio muy puro, aunque también existen fibras ópticas de un material plástico llamado acrílico. Sus aplicaciones crecen día a día, en especial en las comunicaciones, puesto que la información puede viajar en su interior en forma de luz. El endoscopio, por ejemplo, es un aparato que posee fibras ópticas en su interior y se emplea para la exploración visual de las cavidades internas del cuerpo humano.



### Efectos especiales

En las películas, los vidrios que los personajes suelen romper no son de verdad, sino de un material que se hace con caramelo. Para que el falso vidrio quede completamente transparente, se prepara el caramelo con agua y se cuece a temperaturas más altas de lo normal.



5. El termostato del horno controla que la temperatura se mantenga dentro de cierto rango. Los hornos industriales cuentan con hasta tres termostatos, para conseguir así las temperaturas adecuadas a los diferentes tratamientos del vidrio.



# Resumen

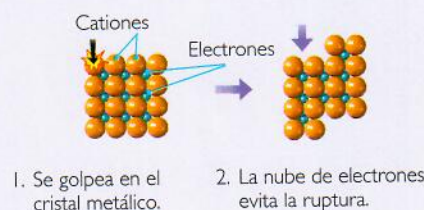
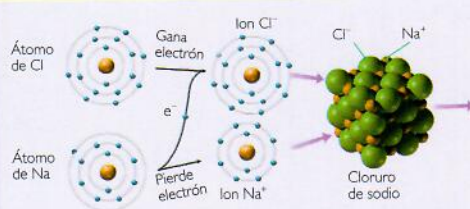
## Ideas principales

### EL ENLACE QUÍMICO

Es el conjunto de fuerzas que mantiene unidos a los átomos, los iones y las moléculas para formar estructuras estables.

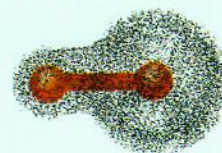
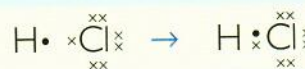
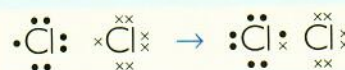
#### Tipo de enlaces

- **Iónico.** Consiste en la unión de iones con cargas eléctricas opuestas por las fuerzas de atracción electrostáticas. Se produce entre un metal y un no metal.
- **Covalente.** Los átomos comparten electrones. Se produce entre no metales.
- **Metálico.** Cuando se combinan entre sí átomos metálicos con tendencia a alcanzar la configuración de gas noble.



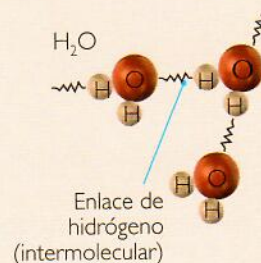
#### Enlace covalente

- Según la cantidad de electrones compartidos, el enlace covalente puede ser:
  - Simple
  - Doble
  - Triple
- Según la diferencia de electronegatividades, puede ser:
  - Covalente no polar
  - Covalente polar
- Según la procedencia de sus electrones compartidos, puede ser:
  - Covalente normal
  - Covalente dativo



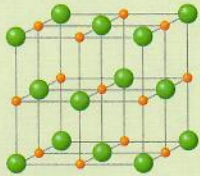
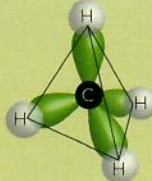
#### Enlace entre moléculas

- Los enlaces que se establecen entre las moléculas se llaman fuerzas intermoleculares. Se clasifican en puente de Hidrógeno y fuerzas de van der Waals.
- Un tipo de fuerza intermolecular de enorme importancia para la vida es el puente de hidrógeno.





## Organizador visual: cuadro comparativo

| Tipos de enlace | Se produce entre...                 | Sustancias generadas                        | Propiedades                                                                                                                                                                                       | Ejemplos                                                                              |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Iónico          | Metal y no metal                    | Iones (cationes y aniones) en redes iónicas | Son sólidos cristalinos, presentan puntos de fusión y ebullición elevados, son solubles en agua, conducen la electricidad fundidos o en disolución, no conducen la electricidad en estado sólido. |    |
| Covalente       | No metales, comparten electrones    | Moléculas simples                           | En general, son líquidos y gases, con puntos de fusión y ebullición bajos, insolubles en agua, son malos conductores de la electricidad.                                                          |    |
|                 |                                     | Moléculas gigantes                          | Son sólidos, presentan puntos de fusión y ebullición elevados, la solubilidad y conductividad varían de una sustancia a otra.                                                                     |   |
| Metálico        | Átomos metálicos del mismo elemento | Redes metálicas                             | Son sólidos cristalinos, dúctiles y maleables, con puntos de fusión y ebullición elevados, insolubles en agua.                                                                                    |  |

### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En estas fuentes encontrarás información acerca de los enlaces, la fuerza y la polaridad entre los átomos, la naturaleza de los enlaces químicos y las fuerzas intermoleculares, que reforzarán lo aprendido.

- *La Biblia de la Física y Química*. (2010). Barcelona, España: Lexus editores.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (s.f.). *Proyecto Biósfera*. Recuperado de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/enlaces/ionico.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/enlaces/ionico.htm)

#### Para ampliar

Joe Johnston (Dir., 2011). *Capitán América: el primer vengador*, Estados Unidos.

En el año 1941, el mundo está en guerra. Steve Rogers, un joven de 45 kilos, participa en un programa experimental que lo convertirá en el supersoldado conocido como el Capitán América. Su arma es un escudo creado con una aleación de elementos extraordinarios que lo hacen casi indestructible.





### IDEAS CLAVE

- Los nombres y fórmulas de los compuestos químicos
- La clasificación de los compuestos químicos
- La función óxidos
- La función hidróxidos
- La función ácidos
- La función hidruros y sales inorgánicas
- Las unidades químicas
- La composición porcentual de los compuestos químicos



## 5

# Los compuestos inorgánicos

## LEEMOS

### La química en nuestro entorno

La naturaleza nos proporciona compuestos inorgánicos que son esenciales para los seres vivos. Las plantas absorben sales inorgánicas del suelo, como los micronutrientes (Cu, B, Fe, Mn, Zn, N, P, K, Ca, Mg) que cumplen diversas funciones en los organismos. Los animales al alimentarse de vegetales incorporan compuestos inorgánicos importantes para su nutrición.

El ser humano no es una excepción. Los compuestos inorgánicos cumplen diversas funciones, y si hay carencia de ellos, es necesario reponerlos para mantener la salud. Así, por ejemplo, el cloruro de calcio es utilizado como medicamento en afecciones ligadas a la deficiencia de calcio que puede originar raquitismo o el mal funcionamiento del sistema nervioso; los suplementos de hierro o alimentos ricos en él sirven para evitar la anemia; las sales rehidratantes o sueros –que incluyen cloruro de sodio, cloruro de potasio y bicarbonato de sodio–, junto con el agua, ayudan a recuperar rápidamente a una persona en estado de deshidratación. Estos compuestos y otros que aporten los diversos nutrientes inorgánicos, deben ser asimilados a través de una dieta saludable para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo.

*¿Qué es un compuesto inorgánico? ¿Qué tipos de compuestos inorgánicos conoces? Menciona algunos ejemplos. ¿Por qué son importantes los compuestos inorgánicos? ¿Qué usos tienen en la industria?*

Salineras de Maras  
en Cusco

Shutterstock

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al concluir esta unidad, podrás escribir las fórmulas y nombres de los compuestos químicos inorgánicos y reconocerlos en productos de uso cotidiano. Asimismo, serás capaz de conocer cómo las sustancias químicas favorecen o afectan la calidad de vida de las personas.



## Introducción a la unidad

Todos los días podemos relacionarnos con las personas que nos rodean, gracias a que utilizamos el mismo idioma. Asimismo, los químicos, sin importar qué lengua hablen en su lugar de origen, necesitan comunicarse entre sí de manera muy específica. Para ello, han creado un lenguaje propio en el que la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) es el organismo responsable de unificar criterios para que haya una buena comunicación.

Es importante conocer la nomenclatura y formulación de las sustancias químicas para identificarlas correctamente y sin ambigüedades. Asimismo, es imprescindible ponerse de acuerdo sobre qué método usar y que todos conozcamos exactamente a qué nos estamos refiriendo.

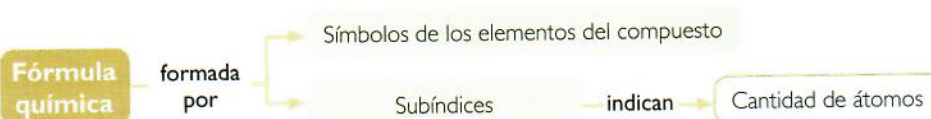
En esta unidad podrás aprender a conocer los nombres y las fórmulas para identificar correctamente y con precisión las sustancias químicas.

# Los compuestos químicos

Del mismo modo que utilizamos las palabras para comunicarnos, en química recurrimos a las fórmulas para representar los compuestos.

## La formulación química

La formulación química es la **representación simbólica** de una sustancia pura, elemento o compuesto, que nos informa sobre su composición.



### ¿SABÍAS QUE...?

Dos compuestos pueden estar formados por los mismos elementos, pero lo que los diferencia es la proporción en que se encuentran combinados dichos elementos. Esto determina diferentes propiedades químicas y físicas. Por ejemplo, el agua pura ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el agua oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) tienen los mismos elementos, pero en distinta proporción.



Óxido de hidrógeno (agua)

Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)



La interpretación de la fórmula depende del tipo de sustancia.

### Compuestos moleculares

La fórmula indica cuántos átomos de cada elemento hay. Por ejemplo, en la fórmula  $\text{CO}_2$ , cada molécula está formada por un átomo de carbono y dos de oxígeno.



### Compuestos iónicos

Solo presentan fórmula empírica. Esta indica la proporción de los elementos en el cristal. Por ejemplo, en la fórmula  $\text{NaCl}$ , el sodio y el cloro forman la red cristalina en proporción 1:1.



| Fórmulas                | Información                                                       | Nombres         |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------|
| $\text{H}_2\text{O}$    | 2 átomos de hidrógeno<br>1 átomo de oxígeno                       | Agua            |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 2 átomos de hidrógeno<br>1 átomo de azufre<br>4 átomos de oxígeno | Ácido sulfúrico |



## Los tipos de fórmula

La fórmula de una sustancia puede representarse de forma abreviada o desarrollada. Por ello, existen varios tipos de fórmulas.

| Tipos de fórmulas              | Características                                                                                                                                               | Ejemplos                                                                                                                                                                              |                                                                                              |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                                                                                                                                               | Glucosa                                                                                                                                                                               | Amoniaco                                                                                     |
| Fórmula molecular              | Indica el número total de átomos de cada elemento que forma la molécula del compuesto.                                                                        | $C_6H_{12}O_6$                                                                                                                                                                        | $NH_3$                                                                                       |
| Fórmula mínima o empírica      | Indica las clases de átomos presentes y la proporción en que se encuentran, pero no muestra la composición de la molécula completa. Es la forma más sencilla. | $CH_2O$<br>Resultado de simplificar<br>$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_2O$                                                                                                               | $NH_3$<br>En las moléculas simples coincide con la fórmula molecular.                        |
| Fórmula estructural            | Grafica cómo están unidos los átomos y la geometría molecular.                                                                                                | $  \begin{array}{ccccccc}  H & H & H & OH & H & H \\    &   &   &   &   &   \\  OH-C & -C & -C & -C & -C & -C=O \\    &   &   &   &   &   \\  H & OH & OH & H & OH &   \end{array}  $ | $  \begin{array}{c}  H-N-H \\    \\  H  \end{array}  $                                       |
| Fórmula electrónica o de Lewis | Permite apreciar cómo se ubican los electrones de valencia de cada elemento.                                                                                  | No es recomendable para estructuras complejas.                                                                                                                                        | $  \begin{array}{c}  H \times \cdot \ddot{N} \cdot \times H \\  \times \\  H  \end{array}  $ |

## Los sistemas de nomenclatura

La nomenclatura es la denominación correcta de las sustancias químicas de acuerdo con determinadas normas. Actualmente, son tres las nomenclaturas en uso: la nomenclatura tradicional, la nomenclatura Stock y la nomenclatura sistemática.

- **Nomenclatura tradicional.** Emplea sufijos y, en algunos casos, prefijos para indicar el número de oxidación con el que actúan los elementos dentro de un compuesto.
- **Nomenclatura Stock.** El número de oxidación del elemento se indica con romanos y entre paréntesis, antecedido del nombre. Si en el compuesto interviene un elemento con número de oxidación constante, no es necesario indicarlo.
- **Nomenclatura sistemática.** Las proporciones en que se encuentran los elementos pueden indicarse por medio de prefijos griegos.

Prefijos  
usados

mono (1)

di (2)

tri (3)

tetra (4)

penta  
(5)...



$SiO_2$

Nombre común: cuarzo

### Nomenclatura tradicional

Óxido silícico

### Nomenclatura Stock

Óxido de silicio (IV)

### Nomenclatura sistemática

Dióxido de silicio

La IUPAC, como organismo que regula las normas de formulación y nomenclatura, recomienda el uso tanto de la nomenclatura Stock como de la sistemática, salvo casos especiales.

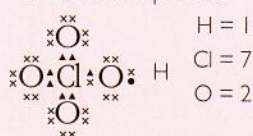


# La clasificación de los compuestos químicos

## ¿SABÍAS QUE...?

Cuando un elemento se combina, lo hace con una valencia química o número de oxidación. Estos términos, aunque están relacionados, no son iguales.

- **Valencia química.** Indica el número de enlaces que un elemento tiene al formar un compuesto.



Valencia de cada elemento presente en el  $\text{HClO}_4$

- **Número de oxidación.** Es la carga real o aparente que tiene un átomo en una sustancia. Es un número entero con signo + o -.



Números de oxidación de los elementos presentes en el  $\text{HClO}_4$

En la naturaleza, los átomos de casi todos los elementos se encuentran combinados para formar compuestos.

## Las clases de compuestos químicos

Para facilitar su estudio, los compuestos químicos han sido clasificados en dos grandes grupos: orgánicos e inorgánicos.

| Compuestos orgánicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Compuestos inorgánicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sus moléculas están formadas principalmente por carbono.</li> <li>• Forman parte y provienen de los seres vivos.</li> <li>• Algunos son sintéticos, es decir, son obtenidos industrialmente. Por ejemplo, los plásticos.</li> <li>• Algunos son naturales. Por ejemplo, el alcohol, la miel y los azúcares.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocos están formados por carbono. Por ejemplo, el dióxido de carbono (<math>\text{CO}_2</math>) y el ácido carbónico (<math>\text{H}_2\text{CO}_3</math>).</li> <li>• Son de origen mineral y muchos están presentes en nuestro planeta desde su formación.</li> <li>• Algunos ejemplos son la sal, el granito, el oxígeno, el talco, etc.</li> </ul> |

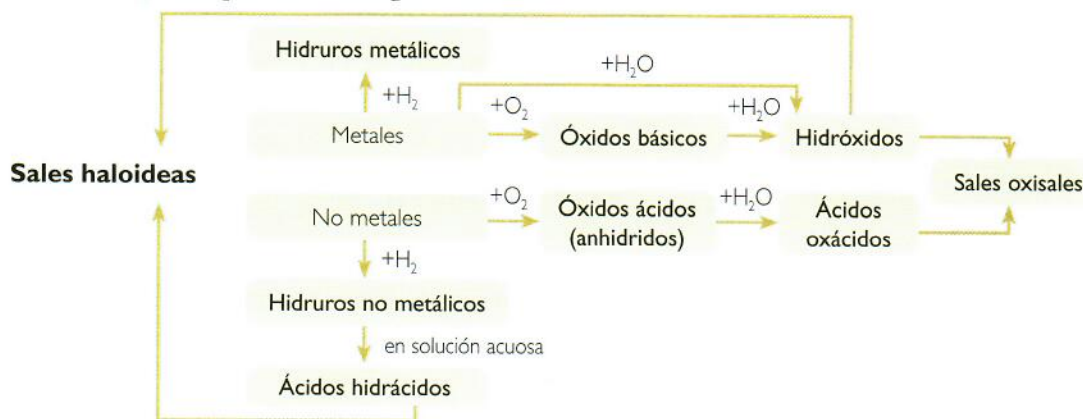
## Las funciones químicas inorgánicas

Conjuntos de compuestos con propiedades físicas y químicas semejantes debido a que presentan un mismo grupo funcional.

Según el número de elementos que los conforman, los compuestos se clasifican en los siguientes tipos:

- **Compuestos binarios.** Formados por dos tipos de átomos diferentes. Por ejemplo,  $\text{SO}_2$ .
- **Compuestos ternarios.** Formados por tres tipos de átomos diferentes. Por ejemplo,  $\text{HClO}$ .
- **Compuestos cuaternarios.** Formados por cuatro tipos de átomos diferentes. Por ejemplo,  $\text{NaHCO}_3$ .

Comprenden las siguientes clases:





El número de oxidación es el número de electrones que un átomo gana, pierde o comparte al formar un compuesto. Es negativo si gana electrones y positivo si los pierde. En el siguiente sistema periódico aparecen los números de oxidación de los elementos más comunes:

**Grupo funcional.** Elemento o conjunto de elementos característicos de una familia.

| Números de oxidación de los elementos más comunes |  |  |  |          |                |       |       |       |       |       |  |       |          |             |                |  |
|---------------------------------------------------|--|--|--|----------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|----------|-------------|----------------|--|
| 1- 1+                                             |  |  |  |          |                |       |       |       |       |       |  |       |          |             |                |  |
| H                                                 |  |  |  |          |                |       |       |       |       |       |  |       |          |             |                |  |
| 1+ 2+                                             |  |  |  |          |                |       |       |       |       |       |  |       |          |             |                |  |
| Li Be                                             |  |  |  |          |                |       |       |       |       |       |  |       |          |             |                |  |
| 1+ 2+                                             |  |  |  |          |                |       |       |       |       |       |  |       |          |             |                |  |
| Na Mg                                             |  |  |  |          |                |       |       |       |       |       |  |       |          |             |                |  |
| 1+ 2+                                             |  |  |  | 2+ 3+ 6+ | 2+ 4+ 3+ 6+ 7+ | 2+ 3+ | 2+ 3+ | 2+ 3+ | 1+ 2+ | 2+    |  |       | 3- 3+ 5+ | 2- 2+ 4+ 6+ | 1- 1+ 3+ 5+ 7+ |  |
| K Ca                                              |  |  |  | Cr       | Mn             | Fe    | Co    | Ni    | Cu    | Zn    |  |       | As       | Se          | Br             |  |
| 1+ 2+                                             |  |  |  |          |                |       |       | 2+ 4+ | 1+    | 2+    |  | 2+ 4+ | 3- 3+ 5+ | 2- 2+ 4+ 6+ | 1- 1+ 3+ 5+ 7+ |  |
| Rb Sr                                             |  |  |  |          |                |       |       | Pd    | Ag    | Cd    |  | Sn    | Sb       | Te          | I              |  |
| 1+ 2+                                             |  |  |  |          |                |       |       | 2+ 4+ | 1+ 3+ | 1+ 2+ |  | 2+ 4+ | 3+ 5+    |             |                |  |
| Cs Ba                                             |  |  |  |          |                |       |       | Pt    | Au    | Hg    |  | Pb    | Bi       |             |                |  |

- Un elemento libre o no combinado tiene número de oxidación 0.
- El oxígeno actúa con número de oxidación 2-, excepto en los peróxidos, donde actúa con 1-.
- El número de oxidación del hidrógeno es 1+, excepto en los hidruros metálicos, donde es 1-.
- En un ion poliatómico, aquel que tiene dos o más elementos distintos, todo el conjunto recibe una misma carga, es decir, se trata al ion poliatómico como si fuera el ion de un solo elemento.
- En toda molécula, la suma algebraica de los números de oxidación multiplicados por los subíndices correspondientes debe ser cero.

1. Escribimos los números de oxidación conocidos en la fórmula:  $\text{H}^{+1}\text{Cr}^x\text{O}_2^{2-}$
2. Planteamos la ecuación:  $2(+1) + 2x + 7(-2) = 0$
3. Despejamos la incógnita:  $2 + 2x - 14 = 0$   
 $x = 6+$

- Los metales solo tienen números de oxidación positivos. Están en la parte izquierda y central del sistema periódico.
- Los no metales pueden tener números de oxidación positivos y negativos. Están en la parte derecha del sistema periódico.
- En general, los números de oxidación de un elemento dependen del grupo en el que se encuentran. Se pueden establecer reglas para recordarlos. Por ejemplo, todos los elementos del grupo 1 tienen número de oxidación  $+1$ , y todos los elementos del grupo 2, números de oxidación  $+2$ .



# La función **óxido**

## PARA REFLEXIONAR

Para evitar que el Sol pueda dañar nuestra piel, debemos usar bloqueadores solares, que actúan como un filtro contra la radiación ultravioleta evitando la quemadura de los tejidos de la piel. Estos contienen óxido de cinc (ZnO), que es el principal componente de los bloqueadores solares.

- ¿Usas protector solar con frecuencia?



Cinc

El oxígeno se combina fácilmente con la mayoría de los elementos en la tabla periódica, excepto con los gases nobles.

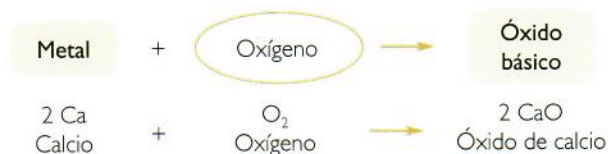
## Los óxidos

Los óxidos son compuestos binarios formados por oxígeno y un metal o no metal. La mayoría de los óxidos son solubles en agua.

Se clasifican en básicos o metálicos y ácidos o no metálicos.

### Los óxidos básicos o metálicos

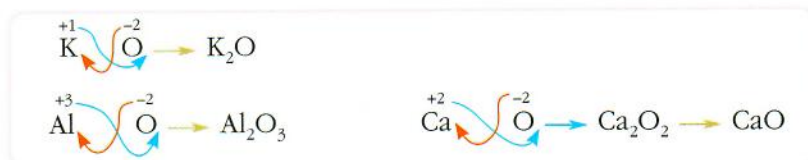
Se forman cuando el elemento que se combina con oxígeno es un metal.



Como su nombre indica, los óxidos básicos sometidos a la acción del agua producirán compuestos de carácter básico o alcalino.

### La formulación

- Escribimos los símbolos del metal y del oxígeno.
- Intercambiamos los números de oxidación sin el signo y los escribimos como subíndices. Si es posible, simplificamos:



### La nomenclatura de óxidos básicos

En la nomenclatura tradicional de los óxidos, si el metal tiene dos números de oxidación, se usan los sufijos -oso, para el menor, e -ico, para el mayor.

En la nomenclatura Stock, el número de oxidación se indica con romanos y entre paréntesis.

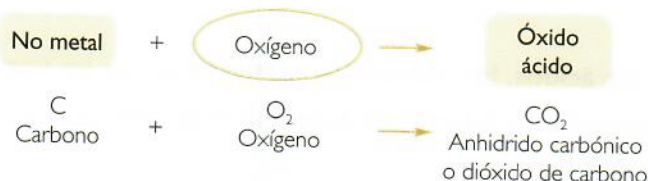
La nomenclatura sistemática emplea prefijos griegos numéricos.

| Elementos   | Números de oxidación | Fórmulas del óxido             | Nomenclatura tradicional | Nomenclatura Stock    | Nomenclatura sistemática |
|-------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Plomo (Pb)  | +2                   | PbO                            | Óxido plumboso           | Óxido de plomo (II)   | Monóxido de plomo        |
|             | +4                   | PbO <sub>2</sub>               | Óxido plúmbico           | Óxido de plomo (IV)   | Dióxido de plomo         |
| Hierro (Fe) | +2                   | FeO                            | Óxido ferroso            | Óxido de hierro (II)  | Monóxido de hierro       |
|             | +3                   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Óxido férrico            | Óxido de hierro (III) | Trióxido de dihierro     |



## Los óxidos ácidos o no metálicos

Los óxidos ácidos resultan de **combinar un no metal con oxígeno**. Al disolverse en el agua, forman ácidos.



### La formulación

Se procede como en los óxidos metálicos.

- Escribimos los símbolos del no metal y del oxígeno.
- Intercambiamos números de oxidación sin signos y los escribimos como subíndices. Si son pares, se simplifican.



### La nomenclatura de óxidos ácidos

La **nomenclatura tradicional** para este tipo de óxidos es la siguiente: se antepone la palabra *anhídrido* al nombre del no metal.

En las nomenclaturas tradicional y sistemática, se procede de la misma manera que para los óxidos básicos.

Para diferenciar varios óxidos del mismo no metal, se usan los prefijos *hipo-*, *inferior*, e *hiper-* o *per-*, *superior*, y los sufijos *-oso* e *-ico*, como se muestra:

| Elementos   | Números de oxidación | Fórmulas del óxido             | Nomenclatura tradicional              | Nomenclatura Stock    | Nomenclatura sistemática |
|-------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Boro (B)    | +3                   | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | Anhídrido de boro<br>Anhídrido bórico | Óxido de boro (III)   | Trióxido de diboro       |
| Carbono (C) | +2                   | CO                             | Anhídrido carbonoso                   | Óxido de carbono (II) | Monóxido de carbono      |
|             | +4                   | CO <sub>2</sub>                | Anhídrido carbónico                   | Óxido de carbono (IV) | Dióxido de carbono       |
| Cloro (Cl)  | +1                   | Cl <sub>2</sub> O              | Anhídrido hipocloroso                 | Óxido de cloro (I)    | Monóxido de dicloro      |
|             | +3                   | Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Anhídrido cloroso                     | Óxido de cloro (III)  | Trióxido de dicloro      |
|             | +5                   | Cl <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Anhídrido clórico                     | Óxido de cloro (V)    | Pentóxido de dicloro     |
|             | +7                   | Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | Anhídrido perclórico                  | Óxido de cloro (VII)  | Heptóxido de dicloro     |

### EN LA WEB

[http://www.latizavirtual.org/quimica/quim\\_ino.html](http://www.latizavirtual.org/quimica/quim_ino.html)

Página que presenta actividades para nombrar óxidos.



Los principales contaminantes atmosféricos provienen de óxidos de azufre y nitrógeno. Por ejemplo, NO<sub>2(g)</sub>

### ¿SABÍAS QUE...?

Los **peróxidos** son un tipo especial de óxidos en los cuales se observan 2 átomos de oxígeno unidos entre sí mediante un puente oxigenado.

El peróxido más conocido es el de hidrógeno, llamado agua oxigenada. Se usa como desinfectante y decolorante. También hay peróxidos de los metales alcalinos y alcalinotérreos, como los peróxidos de sodio (Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y de calcio (CaO<sub>2</sub>).

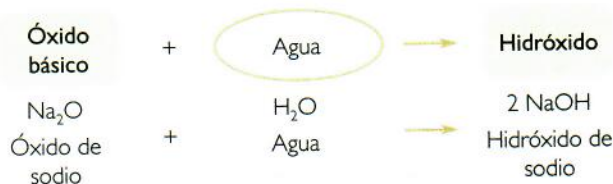


# La función **hidróxido**

Al igual que los ácidos, los hidróxidos están presentes en nuestra vida diaria; por ejemplo, en la leche de magnesia o la soda cáustica.

## Los hidróxidos

Los hidróxidos, también llamados bases o álcalis, se producen cuando los metales o los óxidos básicos o metálicos reaccionan con agua. Su grupo funcional es el ion hidróxido  $\text{OH}^-$ .



Los hidróxidos presentan las siguientes características:

- Viran el color del papel tornasol **de rojo a azul**, y la fenolftaleína, de incolora a rojo grosella.
- Tienen **sabor amargo**, como el jabón o el champú.
- Son **resbalosos** al tacto.

| Fórmulas                 | Nombres comunes            |
|--------------------------|----------------------------|
| $\text{Al}(\text{OH})_3$ | Alúmina                    |
| $\text{Mg}(\text{OH})_2$ | Leche de magnesia          |
| $\text{NaOH}$            | Soda cáustica              |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | Cal apagada, cal hidratada |
| $\text{KOH}$             | Potasa cáustica            |

### PARA SABER MÁS

La **soda cáustica**, usada en talleres y hogares para limpiar cañerías y grasa de cocinas y de ollas, es el nombre comercial del hidróxido de sodio. Este álcali ataca a la grasa por varios frentes: al reaccionar con el agua, genera calor que derrite los depósitos grasos y los va aflojando; luego, actúa con ellos y los convierte en jabón. Este producto no debe usarse sin protección para piel y ojos, pues es altamente peligroso y dañino para la salud.

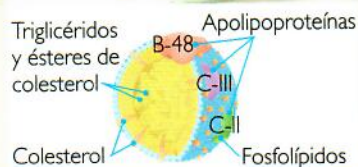
### Características de los hidróxidos o bases

En solución acuosa forman soluciones básicas y son electrolitos.



Algunas pilas funcionan con electrolitos básicos.

Reaccionan con algunas proteínas favoreciendo la dilución de las grasas.



El hidróxido de sodio permite la elaboración de jabones.

Neutralizan a los ácidos (antiácidos).

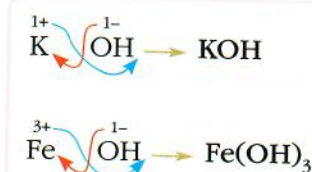


El hidróxido de magnesio es un antiácido.



### La formulación

- Escribimos el símbolo del metal seguido del ion hidróxido  $\text{OH}^-$ .
- Intercambiamos los números de oxidación y los escribimos como subíndices. El número de oxidación del radical oxhidrilo es  $-1$ .
- El radical oxhidrilo se escribe entre paréntesis solo si requiere subíndices.



La leche de magnesia contiene los iones  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{OH}^-$  que actúan como laxante y antiácido, respectivamente.

### La nomenclatura

Los hidróxidos se denominan con ese nombre genérico seguido por el del metal correspondiente.

- Si el metal tiene dos posibles estados de oxidación, sus hidróxidos terminan en **-oso** e **-ico**, dependiendo del número de oxidación menor o mayor, respectivamente:

$\text{Pb(OH)}_2$  Hidróxido plumboso

$\text{Pb(OH)}_4$  Hidróxido plúmbico

| Elementos      | Números de oxidación | Fórmulas del hidróxido | Nomenclatura tradicional | Nomenclatura Stock          | Nomenclatura sistemática |
|----------------|----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Sodio (Na)     | +1                   | $\text{NaOH}$          | Hidróxido de sodio       | Hidróxido de sodio (I)      | Hidróxido de sodio       |
| Estroncio (Sr) | +2                   | $\text{Sr(OH)}_2$      | Hidróxido de estroncio   | Hidróxido de estroncio (II) | Dihidróxido de estroncio |
| Aluminio (Al)  | +3                   | $\text{Al(OH)}_3$      | Hidróxido de aluminio    | Hidróxido de aluminio (III) | Trihidróxido de aluminio |
| Hierro (Fe)    | +2                   | $\text{Fe(OH)}_2$      | Hidróxido ferroso        | Hidróxido de hierro (II)    | Dihidróxido de hierro    |
|                | +3                   | $\text{Fe(OH)}_3$      | Hidróxido férrico        | Hidróxido de hierro (III)   | Trihidróxido de hierro   |
| Cobre (Cu)     | +1                   | $\text{CuOH}$          | Hidróxido cuproso        | Hidróxido de cobre (I)      | Monohidróxido de cobre   |
|                | +2                   | $\text{Cu(OH)}_2$      | Hidróxido cúprico        | Hidróxido de cobre (II)     | Dihidróxido de cobre     |
| Plomo (Pb)     | +2                   | $\text{Pb(OH)}_2$      | Hidróxido plumboso       | Hidróxido de plomo (II)     | Dihidróxido de plomo     |
|                | +4                   | $\text{Pb(OH)}_4$      | Hidróxido plúmbico       | Hidróxido de plomo (IV)     | Tetrahidróxido de plomo  |
| Cobalto (Co)   | +2                   | $\text{Co(OH)}_2$      | Hidróxido cobaltoso      | Hidróxido de cobalto (II)   | Dihidróxido de cobalto   |
|                | +3                   | $\text{Co(OH)}_3$      | Hidróxido cobáltico      | Hidróxido de cobalto (III)  | Trihidróxido de cobalto  |



# La función ácido

## PARA SABER MÁS

Los ácidos polihidratados se obtienen combinando el anhídrido con 1, 2 o 3 moléculas de agua. Se usan los prefijos meta-, piro- y orto-, según el número de oxidación.

- Con número de oxidación impar  
Ácido metafosfórico:  
 $1\text{P}_2\text{O}_5 + 1\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HPO}_3$   
Ácido pirofosfórico:  
 $1\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$   
Ácido ortofosfórico:  
 $1\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$
- Con número de oxidación par  
Ácido metasulfúrico:  
 $1\text{SO}_3 + 1\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$   
Ácido piro-sulfúrico:  
 $2\text{SO}_3 + 1\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$   
Ácido ortosulfúrico:  
 $1\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{SO}_5$

Los ácidos son sustancias comunes que se encuentran en nuestras casas, en la industria y en nuestro cuerpo.

## Los ácidos

Los ácidos son compuestos químicos que tienen al ion hidronio ( $\text{H}^+$ ) como grupo funcional. Sus principales características son las siguientes:

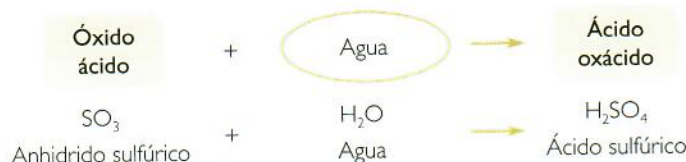
- Cambian a color rojo el papel tornasol azul.
- Tienen sabor agrio.
- Tienen olor penetrante e irritan la piel y las mucosas.

Existen dos clases de ácidos inorgánicos: los ácidos oxácidos, que contienen oxígeno, y los ácidos hidrácidos, que no lo contienen.



## Los ácidos oxácidos

Resultan de la combinación de un óxido ácido o anhídrido con agua.



## La formulación

- Para escribir la ecuación de formación de un ácido oxácido, partimos del óxido respectivo más agua.
- Se simplifican los subíndices del producto para obtener la fórmula final del ácido acompañada del coeficiente que balancea la ecuación.



## La nomenclatura

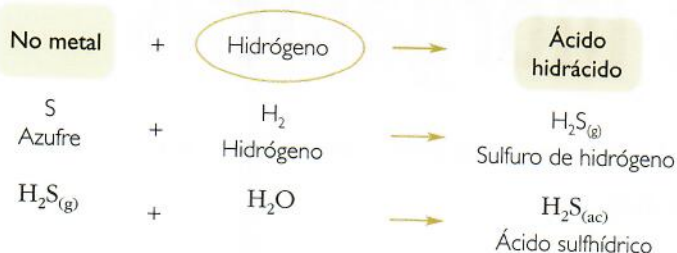
Para nombrar ácidos oxácidos en la nomenclatura tradicional recomendada por la IUPAC, se usan el número de oxidación del no metal y los sufijos **oso-** e **ico-**. En caso de que el elemento tenga tres o cuatro números de oxidación, también se utilizan los prefijos **-hipo** y **-per**.

| Elementos   | Números de oxidación | Fórmulas del ácido      | Nomenclatura tradicional | Nomenclatura sistemática/Stock      |
|-------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Carbono (C) | +2                   | $\text{H}_2\text{CO}_2$ | Ácido carbonoso          | Dioxocarbonato (II) de dihidrógeno  |
|             | +4                   | $\text{H}_2\text{CO}_3$ | Ácido carbónico          | Trioxocarbonato (IV) de dihidrógeno |
| Cloro (Cl)  | +1                   | $\text{HClO}$           | Ácido hipocloroso        | Monoxoclorato (I) de hidrógeno      |
|             | +3                   | $\text{HClO}_2$         | Ácido cloroso            | Dioxoclorato (III) de hidrógeno     |
|             | +5                   | $\text{HClO}_3$         | Ácido clórico            | Trioxoclorato (V) de hidrógeno      |
|             | +7                   | $\text{HClO}_4$         | Ácido perclórico         | Tetraoxoclorato (VII) de hidrógeno  |



## Los ácidos hidrácidos

Los ácidos hidrácidos son compuestos binarios formados por los no metales de los grupos 16 o 17 y el hidrógeno. Se presentan disociados en soluciones acuosas, lo que se indica mediante la abreviatura **ac**.



### La formulación

- Se escribe el símbolo del hidrógeno y el del no metal con su número de oxidación (grupo 7: 1-, grupo 6: 2-) para luego intercambiarlos.



### La nomenclatura

En la nomenclatura tradicional, toman el nombre genérico de ácido seguido del nombre del no metal terminado con el sufijo **-hídrico**. La nomenclatura sistemática usa el sufijo **-uro** para designar al anión y a continuación, el término de hidrógeno para designar al catión.

| Elementos    | Números de oxidación | Fórmulas del ácido                | Nomenclatura tradicional |
|--------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Azufre (S)   | -2                   | H <sub>2</sub> S <sub>(ac)</sub>  | Ácido sulfhídrico        |
| Selenio (Se) | -2                   | H <sub>2</sub> Se <sub>(ac)</sub> | Ácido selenhídrico       |
| Teluro (Te)  | -2                   | H <sub>2</sub> Te <sub>(ac)</sub> | Ácido telurhídrico       |
| Flúor (F)    | -1                   | HF <sub>(ac)</sub>                | Ácido fluorhídrico       |
| Cloro (Cl)   | -1                   | HCl <sub>(ac)</sub>               | Ácido clorhídrico        |
| Bromo (Br)   | -1                   | HBr <sub>(ac)</sub>               | Ácido bromhídrico        |
| Yodo (I)     | -1                   | HI <sub>(ac)</sub>                | Ácido yodhídrico         |

Algunos ácidos hidrácidos comunes son el ácido muriático (HCl industrial), que se usa para la limpieza; el H<sub>2</sub>S, que es un gas que tiene olor a huevo podrido y es venenoso; y el HF, que es usado en la industria del vidrio.

### ¿SABÍAS QUE...?

Algunos datos sobre el **ácido carbónico** (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>):

- Se forma a partir del agua (H<sub>2</sub>O) y el dióxido de carbono. (CO<sub>2</sub>)
- Al entrar en contacto con las rocas, como el mármol, produce su descomposición y contribuye a la formación de cuevas.
- Es muy usado en la industria de las bebidas gaseosas.



Archivo diario El Comercio

### PARA SABER MÁS

Los ácidos clorhídrico (HCl) y nítrico (HNO<sub>3</sub>) son muy corrosivos, pero más corrosiva es la mezcla de ambos, el **agua regia**, la cual es usada en el proceso de refinación del oro.

### INFORMACIÓN REGIONAL

#### La Oroya: una de las ciudades más contaminadas

Los gases de las industrias y fundiciones contienen compuestos de azufre que al contacto con el agua atmosférica forman ácidos, constituyendo un problema muy grave en La Oroya (Junín), donde los humos tóxicos, SO<sub>2(g)</sub>, están afectando la vegetación, la agricultura y la salud humana.



Fior Ruiz



# La función hidruro y las sales inorgánicas

## PARA REFLEXIONAR

La fosfina ( $\text{PH}_3$ ) y la arsina ( $\text{AsH}_3$ ) son sustancias altamente tóxicas que fueron empleadas como armas químicas durante las guerras del siglo XX.



- ¿Qué medidas de seguridad deberán tomar las personas que actualmente trabajan con este tipo de gases?

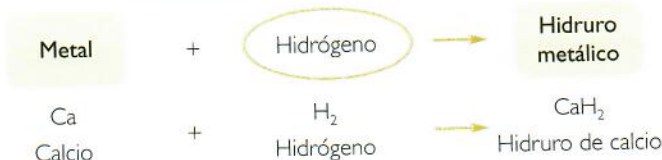
Cuando el átomo de hidrógeno cambia de estado de oxidación a  $-1$ , pasa a ser hidruro.

## Los hidruros

Los hidruros son compuestos binarios formados por átomos de hidrógeno y de otro elemento, que puede ser metálico o no metálico.

### Los hidruros metálicos

Los hidruros metálicos resultan de la combinación del hidrógeno con un metal. En estos compuestos, el hidrógeno siempre actúa con número de oxidación  $1^-$ . Son sólidos a condiciones ambientales.



### La formulación

- Para escribir la fórmula, se acompaña el símbolo del metal con el del hidrógeno. Luego, se intercambian los números de oxidación.



### La nomenclatura

Según la nomenclatura tradicional, se antepone la palabra *hidruro* al nombre del metal. Si el metal tiene dos estados de oxidación, se emplean los sufijos *-oso* e *-ico*. Así tenemos lo siguiente:

|                | Nomenclatura tradicional | Nomenclatura Stock        | Nomenclatura sistemática |
|----------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| $\text{CuH}_2$ | Hidruro cúprico          | Hidruro de cobre (II)     | Dihidruro de cobre       |
| $\text{AlH}_3$ | Hidruro de aluminio      | Hidruro de aluminio (III) | Trihidruro de aluminio   |

### Los hidruros no metálicos

Los hidruros no metálicos se producen cuando el hidrógeno se combina con un elemento no metálico. En este caso, el hidrógeno conserva su número de oxidación usual  $1+$ . Son gases a condiciones ambientales.

### La formulación



Nitruro de hidrógeno (amoniaco).

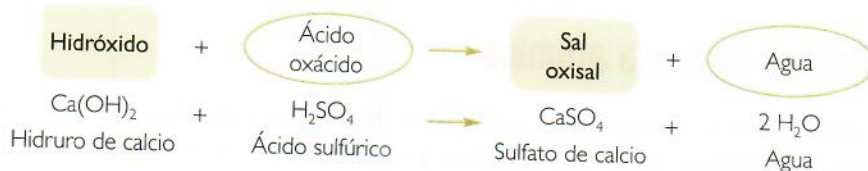


## Las sales inorgánicas

Las sales inorgánicas son sustancias iónicas formadas por la unión de un anión y un catión. Según los ácidos que las originan, se distinguen dos clases de sales: oxisales y haloideas.

### Las sales oxisales

Las sales oxisales son compuestos ternarios obtenidos por la reacción entre un hidróxido y un ácido oxácido.



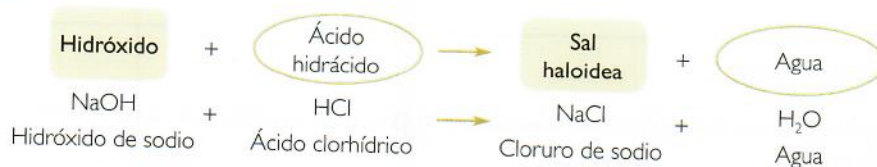
### La nomenclatura

En la nomenclatura tradicional, el nombre del anión proviene del ácido que lo origina, pero se cambia el sufijo **-oso** por **-ito** e **-ico** por **-ato**. Por ejemplo, veamos las siguientes sales que forma el cloro con sus cuatro números de oxidación.

| Sales              | N.º de oxidación | Nomenclatura tradicional | Nomenclatura sistemática       |
|--------------------|------------------|--------------------------|--------------------------------|
| NaClO              | -1               | Hipoclorito de sodio     | Monoxoclorato (I) de sodio     |
| NaClO <sub>2</sub> | -3               | Clorito de sodio         | Dioxoclorato (III) de sodio    |
| NaClO <sub>3</sub> | -5               | Clorato de sodio         | Trioxoclorato (V) de sodio     |
| NaClO <sub>4</sub> | -7               | Perclorato de sodio      | Tetraoxoclorato (VII) de sodio |

### Las sales haloideas

Las sales haloideas se forman al neutralizar un ácido hidrácido con un hidróxido.



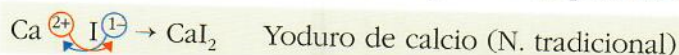
### La nomenclatura

El anión se nombra cambiando el sufijo **-hídrico** del ácido del cual proviene por **-uro**. Si el metal tuviera dos números de oxidación, termina, además, en los sufijos **-oso** e **-ico**.

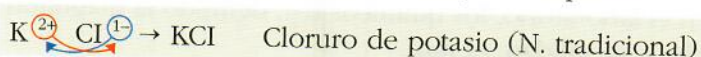
Au<sub>2</sub>S: Sulfuro auroso (N. tradicional)    Au<sub>2</sub>S<sub>3</sub>: Sulfuro áurico (N. tradicional)  
 Monosulfuro de dioro (N. sistemática)    Trisulfuro de dioro (N. sistemática)

### La formulación

- Se escriben las fórmulas del catión metálico y del anión proveniente del ácido.



- Se intercambian los números de oxidación y se simplifica.



| Sufijos y prefijos en ácidos | Sufijos y prefijos en sales |
|------------------------------|-----------------------------|
| Hipo__-oso                   | Hipo__-ito                  |
| __-oso                       | __-ito                      |
| __-ico                       | __-ato                      |
| Per__-ico                    | Per__-ato                   |

### PARA SABER MÁS

A medida que se producían avances en el conocimiento de la química, las reglas fueron cambiando hasta ser cada vez más precisas. Algunos compuestos, como el agua, que se conocen desde hace mucho tiempo atrás, mantienen su nombre tradicional; otros, sin embargo, han ido cambiando por uno más adecuado a su composición.



# Las unidades químicas

Los átomos y las moléculas son tan diminutos que es imposible observarlos a simple vista, menos aún contarlos ni pesarlos. La mínima cantidad apreciable de material contiene un número enorme de átomos.

## La unidad de masa atómica

Las masas de los átomos en la tabla periódica están referidas a la masa del átomo de carbono. Estas son relativas y se expresan en la unidad de masa atómica (uma):

$$1 \text{ uma} = \frac{1}{12} \text{ masa del átomo de carbono } -12$$

La masa de los nucleones (protón o neutrón) son casi iguales a una uma. Esta es una unidad muy pequeña y equivale a  $1,67 \times 10^{-24}$  gramos.

## La masa de unidad fórmula

La masa fórmula es la suma de las masas atómicas de los átomos que forman la unidad fórmula. También se la conoce como masa fórmula o masa molecular. Por ejemplo, la masa molecular del ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) es:

$$\begin{array}{lcl} \text{Masa de H: } 1 \text{ uma} \times 2 = & 2 & \\ \text{Masa de S: } 32 \text{ uma} \times 1 = & 32 & \\ \text{Masa de O: } 16 \text{ uma} \times 4 = & 64 & \\ & \hline & 98 \text{ uma} & \end{array}$$

### PARA SABER MÁS

El número  $n$  de moles de átomos (o de moléculas si se trata de un compuesto) presentes en una cantidad de sustancia de masa  $m$  es:

$$n = \frac{m}{M} \begin{array}{l} \rightarrow \text{g} \\ \rightarrow \text{g/mol} \end{array}$$

Donde:

$m$ : masa del átomo o del compuesto.

$M$ : masa atómica (o molecular si se trata de un compuesto).

### EJEMPLO RESUELTO 2

Expresa la masa de una unidad fórmula de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  en unidades de masa atómica y en gramos.

$$\text{Al: } 2 (27 \text{ uma}) = 54 \text{ uma}$$

$$\text{S: } 3 (32 \text{ uma}) = 96 \text{ uma}$$

$$\text{O: } 12 (16 \text{ uma}) = 192 \text{ uma}$$
$$\hline 342 \text{ uma}$$

$$342 \text{ uma} = 342(1,67 \times 10^{-24} \text{ g}) = 5,71 \times 10^{-22} \text{ g}$$

Como se aprecia, es más práctico usar la uma como medida.



Gotas de agua. En un mol de moléculas de agua hay 18 g.

## El mol

Para relacionar la masa de los átomos y las moléculas con una cantidad fácil de medir en el laboratorio, los químicos han definido la magnitud **cantidad de sustancia**, y su unidad, el **mol**.



La definición de mol según la IUPAC es la siguiente: "Es la cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales como hay en 12 gramos de carbono 12,2".

Calculamos la masa de un mol de  $\text{H}_2\text{O}$  y un mol de  $\text{CO}_2$ :

- La masa molecular del  $\text{H}_2\text{O}$  es 18 uma: un mol de  $\text{H}_2\text{O}$  son 18 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .
- La masa molecular del  $\text{CO}_2$  es 44 uma: un mol de  $\text{CO}_2$  son 44 g de  $\text{CO}_2$ .

## La masa molar

Es imposible contar átomos individualmente, pero podemos fácilmente pesar muestras que contienen grandes cantidades de ellos y relacionar su masa con el número de átomos.

La masa molar es la masa de un mol de sustancia. La masa molar coincide con la masa molecular expresada en gramos.

### EJEMPLO RESUELTO 3

- ¿Cuál es la masa molar del  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ?

La masa de un mol de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  es 342 gramos.

- ¿Cuántos moles de  $\text{CaCO}_3$  hay en 500 g de sal?

La masa de 1 mol de  $\text{CaCO}_3$  es:

$$\begin{array}{rcl} \text{Ca: } 40 & = & 40 \text{ g} + \\ \text{C: } 12 & = & 12 \text{ g} \\ \text{O: } 16 \times 3 & = & 48 \text{ g} \\ & & \hline & & 100 \text{ g} \end{array}$$

Número de moles (n):

$$n = \frac{\text{Masa (g)}}{\text{Masa molar (g/mol)}}$$

$$\text{Muestra: } \frac{500 \text{ g}}{100 \text{ g/mol}} = 5$$

Hay 5 moles de  $\text{CaCO}_3$

## El número de Avogadro

En 1811, el químico italiano **Amadeo Avogadro** enunció la siguiente hipótesis: "En un mol de cualquier sustancia siempre hay el mismo número de partículas". Más tarde, en 1875, el físico británico John W. Rayleigh determinó el número de partículas que hay en un mol.

Un mol de átomos siempre tiene  $6,022 \times 10^{23}$  átomos, pero su cantidad en masa será mayor o menor dependiendo del elemento químico.

1 mol de átomo de hidrógeno = 1 g de hidrógeno =  $6,022 \times 10^{23}$  átomos de hidrógeno.

1 mol de átomo de carbono = 12 g de carbono =  $6,022 \times 10^{23}$  átomos de carbono.

1 mol de átomo de plomo = 207,2 g de plomo =  $6,022 \times 10^{23}$  átomos de plomo.

1 mol de agua = 18 g de agua =  $6,022 \times 10^{23}$  moléculas de agua.

1 mol de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) = 180 g de glucosa =  $6,022 \times 10^{23}$  moléculas de glucosa.

### ¿SABÍAS QUE...?

El grosor de una hoja de papel es insignificante comparado con  $6,022 \times 10^{23}$  de estas hojas, con las que podría fabricarse más de un millón de talonarios.



El grosor de un átomo es mucho menor y, por ello, un mol de átomos de magnesio apenas llena una mano.

Un mol de canicas de vidrio ( $6,022 \times 10^{23}$ ) podría cubrir todo el continente americano y alcanza una altura de 115 kilómetros.



# La composición porcentual de compuestos químicos

Hemos visto que los átomos de los elementos de un compuesto están combinados en una cantidad definida. Por esa razón, la masa molar de cualquier compuesto contiene una proporción por masa definida de sus elementos.

## La composición porcentual

La composición porcentual es el porcentaje de masa de cada elemento en el compuesto.

$$\frac{\text{Masa del elemento en el mol del compuesto}}{\text{Masa molar del compuesto}} \times 100\%$$

### EJEMPLO RESUELTO 4

¿Cuál es la composición porcentual del permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ )?

1. Calculamos la masa molar del  $\text{KMnO}_4$ : 158 g
2. Hallamos el porcentaje de cada elemento.

$$\text{K: } (39/158) 100\% = 24,7\%$$

$$\text{Mn: } (55/158) 100\% = 34,8\%$$

$$\text{O: } (64/158) 100\% = 40,5\%$$

La composición porcentual de un compuesto es el porcentaje de masa de cada elemento en el compuesto y se mantiene constante para cualquier porción de compuesto analizada.

## La fórmula empírica

Las fórmulas moleculares son fórmulas reales o verdaderas de los compuestos químicos. La fórmula simple o **fórmula empírica**, en cambio, representa la razón del menor número entero de los átomos en un compuesto.

Por ejemplo:

| Nombre del compuesto | Fórmulas moleculares (fórmula real) | Fórmulas empíricas (fórmula simple) |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Benceno              | $\text{C}_6\text{H}_6$              | CH                                  |
| Acetileno            | $\text{C}_2\text{H}_2$              | CH                                  |
| Amoniaco             | $\text{NH}_3$                       | $\text{NH}_3$                       |
| Glucosa              | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | $\text{CH}_2\text{O}$               |

### ¿SABÍAS QUE...?

El olor de las peras se debe a que contienen acetato de propilo ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ ) y tiene 58,80 % de carbono, 9,87 % de hidrógeno y 31,33 % de oxígeno.

Shutterstock





## La determinación de fórmulas químicas

Para determinar la fórmula empírica a partir de la composición centesimal, se consideran los siguientes pasos:

1. Calculamos el número de moles de cada elemento en 100 g del compuesto.
2. Transformamos los valores en una relación de números enteros.

Para determinar la fórmula molecular, se consideran los siguientes pasos:

1. Calculamos la masa molar de la fórmula empírica.
2. Comparamos las masas.

$$\frac{\text{Masa molar del compuesto}}{\text{Masa molar de la fórmula empírica}}$$

### EJEMPLO RESUELTO 5

En un laboratorio, el análisis de una muestra sugiere un compuesto que contiene 84% de flúor y 16% de boro. ¿Cuál es su fórmula empírica?

1. Calculamos el número de moles de cada elemento en 100 g del compuesto.

$$\text{Número de moles de B} = \frac{16 \text{ g}}{11 \text{ g}} = 1,45$$

$$\text{Número de moles de F} = \frac{84 \text{ g}}{19 \text{ g}} = 4,42$$

2. Hallamos los subíndices de la fórmula empírica, dividiendo el número de moles de cada elemento entre el menor número de moles obtenido.
3. Si aun aproximando no obtuviéramos números enteros, multiplicamos por un factor conveniente.

$$\text{B: } \frac{1,45}{1,45} = 1 \rightarrow 1$$

$$\text{F: } \frac{4,42}{1,45} = 3,05 = 3 \rightarrow 3$$

La fórmula empírica buscada es  $\text{BF}_3$ .

### EJEMPLO RESUELTO 6

Para elaborar artículos de plástico, como platos y juguetes, se emplea la melamina, la cual contiene 28,57% de carbono, 4,80% de hidrógeno y 66,64% de nitrógeno. Si su masa molar es 126 g, ¿cuál es la fórmula molecular de la melamina?

1. Calculamos el número de moles de cada elemento en 100 g del compuesto.

$$\text{C} = \frac{28,57 \text{ g}}{12 \text{ g}} = 2,38$$

$$\text{H} = \frac{4,80 \text{ g}}{1 \text{ g}} = 4,80$$

$$\text{N} = \frac{66,64 \text{ g}}{14 \text{ g}} = 4,76$$

2. Dividimos las moles de cada elemento por el menor número de moles obtenido.

$$\text{C} = \frac{2,38}{2,38} = 1$$

$$\text{H} = \frac{4,76}{2,38} = 2$$

$$\text{N} = \frac{4,76}{2,38} = 2$$

La fórmula empírica es  $\text{CH}_2\text{N}_2$ .

3. Como nos piden la fórmula molecular, ahora hallaremos la masa molar de la fórmula empírica que es igual a 42 g.
4. Dividimos la masa molar (dato) entre la fórmula empírica para obtener un número entero (n).

$$n = \frac{126 \text{ g}}{42} = 3$$

4. Finalmente, se multiplica n por la fórmula empírica y la fórmula molecular es  $(\text{CH}_2\text{N}_2)_3 = \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ .

### GLOSARIO

#### Fórmula empírica.

Representa la razón del menor número entero de los átomos en un compuesto.

### ¿SABÍAS QUE...?

Un medicamento convencional muestra la cantidad exacta de las sustancias activas que ingerimos en cada dosis.







# Los productos de la industria química

Muchos productos de la vida cotidiana son elaborados a partir de compuestos químicos. ¿Cuáles de ellos usas comúnmente en tu casa? ¿Crees que son realmente indispensables?

## La industria química y sus productos

La industria química constituye uno de los pilares fundamentales de la economía de los países, puesto que muchos de sus productos son necesarios para la obtención de otros aún más elaborados.

Los materiales que proporciona la industria química no solo son usados en el proceso de manufacturación de productos industriales, también sirven de insumo en la elaboración de los productos que utilizamos en nuestras actividades cotidianas. Por ejemplo, los que se usan para el aseo personal, como jabón, champú, etc., o los que se consumen, como alimentos o cosméticos.



## Los productos de la industria química

Además de la tradicional división de los productos químicos en orgánicos e inorgánicos, también podemos clasificarlos de acuerdo con su grado de fabricación.

### Clasificación de los productos químicos

| Productos básicos                                                                                                                                                | Productos intermedios                                                                                                                                                         | Productos terminados                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                               |                                                                                           |                                                          |
| Sustancias y compuestos químicos que se utilizan como parte de la materia prima para elaborar otros productos, como ácidos, bases, sales o compuestos orgánicos. | Productos que requieren de un tratamiento más elaborado a partir de la mezcla de varios compuestos. Incluyen pigmentos, materiales plásticos, fibras sintéticas o colorantes. | Productos destinados al consumo directo por parte de las personas, tales como fármacos, detergentes, cosméticos, papel, pinturas o alimentos. |



## Los productos comerciales derivados de la industria química

El mercado ofrece una gran variedad de productos de uso diario. Todo consumidor debe conocer su uso apropiado, a fin de aprovechar mejor sus beneficios y prevenir riesgos para su salud y el ambiente. Por esto, es necesario evaluar la información que contienen las etiquetas de los productos, para estar informados de aspectos como composición química, recomendaciones de uso, contraindicaciones, cantidad del producto expresado en unidades de volumen, sellos de garantía y calidad; así como de la simbología pertinente.



Tóxico



Inflamable



Nocivo



Explosivo



Corrosivo



Peligroso

### Algunos productos químicos comerciales

#### Alimentos

Productos extraídos de plantas y animales o compuestos químicos orgánicos o inorgánicos que tienen como finalidad servir de alimento. Por ejemplo, la mantequilla, la margarina, leche pasteurizada, jugos, embutidos o edulcorantes.



Shutterstock

#### Analgésicos y antipiréticos

Los medicamentos que alivian o reducen el dolor de cabeza, muscular, artrítico o de cualquier tipo reciben el nombre general de analgésicos; en cambio, aquellos fármacos que ayudan a eliminar la fiebre se denominan antipiréticos. Muchos de los analgésicos tienen también propiedades antipiréticas, por ejemplo, el paracetamol (o acetaminofén), el ibuprofeno o el ácido acetilsalicílico.



Shutterstock

#### Detergentes y jabones

Sustancias químicas que actúan como agentes limpiadores debido a su poder de disolver la suciedad o las impurezas. Entre ellos están los detergentes para lavar la ropa, los utensilios de cocina, los baños y diversas superficies, así como los jabones y champús para el aseo del cuerpo y el cabello.



Shutterstock

#### Fertilizantes y plaguicidas

Productos químicos utilizados principalmente por el sector agrícola para optimizar el crecimiento de plantaciones y controlar o eliminar las plagas que frecuentemente atacan a la siembra o a los seres humanos, respectivamente. Dentro de este grupo, se encuentran los abonos inorgánicos, los herbicidas, los fungicidas y los insecticidas. Por ejemplo, el sulfato de amonio ( $\text{NH}_4\text{SO}_4$ ) y el fosfato de calcio ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) son usados como fertilizantes.



Shutterstock



Shutterstock

### La industria química del caucho

El caucho es una sustancia orgánica, natural o sintética, que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica.

El caucho natural es un líquido lechoso, llamado látex, y se extrae de varias plantas americanas. El caucho sintético es fabricado por medio de procedimientos químicos a partir de hidrocarburos alifáticos. Tanto el caucho natural como el sintético son utilizados por la industria química para obtener diversos productos, como neumáticos, impermeables, aislantes, guantes, etc.



# Resumen

## Ideas principales

### LOS COMPUESTOS INORGÁNICOS

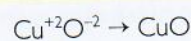
La fórmula química es la representación simbólica de una sustancia pura o compuesto que nos informa sobre su composición.

La función química es una familia de compuestos con propiedades químicas semejantes.

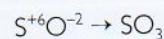
#### Óxidos

Son compuestos inorgánicos binarios formados por la unión del oxígeno con un elemento diferente de los gases nobles. Pueden ser:

- Metal + Oxígeno → Óxido básico
- No metal + Oxígeno → Óxido ácido



Óxido cúprico  
Óxido de cobre (II)  
Monóxido de cobre



Anhidrido sulfúrico  
Óxido de azufre (VI)  
Trióxido de azufre

#### Hidróxidos

Son llamados también bases o álcalis. Su grupo funcional es el radical oxidrilo  $(\text{OH})^{-1}$ . Proviene de la siguiente reacción:

- Óxido básico + Agua → Hidróxido
- Metal + Agua → Hidróxido



#### Ácidos

Son compuestos químicos que tienen como grupo funcional al ion  $\text{H}^{+1}$ .

Existen dos tipos de ácidos:

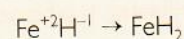
- Óxido ácido + Agua → Ácido oxácido
- No metal + Hidrógeno → Ácido hidrácido



#### Hidruros

Son compuestos binarios que se forman cuando el hidrógeno presenta estado de oxidación  $-1$ . Pueden ser:

- Metal + Hidrógeno → Hidruro metálico
- No metal + Hidrógeno → Hidruro no metálico



Hidruro ferroso  
Hidruro de hierro (II)  
Dihidruro de hierro

#### Sales

Se forman al combinar un ácido con un hidróxido. Pueden ser:

- Ácido oxácido + Hidróxido → Sal oxisal
- Ácido hidrácido + Hidróxido → Sal haloidea

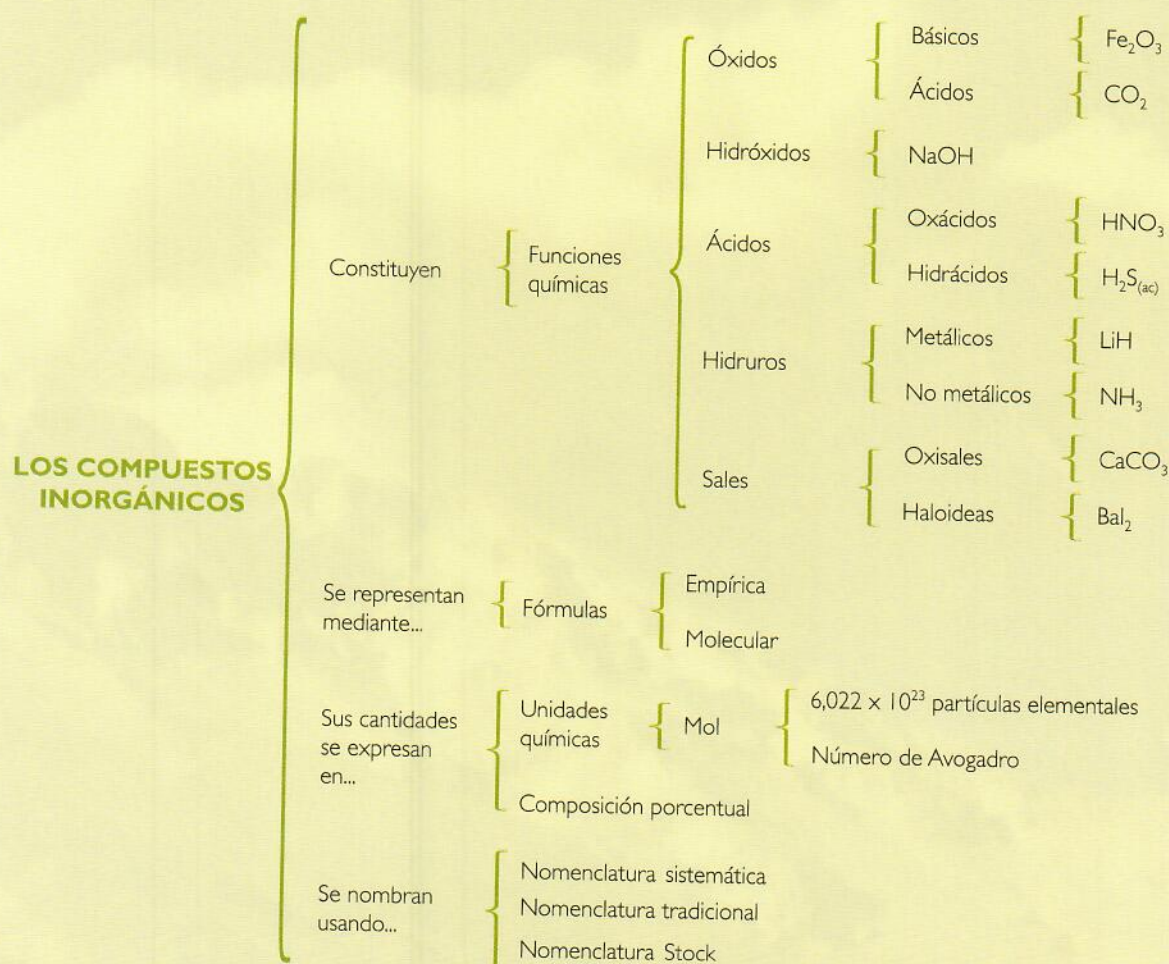


Un mol de una sustancia es una cantidad equivalente que representa su masa molecular expresada en gramos.

En un mol de una sustancia hay  $6,022 \times 10^{23}$  átomos, moléculas, iones, electrones, etc. Este representa el número de Avogadro.



## Organizador visual: cuadro sinóptico



### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En estos sitios web, encontrarás información acerca de la nomenclatura y la formulación de los compuestos químicos, que reforzarán lo aprendido.

- Jiménez, P. M. (s.f.). *La manzana de Newton*. Recuperado de <http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/aplicaciones/lfq/index.html>
- Universidad de Valladolid. (s.f.). *Formulación y nomenclatura. Química inorgánica*. Recuperado de <http://www.eis.uva.es/~qgintro/nomen/nomen.html>

#### Para ampliar

Steven Soderbergh (Dir. 1999). *Erin Brockovich*, Estados Unidos.

Esta película trata sobre una madre que consigue trabajo en un estudio de abogados. Su primer caso se centra en la investigación acerca del origen de las enfermedades de su cliente y su familia. Durante el proceso descubre la relación entre el origen de estas enfermedades y la contaminación del agua producida por un tipo de cromo hexavalente que, en grandes concentraciones, ocasiona serios problemas de salud.







### IDEAS CLAVE

- La materia cambia
- La ecuación química
- Los tipos de reacciones químicas
- Otras reacciones químicas
- El balanceo de ecuaciones químicas
- El balanceo de reacciones redox
- La energía de las reacciones químicas
- Estequiometría: cantidades químicas en las reacciones



## 6

# Las reacciones químicas

## LEEMOS

### La química de los volcanes

El volcán Ubinas está ubicado al oeste de la cordillera de los Andes, al sur del Perú, en la región Moquegua. Tiene una altura de 5672 m s.n.m. y en la actualidad se encuentra activo. En julio del 2015, el Observatorio Vulcanológico del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (OVI) informó de la presencia de gases azules en las fumarolas del volcán Ubinas, lo que generaba lluvias ácidas en zonas cercanas.

En condiciones normales, la lluvia tiene una acidez ligera, con un pH alrededor de 5,6 debido al ácido carbónico que se forma cuando el dióxido de carbono del aire se disuelve en el agua que cae. Este nivel de acidez ayuda a disolver algunos minerales del suelo que son necesarios para la vida de los animales y las plantas. Cuando el pH de la lluvia es menor a este valor, se dice que posee niveles altos de acidez, ocasionando efectos dañinos en la naturaleza y reduciendo la vida en lagos y lagunas. También afecta los bosques, al descomponer los nutrientes del suelo, alterando el crecimiento natural de los árboles.

Los volcanes emanan naturalmente gases con contenido de azufre, que al entrar en contacto con la lluvia, reaccionan químicamente, formándose ácidos que ocasionan los efectos mencionados.

*¿Cuáles son los ácidos que producen los gases volcánicos y cómo se forman? ¿Qué relación hay entre el volcán y las lluvias ácidas registradas en Moquegua? ¿Qué influencia tiene la contaminación ambiental en la presencia de lluvia ácida? ¿Cómo afecta la lluvia ácida a las poblaciones cercanas al volcán? ¿Cómo miden los científicos el nivel de acidez por efecto de la lluvia ácida?*

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al finalizar esta unidad, serás capaz de analizar las ecuaciones y reacciones químicas, e identificar y clasificar sus diferentes tipos. Asimismo, lograrás emplear cálculos estequiométricos en la experimentación y la resolución de ejercicios y problemas de ecuaciones químicas. Además, podrás tomar conciencia sobre los problemas ambientales que involucran las reacciones químicas.

Fumarolas del volcán Ubinas,  
región Moquegua



## Introducción a la unidad

En la naturaleza, todos los días se producen reacciones químicas. Algunas son rápidas y notorias, pero otras son casi imperceptibles. Muchas de ellas ocurren en nuestro cuerpo; por ejemplo, durante la digestión.

A pesar del conocimiento sobre las sustancias químicas y la forma como reaccionan, en ocasiones se ponen en riesgo el ambiente y la vida

de las personas. Esto se debe al desconocimiento o uso irresponsable de las sustancias químicas; por ejemplo, al usar pinturas con plomo.

En esta unidad lograrás aprender cómo se producen las reacciones químicas e identificarás los mecanismos que se usan para combinar las sustancias en las cantidades adecuadas para obtener los productos deseados.

# La materia cambia

### ¿SABÍAS QUE...?

Cocer un huevo, hacer mayonesa, freír papas, preparar una sopa, calentar la leche, etc., son verdaderos ejercicios de física y química que practicamos a diario sin que seamos conscientes.

ANDINA



La química no solo se encarga de estudiar las propiedades y composición de las sustancias, también investiga sobre algunos de los cambios que estas experimentan. A diario encontramos fenómenos en los que las sustancias cambian, pero no todos estos cambios son del mismo tipo.

## El cambio físico

El cambio físico es una **transformación** en la que **no varía la composición química de la materia**. Antes y después del cambio, la materia se representa por la misma fórmula química. Entre los cambios físicos más habituales se encuentran los cambios de estado.

*Cuando se mezclan limaduras de hierro con azufre en polvo, se evidencia un cambio físico, pues cada sustancia mantiene su naturaleza y el hierro puede ser separado del azufre con ayuda de un imán.*



## El cambio químico

El cambio químico es una **transformación** en la que **sí varía la composición química de la materia**. Antes del cambio, la materia se representa por una fórmula química, y después, por otra fórmula diferente. Los cambios químicos también son llamados **reacciones químicas**.

Algunos fenómenos que pueden indicar la presencia de un cambio químico son los siguientes:

- Desprendimiento de energía luminosa o de calor.
- Formación de gases.
- Cambio de color, olor o sabor.
- Formación de un sólido insoluble, que se llama precipitado.

### ¿SABÍAS QUE...?

Si se somete a la llama la mezcla de las limaduras de hierro con el azufre en polvo, se formará un sólido negro que no puede ser separado con ayuda del imán.



## La reacción química

La reacción química es un proceso en el que unas sustancias denominadas **reactivos** se transforman en sustancias diferentes llamadas **productos**.

En este proceso se rompen enlaces químicos en los reactivos y se forman nuevos enlaces que dan origen a los productos o más sustancias nuevas; es decir, los átomos se reordenan sin perder su cantidad e identidad. En consecuencia, **la masa total permanece constante**.

Cuando se produce una reacción química, es posible observar algunos cambios o señales que indican que algo nuevo se está formando.



La oxidación del aluminio es otro ejemplo de cambio químico.

### Liberación de energía

Al hacer arder la cinta de magnesio (Mg), esta reacciona con el oxígeno ( $O_2$ ) transformándose en óxido de magnesio ( $MgO$ ). Esta reacción libera gran cantidad de luz.



### Desprendimiento de calor

Al añadir una solución de ácido clorhídrico (HCl) a una solución de hidróxido de sodio (NaOH), la temperatura aumenta, lo que indica que se desprende calor.



### Desprendimiento de un gas

Al añadir un ácido fuerte, por ejemplo, el ácido clorhídrico (HCl), a algunos metales como el hierro, se desprende el gas hidrógeno ( $H_2$ ).



### Formación de humo blanco

Al acercar un recipiente con una solución de amoníaco ( $NH_3$ ) a otro con una solución de ácido clorhídrico (HCl), se forma humo blanco.



### Formación de sólidos y cambio de color

En una solución transparente de nitrato de plomo (II), se añade otra solución transparente de yoduro de potasio. Al reaccionar se forma un sólido amarillo que, al cabo de un tiempo, se deposita en el fondo.



### Formación de precipitado

Al hacer reaccionar NaCl con  $AgNO_3$ , ambos incoloros, formarán un precipitado blanco, que es el AgCl.



### EN LA WEB

[http://www.lamanzanade newton.com/materiales/aplicaciones/lrq/lrq\\_cfq.html](http://www.lamanzanade newton.com/materiales/aplicaciones/lrq/lrq_cfq.html)

Animación que presenta actividades sobre cambios químicos.



# La ecuación química

En una reacción química, se produce una transformación de la materia: las propiedades características (densidad, color, punto de fusión, etc.) de los productos de la reacción no son las mismas que las de los reactivos.

## Representación de una ecuación química

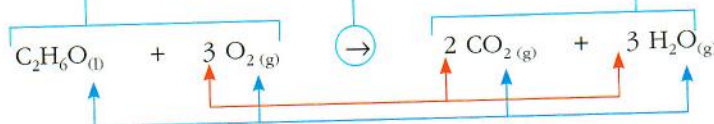
Una ecuación química es una representación simbólica de una reacción química.

| Simbología de ecuaciones |                                                 |
|--------------------------|-------------------------------------------------|
| (s)                      | La sustancia se encuentra en estado sólido.     |
| (l)                      | La sustancia se encuentra en estado líquido.    |
| (g)                      | La sustancia se encuentra en estado gaseoso.    |
| (ac)                     | La sustancia se encuentra en disolución acuosa. |
| →                        | Sentido de la reacción.                         |
| Δ                        | Los reactivos se calientan.                     |
| (cat.)                   | Catalizador de la reacción.                     |

A la izquierda se escriben las fórmulas de los **reactivos**.

Entre reactivos y productos, se escribe la flecha que indica que se produce una reacción.

A la derecha se escriben las fórmulas de los **productos**.

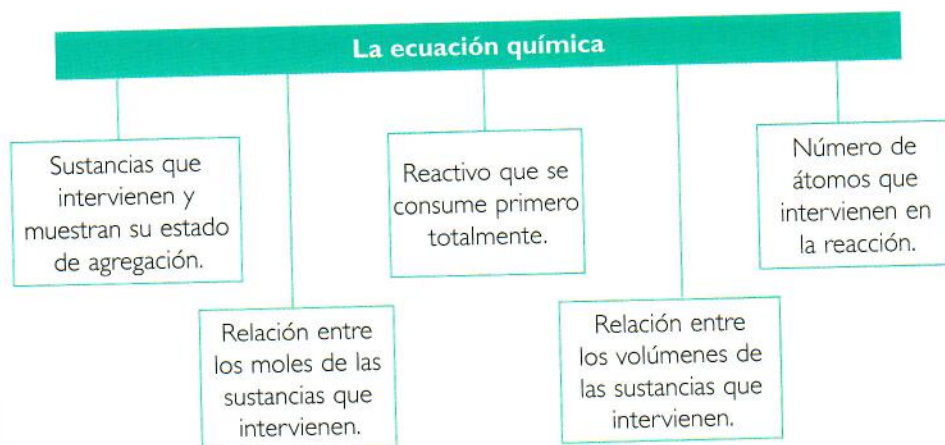


A la izquierda de cada fórmula, se escribe su **coeficiente estequiométrico**, un número que indica la proporción en moléculas o en moles en la que interviene esa sustancia en la reacción. Si es 1, no se escribe.

A la derecha de cada fórmula, se indica **el estado de la sustancia**: sólido (s), líquido (l), gas (g) o en disolución acuosa (ac), como subíndices.

La ecuación química se lee así: “Una molécula de alcohol etílico en estado líquido reacciona con tres moléculas de oxígeno en estado gaseoso para dar dos moléculas de dióxido de carbono en estado gaseoso y tres moléculas de agua en estado gaseoso”.

De una ecuación química, podemos obtener una serie de informaciones.

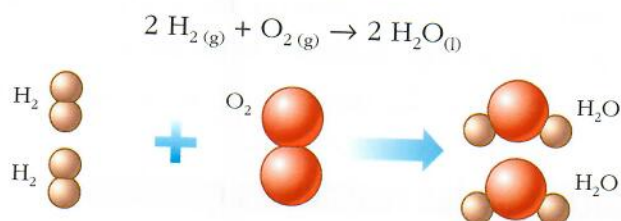




## La conservación de la materia y reacciones químicas

En una reacción química, se mantienen los átomos de los distintos elementos, pero organizados de otra manera, produciendo nuevas sustancias.

Observa la reacción entre el gas hidrógeno y el gas oxígeno para formar agua. La fórmula del agua determina que, para que esta reacción sea posible, se deben combinar dos moléculas de hidrógeno con una molécula de oxígeno y formarán dos moléculas de agua:



| Reactivos: $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$                                            | Productos: $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dos moléculas de hidrógeno, cada una con dos átomos. En total, cuatro átomos de H.                    | Dos moléculas de agua, cada una con dos átomos de hidrógeno. En total, cuatro átomos de H.            |
| Una molécula de oxígeno, con dos átomos. En total, dos átomos de O.                                   | Dos moléculas de agua, cada una con un átomo de oxígeno. En total, dos átomos de O.                   |
| La masa en los reactivos es la siguiente: la masa de cuatro átomos de H y la masa de dos átomos de O. | La masa en los productos es la siguiente: la masa de cuatro átomos de H y la masa de dos átomos de O. |

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre el balance de las ecuaciones químicas, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

### En una reacción química

| Se conserva...                                                                                                                                     | Cambia...                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>El número y tipo de átomos que intervienen (Ley de Conservación de elementos).</li> <li>La masa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>La fórmula química de las sustancias.</li> <li>En muchos casos, el número de moléculas.</li> </ul> |

### La ley de conservación de la masa o ley de Lavoisier

En 1772, el químico francés Antoine Laurent de Lavoisier, tras muchas experiencias, estableció la **ley de la conservación de la masa**.

En una reacción química, la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma. En consecuencia, la masa permanece constante. La masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos.

### PARA SABER MÁS

Cuando existe solo una molécula o átomo participando de la reacción, el valor es uno. El **coeficiente estequiométrico** es diferente al subíndice de una fórmula química, por ello, nunca deben cambiarse los subíndices al balancear una ecuación, ya que esto corresponde a un cambio de la composición de una sustancia, por ejemplo, de  $\text{H}_2\text{O}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ .



# Los tipos de reacciones químicas

La vida está llena de reacciones químicas: en las plantas (fotosíntesis), en nuestro cuerpo (respiración, digestión de los alimentos, etc.), a nuestro alrededor (en la cocina, en los laboratorios, en la industria, etc.).

## La clasificación de las reacciones químicas

Los cambios químicos se producen de manera continua en la naturaleza, en los seres vivos, en el suelo, en el aire, etc. Y, además, existen numerosísimos cambios químicos distintos (en función de los reactivos que intervienen o de los compuestos que se forman). Para estudiar mejor las reacciones químicas resulta conveniente, por lo tanto, clasificarlas:

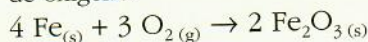
### EN LA WEB

[http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/aplicaciones/lrq/lrq\\_index.html](http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/aplicaciones/lrq/lrq_index.html)

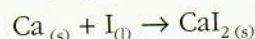
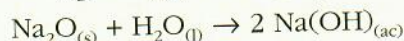
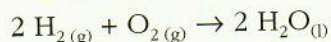
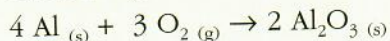
Página que presenta información sobre las reacciones químicas.

### Síntesis

- Dos o más sustancias se unen para formar una nueva.
- Las más conocidas son la corrosión de los metales, la fotosíntesis y la formación de la lluvia ácida.
- Por ejemplo, el hierro se corroe en presencia de oxígeno.

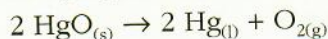


Otros ejemplos:

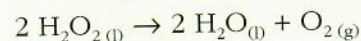
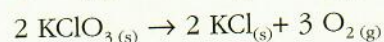


### Descomposición

- Un compuesto se divide para dar lugar a dos o más sustancias más sencillas.
- Por ejemplo, la descomposición del óxido de mercurio.



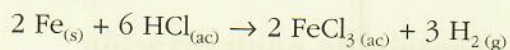
Otros ejemplos:



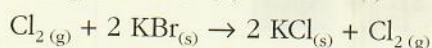
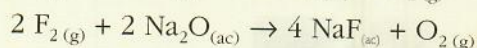
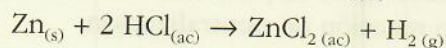
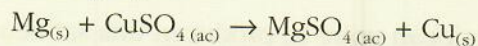


## Desplazamiento simple

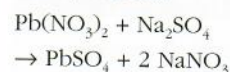
- Llamado también de sustitución simple.
- Un elemento toma el lugar de otro en un compuesto.
- Por ejemplo, la reacción entre el hierro y el ácido clorhídrico produce cloruro férrico e hidrógeno.



Otros ejemplos:



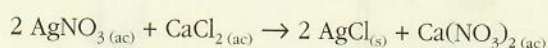
Reacción de nitrato de plomo (II) con sulfato de sodio



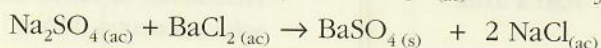
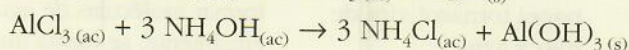
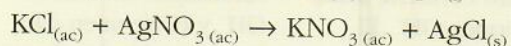
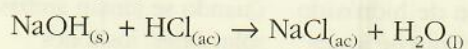
Es una reacción de doble desplazamiento.

## Desplazamiento doble

- Llamado también de doble sustitución.
- Dos compuestos intercambian átomos o grupos de átomos.
- Por ejemplo, la reacción entre nitrato de plata y cloruro de calcio forma un precipitado: el cloruro de plata.



Otros ejemplos:

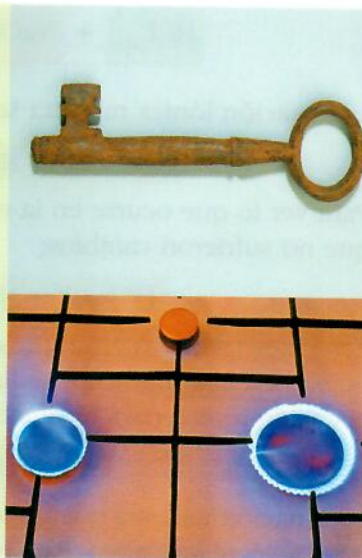


## PARA SABER MÁS

Existen otras reacciones conocidas como reacciones químicas cotidianas, las cuales pueden suceder en nuestra vida diaria. Estas reacciones son:

La reacción de corrosión que es la transformación de un metal en otro compuesto mediante una reacción química con alguna sustancia de su entorno. Generalmente, en este tipo de reacciones intervienen el oxígeno, el agua, ácidos o sales. Además, son reacciones exotérmicas, pero como la velocidad de estas reacciones es baja, no genera llama. Podemos observar este tipo de reacción en metales que son expuestos al aire libre por largos periodos de tiempo.

Las reacciones de combustión se producen entre sustancias ricas en energía química, llamadas combustibles, con el oxígeno, que se denomina comburente. Estas reacciones son rápidas, generan en muchos casos dióxido de carbono y agua, desprendiendo a su vez luz y calor. Un ejemplo de cambio químico o reacción química exotérmica que podemos observar cotidianamente es la que ocurre cuando encendemos el gas para cocinar:



## EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre el balance de las ecuaciones químicas, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.



# Otras reacciones químicas

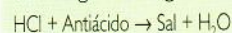
## ¿SABÍAS QUE...?

La picadura de las abejas es ácida, pero la de las avispas es básica. Por lo tanto, para tratar la picadura de abeja se utiliza una base como el amoníaco, pero para neutralizar la picadura de avispa es mejor poner un poco de vinagre sobre la superficie afectada.

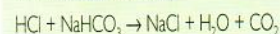
## PARA SABER MÁS

En el estómago se pueden llevar a cabo reacciones de neutralización con la intervención de antiácidos, como  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  o  $\text{NaHCO}_3$ , que con el ácido estomacal forman agua y una sal.

La ecuación general que representa una reacción de neutralización en el estómago es la siguiente:



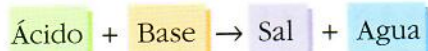
En la reacción del jugo gástrico con el bicarbonato de sodio (antiácido efervescente), se libera  $\text{CO}_2$ , que luego es eliminado a través del eructo.



Los ácidos y las bases son sustancias importantes en las áreas de salud, industrial, del ambiente, etc.

## La reacción ácido-base o reacción de neutralización

Cuando los ácidos y las bases reaccionan entre sí, producen una sal neutra y agua. Este proceso se conoce como reacción de **neutralización**.



Las características principales de esta reacción son las siguientes:

- Los ácidos y las bases que intervienen **pierden sus propiedades**.
- Se libera energía en forma de calor, es decir, es una **reacción exotérmica**.

Por ejemplo, la neutralización entre un ácido fuerte ( $\text{HCl}$ ) y una base fuerte soluble ( $\text{NaOH}$ ) ocurre de la siguiente forma:



La solución de ácido clorhídrico contiene iones  $\text{H}^+$  e iones  $\text{Cl}^-$ . El papel tornasol vira de azul a rojo, indicando su acidez.

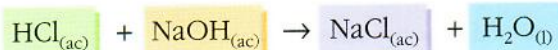


La solución de hidróxido de sodio contiene iones  $\text{Na}^+$  e iones  $\text{OH}^-$ . El papel tornasol vira de rojo a azul.



Cuando se juntan ambas soluciones, los iones  $\text{OH}^-$  y  $\text{H}^+$  se unen para formar moléculas de agua. Finalmente, se forma una solución neutra de  $\text{NaCl}$  que no cambia el color del papel tornasol.

La ecuación general de esta reacción es la siguiente:



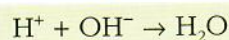
La ecuación iónica muestra solo los iones que participan en la reacción.



Para ver lo que ocurre en la reacción de neutralización, se tachan los iones que no sufrieron cambios:



Los iones tachados están presentes en la reacción, pero en realidad no participan en ella. Por esto, se llaman iones espectadores. Lo que queda es la ecuación iónica para la siguiente reacción:



La ecuación muestra que un ion  $\text{H}^+$  se combina con un ion  $\text{OH}^-$  para formar una molécula de agua. Esta es la reacción de **neutralización**.



## Las reacciones de óxido-reducción (redox)

Las reacciones de óxido-reducción están presentes en la vida diaria.



Una manzana cortada en contacto con el oxígeno del aire se ennegrece, lo que indica que hay una reacción química.



La lejía, que quita las manchas, indica que hay una reacción química que permite este proceso.

Shutterstock

### PARA REFLEXIONAR

Para detectar si un chofer ha consumido alcohol, la policía utiliza un analizador de aliento en el que se produce una reacción redox visible a través del cambio de color del dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ).

- ¿Crees que el consumo de alcohol en exceso es un problema que debe ser enfrentado por toda la sociedad?



Aplicación del analizador de aliento

Archivo diario El Comercio

En ambos procesos ocurre una reacción de óxido-reducción (redox) porque hay una transferencia de electrones y una variación en el número de oxidación de algunos elementos. La oxidación y la reducción son reacciones que ocurren simultáneamente.

- **La oxidación.** Ocurre cuando un átomo o un grupo de átomos pierde electrones o aumenta su número de oxidación.
- **La reducción.** Ocurre cuando un átomo o grupo de átomos gana electrones o disminuye su número de oxidación.

### EJEMPLO RESUELTO 1

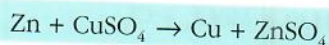
Entre una lámina de Zn y una disolución concentrada de sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) ocurre una reacción que comprende dos semirreacciones simultáneas: una de oxidación y otra de reducción.

Semirreacción de oxidación:  $Zn^0 \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

Semirreacción de reducción:  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$

En esta reacción, el átomo de cinc eléctricamente neutro (cinc metálico) ha perdido dos electrones, aumentando su número de oxidación  $Zn^{2+}$ , y el  $Cu^{2+}$  ha ganado dos electrones, disminuyendo su número de oxidación para convertirse en un átomo de cobre (cobre metálico).

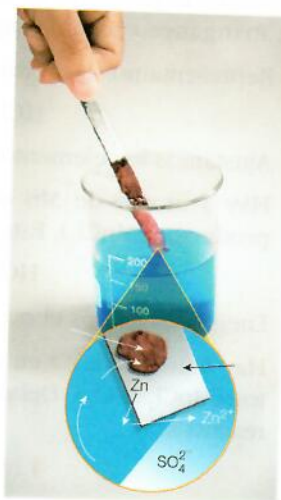
La ecuación general es la siguiente:



La ecuación iónica está dada por:



La ecuación simplificada es la siguiente:



| Oxidación             |                     | Reducción              |
|-----------------------|---------------------|------------------------|
| Pérdida de electrones | $\xrightarrow{e^-}$ | Ganancia de electrones |

Definición de oxidación y reducción

### ¿SABÍAS QUE...?

El hierro se corroe cuando reacciona con el oxígeno, formando **óxido de hierro (III)** o herrumbre. Esto se puede evitar cubriendo la superficie externa del hierro con pintura o plástico.

El acero y el hierro se recubren con un metal más activo, como el cinc, que cede sus electrones al oxígeno con mayor rapidez que el hierro, por lo que se oxida y forma una capa protectora.



# El balanceo de ecuaciones químicas

## PARA SABER MÁS

**Antoine Laurent de Lavoisier** fue un reconocido químico francés. Una de sus grandes contribuciones a la química fue la sistematización del método experimental y la inclusión de la balanza en todas las determinaciones.

Murió a los 50 años, guillotinado en la turbulenta Francia de fines del siglo XVIII.

En una reacción química, se tiene que cumplir siempre la ley de conservación de la masa, lo cual se refleja en la ecuación química. Para ello, el número total de átomos de cada elemento que aparecen en los reactivos (izquierda) tiene que ser igual al número de átomos que intervienen en los productos (derecha).

## Los métodos para balancear ecuaciones

Según el tipo de reacción química, las ecuaciones se podrán balancear por el método del tanteo o el método algebraico.

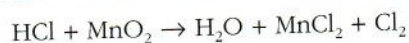
### El método del tanteo

El método del tanteo consiste en seleccionar coeficientes estequiométricos en ambos lados de la ecuación para igualar el número de átomos de cada elemento tanto en los reactivos como en los productos.

### EJEMPLO RESUELTO 2

Balancea la ecuación de la reacción entre el ácido clorhídrico y el dióxido de manganeso para dar agua, dicloruro de manganeso y cloro.

1. Representamos las fórmulas de los reactivos y de los productos.



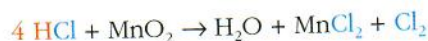
2. Ajustamos los elementos distintos del H y el O; en este caso, el metal Mn.

Hay 1 átomo de Mn en los reactivos ( $\text{MnO}_2$ ) y 1 átomo de Mn en los productos ( $\text{MnCl}_2$ ). Este elemento ya está ajustado.



3. Luego, ajustamos el no metal Cl.

Hay 1 átomo de Cl en los reactivos (HCl) y 4 átomos de Cl en los productos ( $\text{MnCl}_2$  y  $\text{Cl}_2$ ). Debemos poner 4 HCl para tener 4 átomos de Cl en los reactivos.



4. Ajustamos el H.

En los reactivos hay 4 átomos de H en 4 HCl. En los productos habrá 4 átomos de H en 2  $\text{H}_2\text{O}$ . Este elemento ya está ajustado.



5. Finalmente, ajustamos el O.

Hay 2 átomos de O en los reactivos ( $\text{MnO}_2$ ) y 2 átomos de O en los productos 2 ( $\text{H}_2\text{O}$ ).



6. Comprobamos que los coeficientes de todos los elementos estén ajustados.

| Elementos | Reactivos | Productos |
|-----------|-----------|-----------|
| Mn        | 1         | 1         |
| Cl        | 4         | 4         |
| H         | 4         | 4         |
| O         | 2         | 2         |

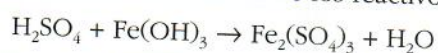
### El método algebraico

El método algebraico utiliza un proceso matemático que consiste en asignar coeficientes a cada uno de los reactivos y productos, luego crear ecuaciones en función de la cantidad de átomos. Al resolverlas, se determinan los valores de los coeficientes.

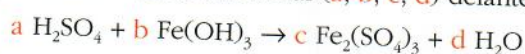
#### EJEMPLO RESUELTO 3

Balancea la ecuación para la reacción entre el ácido sulfúrico y el hidróxido de hierro (III) para obtener sulfato de hierro (III) y agua.

1. Representamos las fórmulas de los reactivos y de los productos.



2. Asignamos un coeficiente literal (**a**, **b**, **c**, **d**) delante de cada fórmula.



3. Planteamos una ecuación por cada uno de los elementos presentes, colocando el coeficiente con la cantidad de átomos del elemento.

|    |                     |
|----|---------------------|
| H  | $2a + 3b = 2d$      |
| S  | $a = 3c$            |
| O  | $4a + 3b = 12c + d$ |
| Fe | $b = 2c$            |

4. Igualamos a 1 cualquiera de los coeficientes.

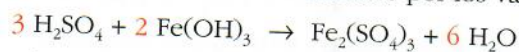
Si asignamos al coeficiente **c** el valor 1 y reemplazamos en las igualdades del paso anterior, entonces:

$$b = 2$$

$$a = 3$$

$$d = 6$$

5. Reemplazamos los coeficientes literales por los valores obtenidos.



6. Comprobamos que con estos coeficientes todos los elementos están ajustados.

| Elementos | Reactivos | Productos |
|-----------|-----------|-----------|
| Fe        | 2         | 2         |
| S         | 3         | 3         |
| O         | 18        | 18        |
| H         | 12        | 12        |

#### EN LA WEB

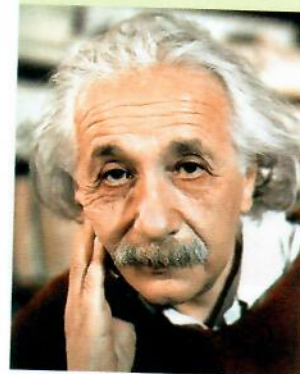
<https://aula.tareasplus.com/Tutor-Expertos-/Ejercicios-de-Balanceo-de-Ecuaciones-Quimicas>

Página que presenta actividades sobre el balance de las ecuaciones químicas.

#### PARA SABER MÁS

La **ley de conservación de la masa** establecida por Antoine Laurent de Lavoisier fue verificada experimentalmente por Hans Heinrich Landolt y Richard Börmstein entre 1893 y 1908.

Sin embargo, la teoría de la relatividad planteada por Albert Einstein refuta esta posición; ya que al considerar la materia y la energía de la misma esencia, varían recíprocamente según la ecuación  $E = m \times c^2$ .





# El balanceo de reacciones redox

## ¿SABÍAS QUE...?

El tejido muscular de muchos animales tiene color rojo debido a la mioglobina, una proteína que contiene hierro. Cuando el tejido muscular muere, se torna de color púrpura, pues pierde oxígeno. Cuando la carne se cocina, el hierro se oxida y se torna color café.



La vitamina C reacciona con el oxígeno y evita que se oxiden las sustancias que están alrededor.

Como los procesos de oxidación y reducción siempre ocurren de manera simultánea, durante la oxidación se pierde el mismo número de electrones que se gana en la reducción.

## El método del número de oxidación

El balanceo de una reacción química nos permite observar la conservación de electrones y de átomos.

Para balancear se consideran los siguientes pasos:

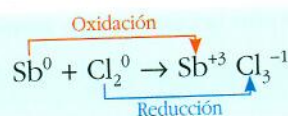
- **Equilibrar los electrones** transferidos entre los agentes oxidantes y los agentes reductores.
- **Igualar los átomos** que no modifican su número de oxidación por el método del tanteo.

En el balanceo de ecuaciones redox con el método del número de oxidación, se consideran los siguientes pasos:

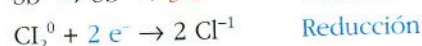
### EJEMPLO RESUELTO 4

Para balancear la siguiente ecuación química:  $\text{Sb} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SbCl}_3$ :

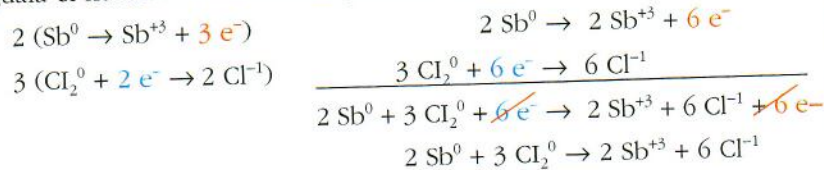
1. Se determina el número de oxidación de cada átomo para identificar el elemento que se oxida y el que se reduce.



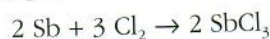
2. Se balancea independientemente la reducción y la oxidación. Primero, se iguala el número de átomos y luego la carga (número de electrones ganados o perdidos).



3. Se iguala el número de electrones ganados o perdidos.



4. Se colocan los coeficientes obtenidos en la ecuación propuesta. Si faltan coeficientes, se completan por tanteo.



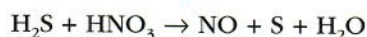
5. Finalmente, se verifica la igualdad entre el número de átomos en los reactivos y en los productos.

| Átomos | En los reactivos | En los productos |
|--------|------------------|------------------|
| Sb     | 2                | 2                |
| Cl     | 3 (2) = 6        | 2 (3) = 6        |

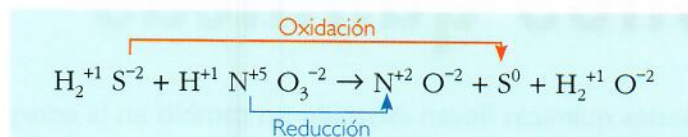


## EJEMPLO RESUELTO 5

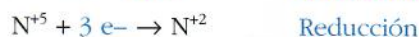
Para balancear la siguiente ecuación química:



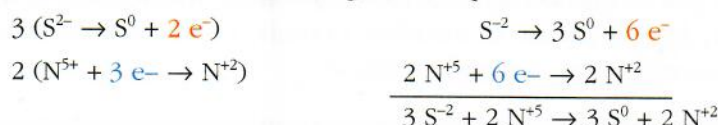
1. Se determina el número de oxidación.



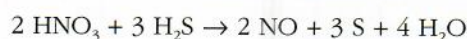
2. Se balancean independientemente las ecuaciones de reducción y de oxidación.



3. Se iguala el número de electrones ganados o perdidos.



4. Se trasladan los coeficientes obtenidos a la ecuación original.



5. Se verifica la igualdad entre el número de reactivos y de productos.

| Átomos | Reactivos     | Productos |
|--------|---------------|-----------|
| H      | 2 + 3 (2) = 8 | 4 (2) = 8 |
| N      | 2             | 2         |
| O      | 2 (3) = 6     | 2 + 4 = 6 |
| S      | 3             | 3         |

## EJEMPLO RESUELTO 6

Verifica si la siguiente reacción química es redox:



1. Se establecen los números de oxidación de los reactivos y de los productos.



2. Se identifican los átomos cuyo número de oxidación ha cambiado.



Por lo tanto, el proceso es redox.

## PARA SABER MÁS

A diario, se emplean diversas sustancias químicas cuya actividad está basada en el principio de oxidación-reducción. Por ejemplo, el gas de cocina, los antisépticos y los desinfectantes, como el yodo, el agua oxigenada, el cloro, el alcohol común y el fenol, tienen oxidantes que actúan destruyendo sustancias fundamentales para las bacterias; la vitamina C presenta propiedades antioxidantes porque reacciona muy rápido con el oxígeno, evitando que otras sustancias que están alrededor se oxiden; cuando los aceites se oxidan, presentan un sabor rancio. Por ello, se incluyen antioxidantes en las margarinas, aceites, quesos y cremas.



Leche con vitaminas A, C y D



Jugo con vitamina C



Cloro

## PARA SABER MÁS

El **óxido de nitrógeno** se produce debido a una reacción redox entre el oxígeno y el nitrógeno durante las tormentas eléctricas.

La inhalación de este gas tiene efectos anestésicos y también diversos efectos negativos en el ambiente.





# La energía de las reacciones químicas

## ¿SABÍAS QUE...?

Cuando la **energía de activación** ( $E_a$ ) es muy grande, es muy difícil que se produzca la reacción.

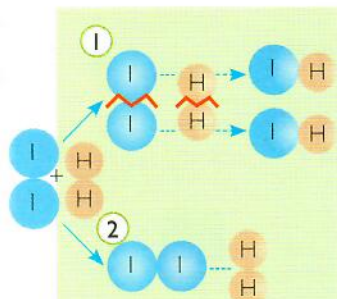
**Energéticamente las reacciones son...**

### Exotérmicas

Son reacciones que desprenden energía  
 $A + B \rightarrow C + \text{Energía}$

### Endotérmicas

Son reacciones que absorben energía  
 $A + B + \text{Energía} \rightarrow C$



Para que se produzca el enlace, es necesario que la orientación de las moléculas sea la adecuada:

- 1 El choque entre moléculas conduce a la formación de productos.
- 2 No se produce un choque eficaz.

Las reacciones químicas llevan asociado un cambio en la energía del sistema reactivo. Esto implica un intercambio energético con el medio.

## El calor de reacción

Cualquier transformación química está asociada con cambios energéticos. La ruptura y la formación de enlaces ocasionan la liberación o la absorción de energía. Según liberen o absorban energía, las reacciones químicas se clasifican en exotérmicas o endotérmicas.

### Reacciones endotérmicas

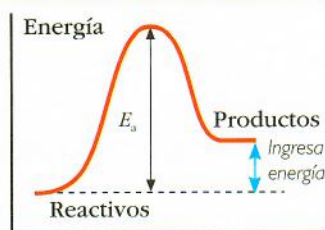
Necesitan un aporte continuo de energía. En ellas, la energía química de los productos supera a la de los reactivos. La transformación consumirá energía del medio.

Por ejemplo, para que ocurran las reacciones químicas de la fotosíntesis, se requiere energía, que es suministrada por la luz solar.

### Reacciones exotérmicas

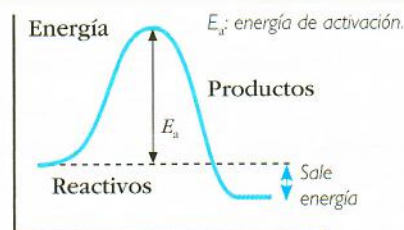
Transfieren energía al medio exterior. En ellas la energía química de los productos es menor que la de los reactivos. La energía se puede desprender como calor, luz o electricidad.

Por ejemplo, en la combustión de una vela, la cantidad de energía térmica y luminosa es muy superior a la que se suministró al principio para iniciarla.



Reacción endotérmica

$$E_{\text{reacc}} = E_p - E_R (+)$$



Reacción exotérmica

$$E_{\text{reacc}} = E_p - E_R (-)$$

## La energía total de un sistema químico

La energía interna de un sistema químico incluye las energías de todos los átomos y moléculas de las sustancias presentadas en él.

Un cambio químico en donde los reactivos se transforman en productos trae consigo un cambio en la energía interna del sistema, ya que hay sustancias que desaparecen y otras que aparecen. Si el cambio químico se hace a presión constante, el cambio de energía incluye no solo la energía interna, sino también el trabajo que se realiza contra el ambiente. Esto se denomina cambio de entalpía.



## La teoría de las colisiones

A través del estudio de los factores que afectan a la velocidad de una reacción química, en 1920, William N. Lewis y Max Trautz propusieron que para que estas tuvieran lugar, las moléculas de los reactivos debían colisionar unas contra otras, pero este choque debía ser eficaz.

La principal condición para que los choques sean eficaces es que las moléculas de los reactivos tengan la energía cinética adecuada, de modo que en el choque se produzca la **ruptura de los enlaces** en las moléculas de los reactivos, y luego la formación de **nuevos enlaces** para generar las moléculas de los productos.

La energía necesaria para que un choque sea efectivo se conoce como **energía de activación**.

## La velocidad de la reacción

La velocidad de la reacción es el cambio en la cantidad o concentración de los reactivos o los productos respecto del tiempo. Hay reacciones lentas, como la corrosión del hierro, en la que, con los meses, aumenta la masa de óxido; y otras mucho más rápidas, como la propagación del fuego en un bosque, donde el combustible se quema velozmente.

La velocidad promedio de una reacción se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Velocidad} = \frac{\Delta \text{Concentración}}{\Delta \text{Tiempo}}$$

Las unidades son moles/segundo, moles/minuto o moles/hora.

Factores que afectan la velocidad de las reacciones

Concentración de los reactivos.

Temperatura de la reacción.

Presencia de los catalizadores.

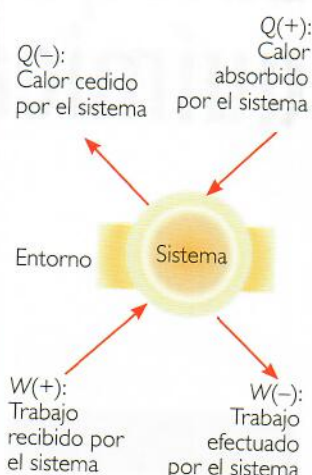
### ¿SABÍAS QUE...?

Las lesiones leves que sufren los deportistas (golpes, contracturas, esguinces, etc.) pueden aliviarse con ayuda de unas "**bolsas de frío**".

Al golpear la bolsa, el hidrato de amonio que contiene se disuelve en el agua, produciendo un enfriamiento brusco de la disolución al ser un proceso endotérmico.

En otros casos, se necesita calor para aliviar los dolores musculares. Las "**bolsas de calor**" contienen cloruro de calcio, anhidro, que, al disolverse en agua, desprende calor.

Un dispositivo semejante se utiliza para obtener café caliente sin calentar con fuego.



Energía en un sistema químico.

### GLOSARIO

**Catalizador:** Sustancia que propicia una reacción química, pero que no se consume en ella.

**Energía cinética (Ec).** Energía que tiene un cuerpo que está en movimiento.

**Trabajo.** Acción de una fuerza sobre un objeto que provoca un desplazamiento y el intercambio de energía al actuar esta fuerza sobre el objeto.



# Estequiometría: cantidades químicas en las reacciones

## GLOSARIO

**Estequiometría.** Parte de la química que estudia la relación entre las cantidades de las sustancias que intervienen en una reacción. Del griego *stoicheion*, que significa 'elemento', y *metron*, 'medida'.

## INFORMACIÓN REGIONAL

### La contaminación en el lago Junín

La importancia de la ley de conservación de la masa va más allá del laboratorio de química. Por ejemplo, si se tiran desperdicios al lago Junín, podríamos pensar que, con el tiempo, desaparecerán. Sin embargo, esto no es así: los residuos pueden hundirse y quedar depositados en el fondo del lago o flotar y llegar hasta una orilla. Pero también es posible que sufran cambios y se transformen en contaminantes de las aguas o en gases tóxicos. Cualquiera sea su suerte, los átomos no se destruyen.



Cuando "leemos" una ecuación química, podemos obtener información sobre el tipo y el número de especies químicas (átomos, moléculas, etc.) que intervienen y también sobre el número de moles que reaccionan y se forman.

## Estequiometría de las reacciones químicas

La ecuación química balanceada nos indica en qué proporción intervienen las sustancias que participan en la reacción. Estas proporciones nos van a permitir resolver todos los problemas relacionados con las cantidades de reactivos y de productos que participan en una reacción química. Las operaciones que permiten calcular las cantidades de cada sustancia se denominan cálculos estequiométricos.

### Los cálculos estequiométricos en masa

Un modo muy común de realizar cálculos estequiométricos es expresar la masa de las sustancias que intervienen en las reacciones.

### EJEMPLO RESUELTO 7

El magnesio reacciona con el oxígeno para formar óxido de magnesio. Disponemos de 8 g de oxígeno. Calcula lo siguiente:

a. ¿Cuántos gramos de magnesio harán falta para reaccionar con todo el oxígeno disponible?

b. ¿Cuántos gramos de óxido de magnesio se obtendrán?

1. Escribimos la ecuación química de la reacción y la balanceamos. A continuación, y debajo de cada sustancia, escribimos los datos.

|                   |   |                  |   |                            |
|-------------------|---|------------------|---|----------------------------|
| 2 Mg              | + | O <sub>2</sub>   | → | 2 MgO                      |
| 2 mol de magnesio |   | 1 mol de oxígeno |   | 2 mol de óxido de magnesio |
|                   |   | 8 g              |   | ?                          |

2. Expresamos en moles la cantidad de las sustancias que intervienen en la reacción. Para ello, debemos conocer la masa molar del O<sub>2</sub>.

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}$$

$$8 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} = 0,25 \text{ mol de O}_2$$

3. Establecemos la proporción en la que reacciona el oxígeno con las sustancias que queremos calcular. Tomamos en cuenta los coeficientes.

- Para calcular la cantidad de MgO:

$$\frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol MgO}} = \frac{0,25 \text{ mol O}_2}{x} \rightarrow x = 0,5 \text{ mol de MgO}$$

- Para calcular la cantidad de Mg que se necesita:

$$\frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol Mg}} = \frac{0,25 \text{ mol O}_2}{x} \rightarrow x = 0,5 \text{ mol de Mg}$$



4. Calculamos la cantidad de cada sustancia en gramos:

a. La masa de magnesio:  $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g/mol}$

$$0,5 \text{ mol Mg} \times \frac{24,3 \text{ g Mg}}{1 \text{ mol Mg}} = 12,15 \text{ g Mg}$$

b. Los gramos de óxido de magnesio:  $M(\text{MgO}) = 40,3 \text{ g/mol}$

$$0,5 \text{ mol MgO} \times \frac{40,3 \text{ g MgO}}{1 \text{ mol MgO}} = 20,15 \text{ g de MgO}$$

## Los reactivos en exceso y los reactivos limitantes

En las reacciones químicas, podemos encontrar presentes al reactivo en exceso y al reactivo limitante. El reactivo que se encuentra en **mayor proporción** es el **reactivo en exceso** y no llega a reaccionar completamente. El reactivo que se encuentra en **menor proporción** con respecto a la proporción estequiométrica es el **reactivo limitante** y se consume primero. Para hallar el reactivo limitante, se calcula el número de moles de cada reactivo, luego se divide entre la cantidad estequiométrica indicada en la reacción. El que tenga menor cociente será el reactivo limitante. Los cálculos estequiométricos siempre se realizan tomando como referencia el reactivo limitante, que al consumirse completamente impide que la reacción química siga ocurriendo.

### EJEMPLO RESUELTO 8

En un recipiente se introducen 5 g de gas hidrógeno y otros 30 g de gas nitrógeno, y se ponen en condiciones de reaccionar para dar amoníaco. Determina cuál es el reactivo limitante.

- Representamos la ecuación química balanceada de la reacción.
- Escribimos los datos de que disponemos.

|                    |   |                    |               |                   |
|--------------------|---|--------------------|---------------|-------------------|
| $3 \text{ H}_2$    | + | $\text{N}_2$       | $\rightarrow$ | $2 \text{ NH}_3$  |
| 3 mol de hidrógeno |   | 1 mol de nitrógeno |               | 2 mol de amoníaco |
| 5 g                |   | 30 g               |               |                   |

- Expresamos, en mol, la cantidad de las sustancias que intervienen. Para conocer la masa molar del hidrógeno y del nitrógeno, nos apoyamos en la tabla periódica.

$$M(\text{H}_2) = 2 \times 1 = 2 \text{ g/mol} \rightarrow \frac{5 \text{ g de H}_2}{2 \text{ g de H}_2} \times (1 \text{ mol de H}_2) = 2,5 \text{ mol de H}_2$$

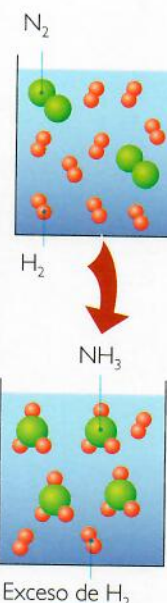
$$M(\text{N}_2) = 2 \times 14 = 28 \text{ g/mol} \rightarrow \frac{30 \text{ g de N}_2}{28 \text{ g de N}_2} \times (1 \text{ mol de N}_2) = 1,07 \text{ mol de N}_2$$

Dado que se introducen cantidades concretas de los dos reactivos, debemos sospechar que uno de ellos actúa como reactivo limitante. Partimos de la cantidad de uno de ellos y calculamos la cantidad que haría falta del otro para reaccionar con él.

- Obtenemos la cantidad, en mol, de cualquier otra sustancia de la reacción utilizando la proporción que indican los coeficientes estequiométricos de ambas.

$$2,5 \text{ mol de H}_2 \times \frac{1 \text{ mol de N}_2}{3 \text{ mol de H}_2} = 0,83 \text{ mol de N}_2$$

Como la cantidad de  $\text{N}_2$  presente (1,07 mol) es mayor que la que se necesita para reaccionar con la cantidad de  $\text{H}_2$  presente, el reactivo limitante es el  $\text{H}_2$ , y de él dependen las cantidades de todas las sustancias que se obtienen.



Reactivo limitante y reactivo excedente

### EN LA WEB

<http://www.eis.uva.es/~qgintro/esteq/esteq.html>

Página que presenta información sobre ejercicios acerca de estequiometría.



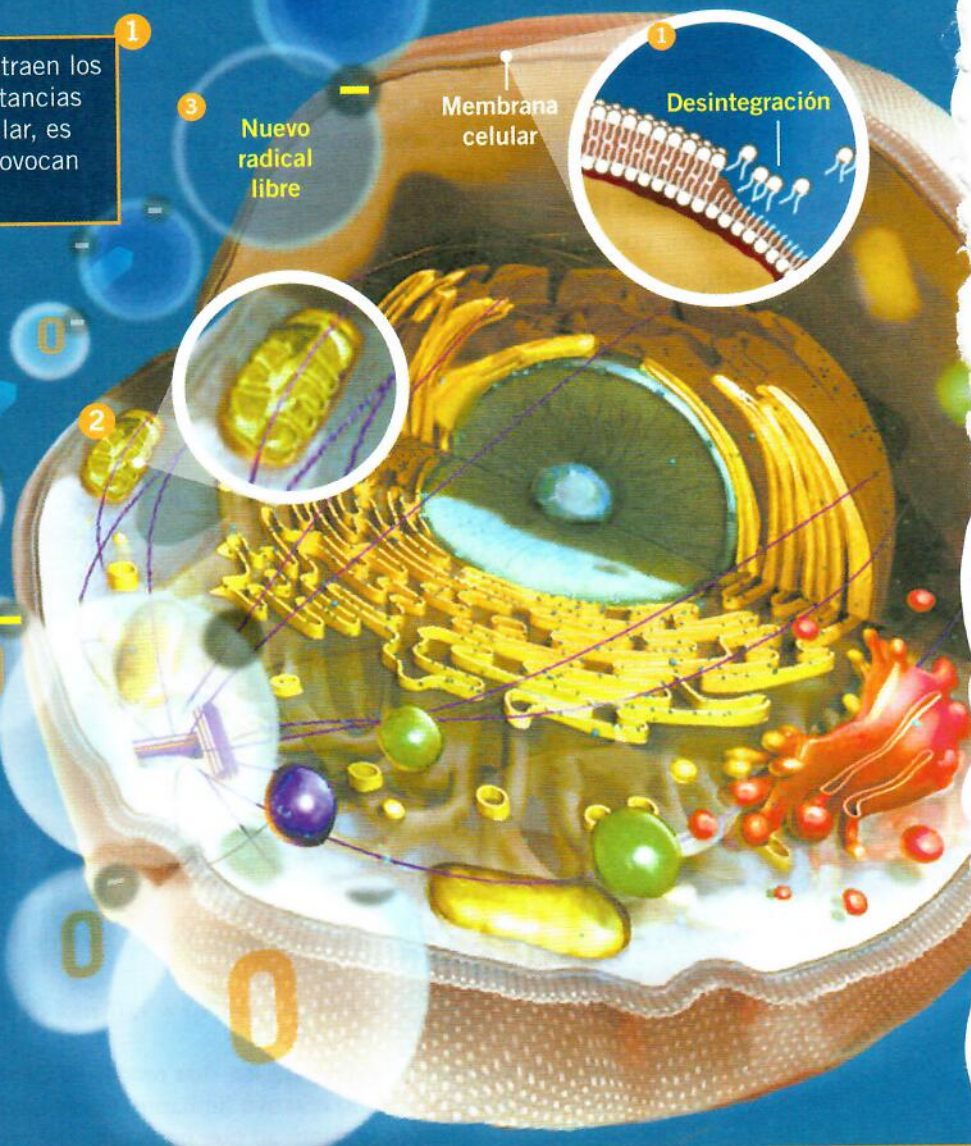
# CUANDO LOS RADICALES ATACAN

Los radicales libres son moléculas que tienen un electrón libre en su último nivel. Esto los hace muy reactivos, puesto que deben completar su par en ese nivel. Los radicales libres más comunes son  $O_2$ ,  $Cl$ ,  $Br$ ,  $H$ ,  $CH_3$ .

1 Los radicales libres atraen los electrones de las sustancias de la membrana celular, es decir, los oxidan y provocan su desintegración.

2 La respiración celular es un proceso biológico que se lleva a cabo en la mitocondria. Las reacciones químicas que se producen generan radicales libres.

3 La pérdida de un electrón genera un nuevo radical libre, lo que produce una reacción en cadena. Cuando esto pasa, el contenido celular se altera y la célula muere.



## Como me ves te verás....



Desde el inicio de la vida la oxidación forma parte de nuestro funcionamiento celular.



Cuando somos pequeños, algunas células se oxidan y mueren muy rápido.



Las células que mueren activan la reproducción y el crecimiento de las células vivas.





Los antioxidantes o agentes reductores son sustancias que neutralizan la acción de los radicales libres porque son donadores de electrones.

Al donar sus electrones, los antioxidantes se oxidan y neutralizan el efecto de los radicales libres frenando la reacción en cadena.

Molécula estable

Una vez que el antioxidante donó su electrón, la molécula se inactiva.



Los radicales libres son sustancias que aceleran el envejecimiento celular porque dañan la membrana de las células.

Los radicales libres se producen también por:



El hábito de fumar



Exposición prolongada a radiación solar



Grasas de origen animal



Consumo excesivo de sal



Los antioxidantes son sustancias que neutralizan la oxidación. Nuestro cuerpo los produce, pero también se pueden consumir en alimentos naturales y en algunos a los que de manera artificial se le adicionan.



Vegetales



Frutas



Cereales integrales



Té verde



En el adulto, las células se regeneran con menor velocidad.



A partir de los 45 o 50 años la piel comienza a arrugarse y a endurecerse.



En la vejez, la oxidación celular se incrementa y las células mueren.

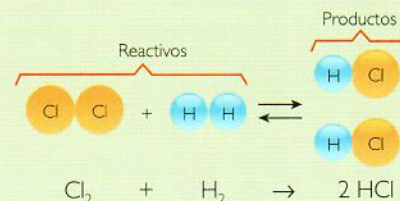


# Resumen

## Ideas principales

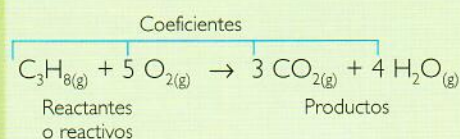
Son cambios o transformaciones en las que una o más sustancias iniciales, llamadas reactantes, originan nuevas sustancias llamadas productos. Se puede explicar con la teoría de las colisiones.

Una reacción química se rige mediante la ley de Lavoisier o la ley de la conservación de la masa.



La ecuación química es la representación simbólica de una reacción química.

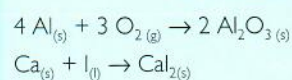
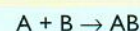
Las reacciones se balancean con coeficientes que equilibran el número de átomos de cada elemento en reactivos y productos.



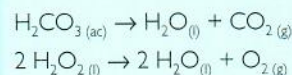
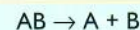
## LAS REACCIONES QUÍMICAS

### Tipo de reacciones

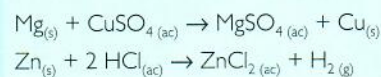
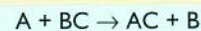
- Síntesis



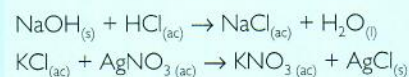
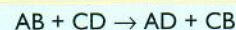
- Descomposición



- Desplazamiento simple



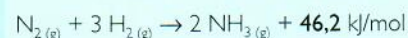
- Desplazamiento doble



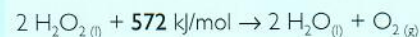
Según la cantidad de energía, pueden ser:

- Exotérmicas
- Endotérmicas

**Exotérmicas**



**Endotérmicas**

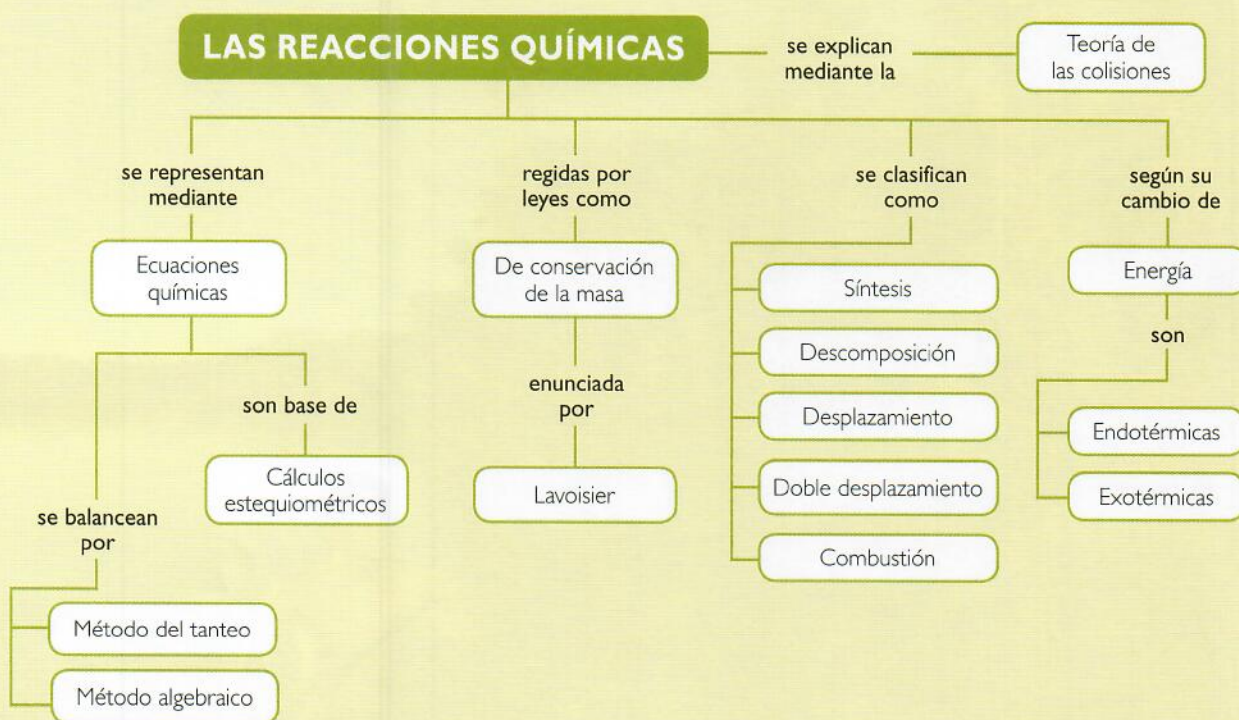


### Estequiometría

Establece las proporciones de las sustancias en las reacciones. Estas proporciones se cumplen a escalas molecular y molar.



## Organizador visual: mapa conceptual



### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En las siguientes fuentes, encontrarás información acerca de los procesos geológicos de la Tierra, los ciclos biogeoquímicos, los recursos energéticos y los problemas ambientales, que reforzarán lo aprendido.

- *La Biblia de la Física y Química*. (2010). Barcelona, España: Lexus editores.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (s.f.). *Proyecto Biósfera*. Recuperado de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35\\_las\\_reacciones\\_quimicas/curso/](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35_las_reacciones_quimicas/curso/)
- Muñoz, J. (2013). *Proyecto Descartes*. Recuperado de [http://proyectodescartes.org/EDAD/materiales\\_didacticos/EDAD\\_3eso\\_reacciones\\_quimicas\\_1-JS/index.htm](http://proyectodescartes.org/EDAD/materiales_didacticos/EDAD_3eso_reacciones_quimicas_1-JS/index.htm)

#### Para ampliar

Jay Dubin y Robert Heath (Dirc., 1994). *El mundo de Beakman*, episodio 38, Estados Unidos. En: <https://www.youtube.com/watch?v=2e31MOq5Xpw>

Este programa educativo de televisión muestra a Beakman, un científico excéntrico que hace experimentos cómicos y demostraciones, para ilustrar los conceptos básicos de la ciencia.

En este episodio (min 1:50), Beakman explica cómo se producen las reacciones químicas y hace diversas demostraciones donde claramente se observan los cambios químicos como presencia de gases, cambios de color, etc.





#### IDEAS CLAVE

- La química del carbono
- Los estados naturales del carbono
- Las cadenas carbonadas
- Las propiedades de los compuestos orgánicos
- Las funciones orgánicas
- Los hidrocarburos
- Los compuestos oxigenados
- Los compuestos nitrogenados
- La isomería molecular
- Los polímeros y los biopolímeros
- Los microorganismos



## 7

# La química orgánica

## LEEMOS

### El ladrillo de la vida: el átomo de carbono

Toda la materia viva está basada en compuestos de carbono, que son el objeto de estudio de la química orgánica. En los compuestos orgánicos intervienen muy pocos elementos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y algunos otros en menor proporción. Sin embargo, y debido a las múltiples cadenas de carbono que pueden formarse, el número de compuestos orgánicos diferentes es muy grande: varios millones. Los compuestos orgánicos son las sustancias derivadas del carbono. Se encuentran fundamentalmente en los seres vivos, de ahí que se les llame compuestos orgánicos. Nuestro organismo está formado esencialmente por compuestos de carbono, como las proteínas, los glúcidos, las grasas o las vitaminas. Pero, además, los encontramos en la mayoría de los materiales que nos rodean: plásticos, maderas, papel, medicinas, fibras sintéticas, colorantes, cosméticos, insecticidas, etc.

Sin duda, el desarrollo de la química orgánica ha mejorado algunos aspectos de la calidad de vida de la humanidad; sin embargo, es claro que procesos como la quema indiscriminada de combustibles, la industria de plásticos y el desarrollo de nuevos materiales ha fomentado el incremento de los gases de efecto invernadero y deteriorado drásticamente el equilibrio de los ecosistemas.

*¿Cómo se puede identificar la presencia de carbono en los seres vivos? ¿Qué otros elementos suelen combinarse con el átomo de carbono en las sustancias orgánicas? ¿Qué industrias emplean principalmente materias primas basadas en carbono?*

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al concluir esta unidad, podrás distinguir las propiedades del átomo de carbono que permiten la formación de una amplia gama de moléculas de tipo orgánico. También lograrás identificar, caracterizar y nombrar compuestos químicos orgánicos de acuerdo con los grupos funcionales presentes en ellos y reconocer sus múltiples aplicaciones en el campo de la ingeniería y la tecnología. Además, serás capaz de comprender cómo están conformadas las moléculas orgánicas.

Hombre remando  
su canoa de madera,  
en Madre de Dios

Shutterstock



## Introducción a la unidad

La química del carbono estudia los compuestos naturales o sintéticos que contienen, principalmente, átomos de carbono e hidrógeno en su estructura molecular, formando una variedad de cadenas carbonadas. Estas se ven modificadas al incorporar, en menor proporción, átomos de otros elementos químicos, formándose sustancias orgánicas como los alcoholes y cetonas.

En esta unidad también estudiaremos a los polímeros, que son la materia prima para la fabricación de diversas sustancias; además, a las macromoléculas, como carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Asimismo, te informará por qué el átomo de carbono es tan especial y conocerás la cantidad de productos que usamos a diario y que contienen este elemento.

# Los compuestos orgánicos

La química orgánica es la parte de la química que estudia a los compuestos carbonados.

## La química del carbono

La química del carbono es la química de los seres vivos, también conocida como química orgánica, porque estudia la mayoría de los procesos químicos que intervienen en los organismos.

La química de los compuestos de carbono estudia la composición de azúcares, grasas, proteínas y otros constituyentes esenciales de los seres vivos; pero también abarca el estudio de materiales básicos para la industria, tales como los plásticos, fibras textiles, barnices, combustibles fósiles, conservantes para alimentos, etc.

El carbono, junto con el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y otros pocos elementos, es capaz de formar más de siete millones de compuestos. Esto se debe a que el átomo de carbono puede formar enlaces covalentes simples, dobles o triples, consigo mismo o con otros elementos de la tabla periódica, dando origen a una serie infinita de combinaciones.

## Los compuestos orgánicos

Los compuestos orgánicos están formados por una cadena de átomos de carbono unidos por enlaces covalentes simples, dobles o triples. Dicha cadena puede ser lineal o ramificada, abierta o cíclica. La estructura se completa con otros átomos, como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, elementos halógenos y otros, formando una gran variedad de sustancias.

La química del carbono es el fundamento de los estudios básicos de botánica, zoología, microbiología, nutrición, ciencias agrícolas, odontología, biología y medicina.



© Santillana S.A.

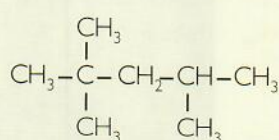


## Las características de los compuestos orgánicos

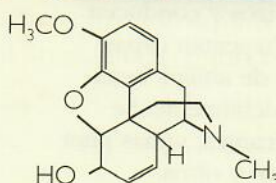
- Son muy **complejos** y tienen muchos átomos en comparación con los compuestos inorgánicos. Algunos aceites orgánicos, hormonas y componentes de los combustibles fósiles son compuestos formados por diversas cadenas, largas y ramificadas, de átomos de carbono.
- Sus átomos de **carbono** se unen a átomos de hidrógeno para completar su estructura molecular. El metano, llamado también gas natural, es uno de los compuestos orgánicos más simples y está formado solo por un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno.
- **Están conformados por cadenas lineales, ramificadas o cíclicas.** Los combustibles y los ácidos grasos están constituidos por cadenas lineales, mientras que los compuestos aromáticos y los alcaloides, por cadenas cíclicas.
- Sus átomos están unidos por **enlaces covalentes** simples, dobles o triples, formando moléculas entre las que existen interacciones de distinto tipo. Cuando forman sales con los cationes metálicos, el enlace es iónico.
- Generan **reacciones de combustión** fuertemente **exotérmicas**, como en el caso de los combustibles fósiles, para producir energía en forma de calor.
- Cuando se combinan presentan **mecanismos de reacción complejos** y diversas velocidades de reacción, algunas de una sola etapa y otras con muchas reacciones consecutivas.
- La capacidad del átomo de carbono de autosaturarse permite la formación una serie de cadenas carbonadas de diferentes tamaños y formas y con ello la síntesis de una gran diversidad de compuestos orgánicos

### GLOSARIO

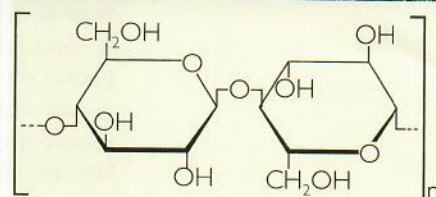
**Alcaloide.** Compuesto nitrogenado que actúa sobre el sistema nervioso central.



2,2,4-trimetilpentano, presente en la gasolina



Codeína, alcaloide presente en la formulación de los jarabes contra la tos



Celulosa, polisacárido que forma parte de las plantas

### ¿SABÍAS QUE...?

Algunos **ejemplos de productos derivados de compuestos orgánicos** son el papel, las telas de algodón, los combustibles (petróleo, diésel, carbón), los antibióticos (como la penicilina) y las vitaminas.

Asimismo, algunos compuestos orgánicos sintetizados artificialmente son los plásticos, los detergentes, los pesticidas, los colorantes y algunas fibras de polímeros.





# Los estados naturales del carbono

El elemento carbono puede encontrarse en la naturaleza en estado libre o combinado con otros elementos, como hidrógeno, oxígeno, azufre, nitrógeno y halógenos.

## El estado libre

En este estado, los átomos de carbono unidos entre sí forman estructuras sólidas, sin que medie ninguna transformación química. Se presentan dos formas características:

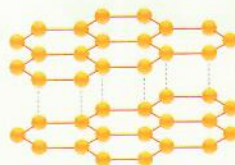
- **La cristalina o alotrópica.** Los átomos de carbono se organizan formando capas con estructuras geométricas definidas, como el diamante, el grafito y los fullerenos (C-60, C-70).
- **La amorfa.** Agrupamiento de átomos con muchas impurezas minerales, como el carbón mineral; es decir, la antracita, la hulla y el lignito.

## Las variedades del carbono en la naturaleza

El carbono en la naturaleza se presenta en diversas formas. En estado puro puede ser **grafito**, **diamante** y **fullereno**; y como mezcla, en los **carbonos naturales**.

### Grafitos

Son las formas más estables del elemento carbono. Son blandos, negros, resbaladizos y conducen la electricidad. Presentan capas planas en forma de anillos hexagonales unidos débilmente. Se usan como lubricantes, minas para lápices, electrodos y otros.



Red hexagonal



Grafito

### Diamantes

Son algunas de las sustancias más duras que se conocen. Sus átomos de carbono se distribuyen en una red tetraédrica que permite enlaces muy fuertes. Son transparentes y no conducen la electricidad. No solo son piedras preciosas, también se utilizan en muchas herramientas.



Red cúbica



DIOMEDIA

© Santillana S.A.



### Carbones naturales

Resultan de la descomposición lenta de vegetales sepultados en antiguas épocas geológicas. Por efecto de la presión, el calor y los microorganismos, han sufrido la pérdida progresiva de oxígeno y de hidrógeno. Estas variedades de carbón pueden ser antracita, hulla, lignito o turba.



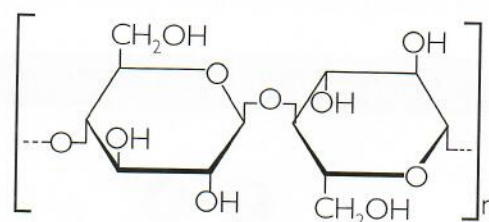
| Carbones                 | Porcentajes de carbono | Usos                                         |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------------------|
| Antracita                | 90% a 96%              | Industrial.                                  |
| Hulla o carbón de piedra | 70% a 90%              | Obtención de benceno, naftalinas y anilinas. |
| Lignito                  | 70%                    | Combustible de centrales térmicas.           |
| Turba                    | 50%                    | Jardinería.                                  |

En el norte de nuestro país, existen minas de antracita, hulla semibituminosa y de grafito.

### El estado combinado

En este estado, los átomos de carbono están combinados con distintos elementos. Dentro de este estado se encuentran los siguientes compuestos:

- **Los hidrocarburos.** Formados por la combinación de carbono e hidrógeno. Entre estos se encuentran la gasolina, el gas propano, el kerosene, el gasoil y los lubricantes.
- **Los alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos y sus distintos derivados.** Son compuestos de carbono combinado con hidrógeno y oxígeno.
- **Las aminas, amidas y nitrilos.** Son compuestos en los que está presente el nitrógeno, tal es el caso de los colorantes y los abonos.
- **Los haluros y mercaptanos.** Son compuestos de carbono combinado con halógenos y azufre, tales como los refrigerantes y los detergentes.
- **Compuestos inorgánicos.** Como los carbonatos y los sulfuros de carbono.



Celulosa, polisacárido que forma parte de las plantas

### ¿SABÍAS QUE...?

La Nasa ha encontrado **fullereno**, el tercer alótropo del carbono, en el espacio. El fullereno es más estable que el diamante y el grafito.

Este descubrimiento mereció el Premio Nobel de Química a Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley en 1996.



Fullereno



# La capacidad de enlace del carbono

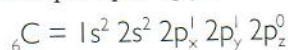
Los átomos de carbono tienen la posibilidad de unirse entre sí por medio de enlaces covalentes, dando lugar a cadenas carbonadas que construyen el armazón de una gran variedad de compuestos.

## Las propiedades del carbono

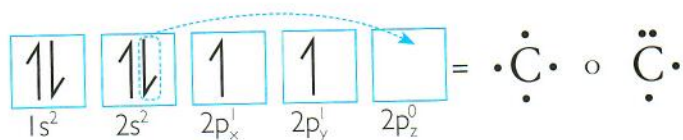
El átomo de carbono tiene tres propiedades fundamentales: **tetravalencia**, **autosaturación** e **hibridación**.

### La tetravalencia

La configuración electrónica fundamental del átomo de carbono es  $1s^2 2s^2 2p^2$ . Sus dos primeros electrones ocupan el primer nivel, con sus espines apareados  $1s^2$ , y los cuatro restantes ocupan el segundo nivel: 2 electrones en orbitales  $s$  con espines apareados  $2s^2$  y 2 electrones en orbitales  $p$  con espines desapareados  $2p^2$ :  $2p_x^1 2p_y^1$ .



Pero ocurre un salto electrónico según:

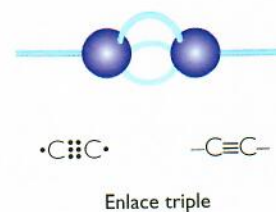
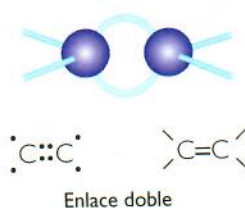
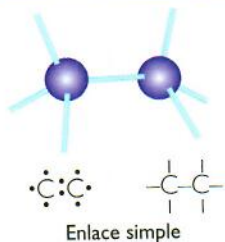


El átomo de carbono debería formar solo dos enlaces covalentes y comportarse como divalente; sin embargo, es **tetravalente**. Esta capacidad para formar cuatro enlaces covalentes se explica por el fenómeno de la **hibridación**; que se presenta, solamente, en la formación de compuestos orgánicos.

### La autosaturación

El carbono tiene la **capacidad** de autosaturación, es decir, **de unirse a otros átomos de carbono**, y lo hace mediante enlaces simples, dobles o triples. Estos enlaces se diferencian por su fuerza y su geometría:

### Tipos de enlaces de carbono





## La hibridación

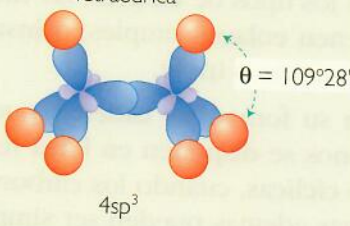
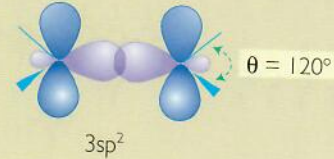
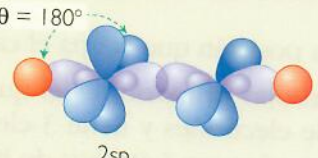
Cuando el átomo de carbono se une a otros átomos, sean de carbono o de otro elemento, ocurre un **reordenamiento de los electrones** de su estructura. Este fenómeno va aunado a la combinación de orbitales atómicos a lo que llamamos **hibridación**. Esto implica cambios en la energía de la molécula y en la forma de sus orbitales.

La hibridación puede ocurrir de varias formas, según el orbital *s* se combine con tres, dos o uno de los orbitales *p*. Se producen así orbitales híbridos tipo  $sp^3$ ,  $sp^2$  y  $sp$ , respectivamente.

### EN LA WEB

[http://gc.initelabs.com/recursos/files/r147r/w6184w/U1eg\\_2.swf](http://gc.initelabs.com/recursos/files/r147r/w6184w/U1eg_2.swf)

Página que presenta información sobre las propiedades del átomo de carbono.

| Clases de hibridación |                                                                                           |                                                                                             |                                                                                                                               |                                                                                                 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipos                 | Orbitales s                                                                               | Orbitales p                                                                                 | Geometría                                                                                                                     | Tipo de enlace                                                                                  |
| $sp^3$                | <br>1s   | + <br>3p   | <br>Tetraédrica<br>$\theta = 109^\circ 28'$ | <br>Simple   |
| $sp^2$                | <br>1s  | + <br>2p  | <br>Triangular<br>$\theta = 120^\circ$     | <br>Doble   |
| $sp$                  | <br>1s | + <br>1p | <br>Lineal<br>$\theta = 180^\circ$         | <br>Triple |

### PARA SABER MÁS

El carbono sometido a condiciones específicas permite la formación de subproductos que son empleados a nivel doméstico e industrial. Se caracterizan por ser sólidos amorfos. Entre ellos tenemos:

- Carbón vegetal. Se obtiene cuando la madera se calienta a altas temperaturas en ausencia de aire.
- Carbón animal. Se obtiene por destilación seca de los huesos de los animales.
- Hollín. Se produce por combustión incompleta (cantidad limitada de oxígeno) de hidrocarburos. Se usa en la industria de los neumáticos, como pigmento para tinta negra.
- Coque. Se obtiene por destilación seca de la hulla. Es un buen agente reductor; por lo cual se usa en ciertas operaciones metalúrgicas.

Carbón mineral





# Las cadenas carbonadas

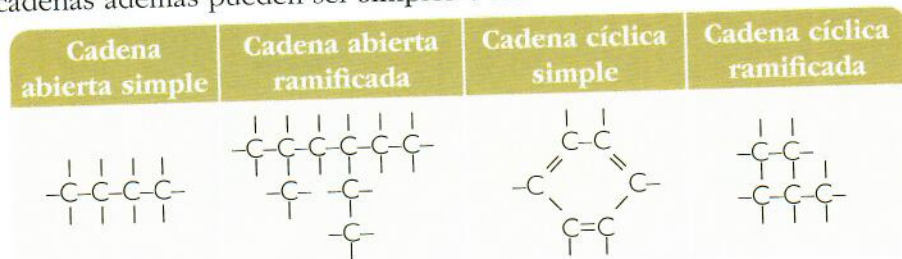
Los átomos de carbono tienen la capacidad de enlazarse entre sí mismos. Por ello, forman una enorme cantidad de compuestos orgánicos.

## Las clases de cadenas carbonadas

Las cadenas pueden tener desde dos hasta varios centenares de átomos de carbono unidos mediante enlaces simples, dobles o triples en distintas posiciones de la cadena.

Según los tipos de enlaces, las cadenas pueden ser **saturadas**, cuando solo contienen enlaces simples, o **insaturadas**, cuando presentan al menos un enlace doble o triple.

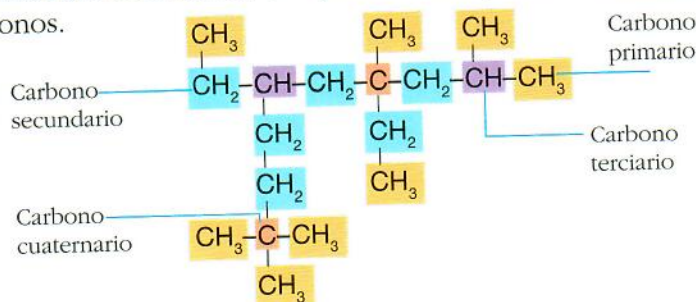
Según su forma, las cadenas pueden ser **abiertas** o **lineales**, cuando los carbonos se disponen en línea recta uno a continuación del otro, o **cerradas** o **cíclicas**, cuando los carbonos se unen entre sí formando anillos. Las cadenas además pueden ser **simples** o **ramificadas**.



## Las clases de carbono

Según la posición que ocupa el carbono en la cadena carbonada, puede ser:

- **El carbono primario.** Es el que está unido a otro carbono mediante un par de electrones y tiene 3 electrones para compartir con otros átomos, que pueden ser 3 átomos de hidrógeno.
- **El carbono secundario.** Está unido a 2 átomos de carbono mediante dos pares de electrones y tiene 2 electrones para compartir con otros átomos, que pueden ser 2 átomos de hidrógeno.
- **El carbono terciario.** Está unido a 3 átomos de carbono mediante tres pares de electrones y tiene un electrón para compartir con otros átomos, que puede ser un átomo de hidrógeno.
- **El carbono cuaternario.** Comparte cuatro pares de electrones con otros carbonos.



### PARA SABER MÁS

Los **fullerenos** son la forma más estable del carbono, después del diamante y del grafito. Fueron descubiertos recientemente y se hicieron muy famosos tanto por su belleza estructural como por su versatilidad para la síntesis de compuestos. Están formados por átomos de carbono de estructura tubular-hexagonal microscópica. Se encuentran en el petróleo y pueden producirse artificialmente. Recientes estudios sugieren que por su capacidad emisora de electrones, se pueden usar en la fabricación de microchips y pantallas de televisión ultraplanas.



Nanotubo de carbono



## Las fórmulas químicas orgánicas

Los compuestos orgánicos se representan utilizando varios tipos de fórmulas para representar sus moléculas:

- **La fórmula global.** Indica el número total de átomos de cada uno de los elementos que constituyen la molécula de un compuesto. También se conoce como **fórmula empírica, mínima o condensada**.

Por ejemplo:



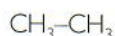
Etano



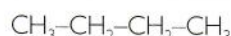
Butano

- **La fórmula semidesarrollada.** Indica la disposición y la naturaleza de los átomos que forman la molécula.

Por ejemplo:



Etano



Butano

- **La fórmula funcional.** Muestra el grupo funcional del compuesto.

Por ejemplo:



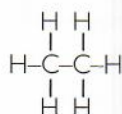
Etanol



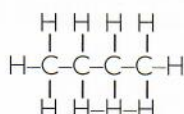
Ácido acético

- **La fórmula desarrollada.** Grafica el esqueleto de la molécula, es decir, la forma como se distribuyen los átomos y sus enlaces. También se la conoce como **fórmula estructural**.

Por ejemplo:



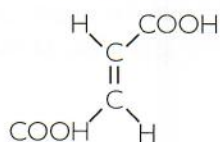
Etano



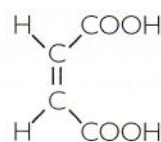
Butano

- **La fórmula espacial.** Representa la posición relativa de los átomos situados en el espacio tridimensionalmente. También se la conoce como **fórmula estereoquímica**.

Por ejemplo, las fórmulas espaciales del ácido fumárico y ácido maleico presentan la misma fórmula molecular, pero se diferencian en la disposición espacial de los grupos carboxilos ( $-\text{COOH}$ ).



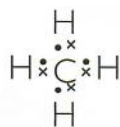
Ácido fumárico



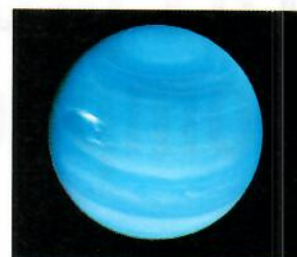
Ácido maleico

- **La fórmula electrónica.** Indica el carácter electrónico de los átomos en la molécula, o si la unión entre ellos es iónica o covalente.

Por ejemplo:



Metano

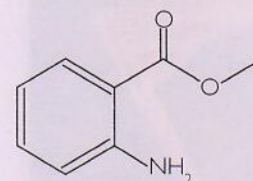


La atmósfera de Neptuno contiene grandes cantidades de metano ( $\text{CH}_4$ ), el más simple de los hidrocarburos.

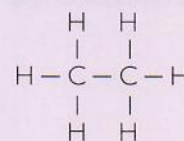
### La fórmula química del 2-aminobenzoato de metilo

Global:  $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$

Semidesarrollada:



Estructural:





# Las propiedades de los compuestos orgánicos

A pesar de la gran variedad de compuestos orgánicos, estos presentan muchas propiedades en común.

## Las propiedades de los compuestos carbonados

### La combustibilidad

Los compuestos orgánicos arden, produciendo dióxido y monóxido de carbono, carbón, agua y gran cantidad de energía. Por ejemplo, la combustión del propano. En la combustión completa se genera, solamente, dióxido de carbono y agua, según la siguiente reacción:



### Los bajos puntos de fusión y ebullición

Los puntos de fusión y de ebullición de los compuestos orgánicos son bajos en comparación con los de los inorgánicos. Por ejemplo:

| Sustancias orgánicas | Puntos de fusión (°C) | Sustancias inorgánicas | Puntos de fusión (°C) |
|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Naftalina            | 80                    | Cloruro de sodio       | 800                   |
| Urea                 | 132                   | Hidróxido de sodio     | 318                   |
| Ácido cítrico        | 153                   | Cobre                  | 1083                  |
| Sacarosa             | 160                   | Carbonato de calcio    | 1339                  |

### La baja densidad

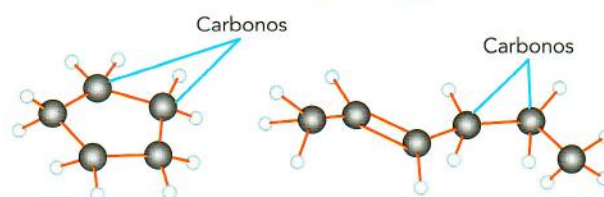
Muchos compuestos orgánicos, como el aceite, tienen menor densidad que el agua, por lo que flotan sobre ella.

### La solubilidad

Muchos compuestos orgánicos son **insolubles en agua**, pero **solubles en disolventes orgánicos** (no polares), como la gasolina, la bencina, el éter, el tetracloruro de carbono y la acetona.

### La covalencia

El carbono tiene la capacidad de unirse mediante enlaces covalentes con otros átomos de carbono y, al mismo tiempo, con otros elementos, formando grandes **cadenas** y **anillos** de diversas formas.



#### EN LA WEB

<http://www.fullquimica.com/2012/08/propiedades-de-los-compuestos-organicos.html>

Página que presenta información sobre las propiedades de los compuestos orgánicos.



El aceite es insoluble en agua.



## La conductividad

Debido a que el enlace de sus moléculas es covalente, las soluciones de la mayoría de compuestos orgánicos no se **ionizan** y, por lo tanto, no conducen la corriente eléctrica.



La sacarosa no funciona como electrolito.

## La masa molecular elevada

Muchas moléculas orgánicas, debido a que son complejas, presentan alta masa molecular. Es el caso de los plásticos, carbohidratos, ácidos nucleicos, grasas, vitaminas, hormonas y otros. Por ejemplo, la masa molecular de una proteína oscila entre 12 000 y 100 000 uma, mientras que un compuesto inorgánico típico, como el ácido sulfúrico, tiene una masa molecular de solo 98 uma.



Las proteínas tienen alta masa molecular en comparación con el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

### EN LA BIBLIOTECA

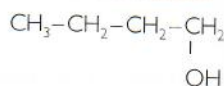
Para conocer más sobre el tema de isomería, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

## El alto número de compuestos

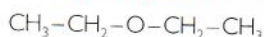
El carbono, junto con el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y otros pocos elementos, es capaz de formar más de 7 millones de compuestos. Esto se debe a que el carbono es el único elemento que puede unirse con otros átomos de carbono para formar grandes **cadenas** hasta con miles de átomos.



Alcohol butílico



Éter dietílico



El alcohol butílico y el éter dietílico son isómeros funcionales.

## La isomería

La isomería es una propiedad característica de los compuestos orgánicos. Consiste en que varios compuestos con la misma composición química (misma fórmula global) tienen distintas estructuras moleculares y propiedades.



# Las funciones orgánicas

Los compuestos de comportamiento químico semejante se agrupan en funciones, ya que comparten un mismo grupo funcional.

## Los hidrocarburos

Los hidrocarburos son los compuestos orgánicos más simples, están formados exclusivamente por carbono e hidrógeno.

### Hidrocarburos alifáticos

#### Alcanos

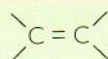


Propano

(Presente en el combustible doméstico)



#### Alquenos

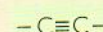


Eteno

(Causante de la formación de plásticos)



#### Alquinos

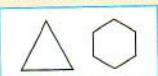


Etino

(Conocido como acetileno)



#### Cicloalcanos o nafténicos



Ciclohexano

(Componente de la gasolina)



#### Cicloalquenos



Ciclopropeno

Disolvente



#### Cicloalquinos



Ciclooctino

Productos intermedios de reacciones muy inestables y casi inexistentes.



### Hidrocarburos aromáticos

#### Monocíclicos



Benceno

(Sus derivados actúan como principios activos en las medicinas)



#### Policíclicos



Naftaleno

(Repelente de polillas)



## El grupo funcional

El grupo funcional es un átomo o grupo de átomos con una disposición característica que permite determinado comportamiento químico. Por ejemplo, los alcoholes, como el metanol, el etanol o el propanol, reaccionan de igual manera frente a los ácidos carboxílicos, formando un tipo de compuesto llamado éster, a pesar de diferir en el número de carbonos e hidrógenos.



## Compuestos oxigenados

## Alcoholes



Etanol

Presente en bebidas  
alcohólicas.



## Fenoles



2,4-diclorofenol  
Alquitrán, turba y  
tratamiento de  
la madera.



## Aldehídos



Metanal

Champú y cosméticos



## Cetonas



Propanona

Acetona



## Ácidos carboxílicos



Ácido etanoico

Vinagre



## Éteres

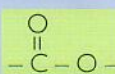


Dietiléter

Pegamento



## Ésteres



Etanoato de pentilo

Aroma de plátano



Grupo funcional

## EN LA WEB

[http://gc.initelabs.com/  
recursos/files/r147r/  
w4872w/u9eg\\_f3b.swf](http://gc.initelabs.com/recursos/files/r147r/w4872w/u9eg_f3b.swf)

Página con actividades  
para el reconocimiento de  
grupos funcionales.

## Compuestos nitrogenados

## Aminas

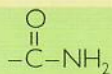


Metilamina

Causante del olor a  
putrefacción



## Amidas



Diamida  
(Urea)



## Nitrilos



Etanonitrilo  
(Fungicidas)



## ¿SABÍAS QUE...?

La mayoría de los compuestos orgánicos creados por el ser humano no pueden ser degradados por los organismos descomponedores, porque estos no tienen las enzimas que requieren para hacerlo. Los principales tipos de productos no biodegradables son los plásticos, los aceites, las grasas, los hidrocarburos, los fenoles y los clorofenoles. Los plásticos constituyen el 20% del volumen de la basura en los vertederos urbanos. Las grasas y los aceites son difíciles de metabolizar por las bacterias y forman películas sobre el agua y el suelo que perjudican a los seres vivos. Los fenoles y los clorofenoles son comunes en los desechos industriales. Al acumularse en el agua, dañan su calidad, producen malos olores y la hacen no apta para el consumo humano y animal.



# Los hidrocarburos: alcanos

Se denomina hidrocarburo a todo aquel compuesto orgánico que contiene únicamente átomos de hidrógeno (hidro-) y carbono (-carburo).

## La clasificación de los hidrocarburos

Los hidrocarburos son los compuestos orgánicos más sencillos, constituyen la función principal de la química orgánica. Se extraen principalmente del petróleo, del gas natural y, en menor medida, de la hulla.

## Los alcanos

Los alcanos son hidrocarburos con **enlaces simples** entre sus átomos de carbono.

### La formulación

Su fórmula general es  $C_nH_{2n+2}$ , donde  $n$  simboliza el número de átomos de carbono presentes en la molécula. Así, para un hidrocarburo saturado de 12 átomos de carbono, la fórmula será  $C_{12}H_{26}$ .

### La nomenclatura

Para nombrar a los alcanos, se usa el sufijo o terminación **-ano**. Para indicar el número de carbonos en la cadena, se usan las siguientes raíces según la IUPAC. Por ejemplo:

| Fórmulas desarrolladas                                                                                                                                                                                    | Fórmulas semidesarrolladas            | Fórmulas globales      | Nombres |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------|
| $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$                                                                                                               | $\text{H}-\text{CH}_3$                | $\text{CH}_4$          | Metano  |
| $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$                                                        | $\text{CH}_3-\text{CH}_3$             | $\text{C}_2\text{H}_6$ | Etano   |
| $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ | $\text{C}_3\text{H}_8$ | Propano |

| N.º de C | Prefijos | Fórmula                   | Nombre  |
|----------|----------|---------------------------|---------|
| 1        | met-     | $\text{CH}_4$             | metano  |
| 2        | et-      | $\text{C}_2\text{H}_6$    | etano   |
| 3        | prop-    | $\text{C}_3\text{H}_8$    | propano |
| 4        | but-     | $\text{C}_4\text{H}_{10}$ | butano  |
| 5        | pent-    | $\text{C}_5\text{H}_{12}$ | pentano |
| 6        | hex-     | $\text{C}_6\text{H}_{14}$ | hexano  |
| 7        | hept-    | $\text{C}_7\text{H}_{16}$ | heptano |

| N.º de C | Prefijos | Fórmula                      | Nombre   |
|----------|----------|------------------------------|----------|
| 8        | oct-     | $\text{C}_8\text{H}_{18}$    | octano   |
| 9        | non-     | $\text{C}_9\text{H}_{20}$    | nonano   |
| 10       | dec-     | $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ | decano   |
| 11       | undec-   | $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ | undecano |
| 12       | dodec-   | $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ | dodecano |
| 20       | eicos-   | $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ | eicosano |

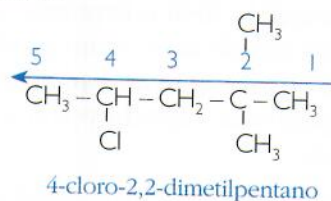
### ¿SABÍAS QUE...?

Si en la molécula de un alcano se elimina un átomo de hidrógeno, se obtiene un grupo de átomos llamado grupo o sustituyente alquilo. Para nombrarlo se cambia la terminación **-ano** por **-il** o **-ilo**.



## La nomenclatura para alcanos ramificados

- Se escoge la cadena principal (la que tiene más átomos de carbono) y luego se numera comenzando por el extremo más cercano al **sustituyente** o rama.
- Primero, se nombran los grupos alquilo (ramas) en **orden alfabético**, precedidos por un número que indica el átomo de carbono al cual están unidos. Luego, se nombra la cadena principal.
- Si en una cadena hay sustituyentes halógenos y alquilos, se considera a los **halógenos** como un grupo más.
- En caso de que el sustituyente se repita, se usarán los prefijos **di-**, **tri-**, **tetra-**, etc.
- Finalmente, los números se separan entre sí por comas y los números de las palabras, por guiones.



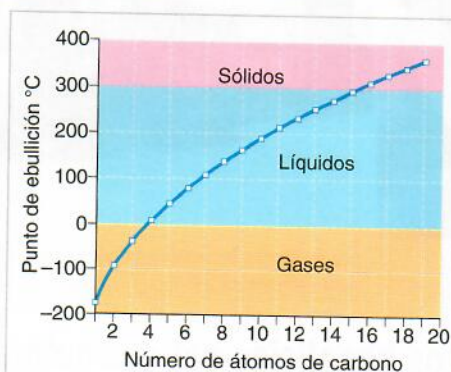
### ¿SABÍAS QUE...?

Se usa el prefijo **iso-** cuando hay un grupo  $-\text{CH}_3$  en el segundo carbono principal y el prefijo **neo-** cuando hay dos grupos  $-\text{CH}_3$ . En caso de haber sustituyentes (Cl, Br, I), los alquilos se nombran al final. Si los sustituyentes se repiten, se usan los prefijos **di-**, **tri-**, **tetra-**.

## Las propiedades físicas

Los cuatro primeros alcanos son gaseosos; a partir del pentano  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  hasta el heptadecano  $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$  son líquidos, los demás son sólidos. Sus moléculas presentan enlaces apolares. Esto determina las siguientes características:

- Tienen puntos de fusión y de ebullición relativamente bajos. A medida que aumenta el número de átomos de carbono, aumentan los puntos de fusión y ebullición, así como la densidad de los miembros de la serie.
- Los alcanos líquidos son insolubles en agua, pero solubles en compuestos apolares. Por ello, son empleados como removeadores de pintura y en soluciones limpiadoras.



A medida que aumenta su número de átomos de carbono, la masa molecular, la densidad y los puntos de fusión y ebullición también se incrementan.



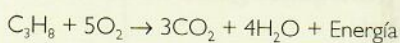
La mayoría de encendedores contiene uno o más alcanos gaseosos, como el butano y el propano, que, sometidos a presión se vuelven líquidos.

## Reactividad de los alcanos

Son poco reactivos y se los llama parafinas. Sus enlaces simples son estables y difíciles de romper. Sus reacciones suelen ser lentas y requieren de temperatura y presión elevadas o la presencia de catalizadores.

### Combustión

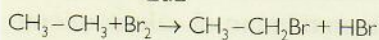
Arden en presencia de oxígeno, produciendo  $\text{CO}_2$  y agua:



### Sustitución con halógenos

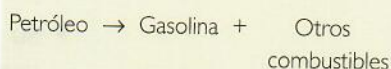
Reaccionan con cloro y bromo:

Luz



### Craqueo

Las moléculas de un hidrocarburo largo se rompen por acción del calor o con catalizadores:







# El gas natural

A lo largo de toda su historia, la humanidad ha buscado siempre fuentes de energía necesarias para su supervivencia, su comodidad o su desarrollo tecnológico. ¿Pueden ser las reacciones químicas un recurso valioso en este empeño? Sin duda, puesto que algunas desprenden energía.

## La composición y el uso del gas natural

El gas natural es un **combustible fósil** compuesto casi en su totalidad por **metano**. Se formó hace millones de años como producto de la descomposición de animales y plantas que fueron enterrados por arena, roca y piedras. Las altas presiones y temperaturas contribuyeron a formar el gas que hoy se utiliza como combustible.

El gas natural representa la solución para los problemas energéticos en muchos países del mundo, ya que se puede usar en los hogares, las industrias, los medios de transporte y las plantas de generación de energía.



En el hogar, el gas natural puede usarse en cocinas, hornos y termos.



Las estaciones de servicio proveen de gas natural a los automóviles (GNV).



La demanda energética de las industrias puede satisfacerse en parte con el gas natural.

## Los beneficios del gas natural

En la actualidad, el uso del gas natural es la alternativa energética que más interés genera a nivel mundial, debido a que presenta las siguientes ventajas:

- El proceso de extracción y transporte tiene **menos riesgos ambientales** frente a otros combustibles, como el petróleo.
- Es un **combustible limpio y eficiente**, ya que su combustión es casi completa, a diferencia del carbón o del petróleo, que no se queman del todo y cuyos subproductos llegan hasta la atmósfera.
- Produce **menos emisiones atmosféricas de dióxido de carbono** que otros combustibles. El  $\text{CO}_2$  es uno de los principales gases de invernadero que incrementan el calentamiento global.
- Su **precio** en el mercado es bastante **menor** que el de cualquier otro combustible fósil.



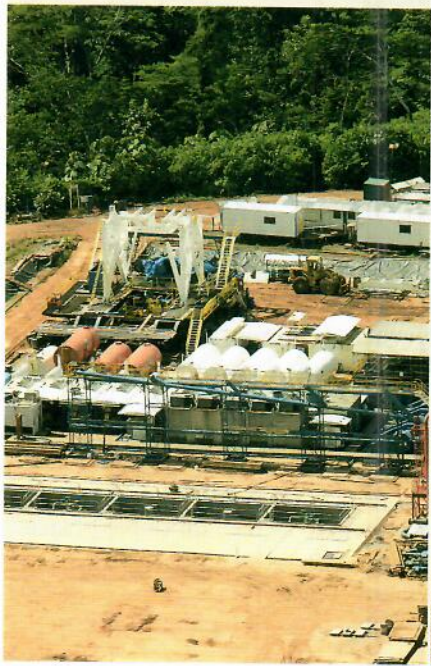
## Camisea, reserva energética del Perú



Los yacimientos de San Martín y Cashiriari, conocidos como Lote 88 (Camisea), albergan, bajo la selva húmeda del bajo Urubamba, una de las más importantes reservas de gas natural en América Latina.

El volumen de gas es de aproximadamente 8,7 trillones de pies cúbicos (TPC), con un estimado de recuperación final de 6,8 TPC de gas natural (factor de recuperación: 78 por ciento) y 411 millones de barriles de líquidos de gas natural asociados (propano, butano y otros). Esta reserva es diez veces mayor que cualquier otra en el Perú.

El proceso, desde su extracción hasta que llega al usuario final, consta de tres grandes fases:

| Extracción                                                                                                                                     | Transporte                                                                                                               | Distribución                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| El gas, ubicado a más de 4000 metros de profundidad, es extraído hasta la superficie. Luego, las fracciones líquidas y gaseosas son separadas. | Dos conductos transportan el gas natural y el líquido atravesando los Andes para su consumo local o para su exportación. | El gas natural es transportado hasta las ciudades, donde es utilizado para fines residenciales, industriales y de transporte. |
|                                                              |                                       |                                           |

Shutterstock

### PARA SABER MÁS

Algunas características del metano:

- Es el alcano más sencillo. Se forma principalmente como producto de la descomposición de la celulosa de los vegetales. Debido a que se recolectó por primera vez en los pantanos, es conocido como **gas de los pantanos**.
- Cuando se obtiene descomponiendo compost, se le llama biogás.
- Es el componente más importante del gas natural.
- A pesar de que el gas natural es un excelente combustible, presenta algunos inconvenientes para ser usado en vehículos, ya que su eficiencia mecánica (cantidad de kilómetros recorridos por litro de gas) es algo menor que la de los combustibles tradicionales.



# Los hidrocarburos: alquenos

## ¿SABÍAS QUE...?

El **eteno** o **etileno** es un gas incoloro, con un olor agradable, ligeramente soluble en agua, que arde con una llama brillante y se produce comercialmente mediante el *cracking* de petróleo y a partir del gas natural. Es importante en la industria química porque con él se fabrican el polietileno (bolsas de plástico) y el PVC o el cloruro de polivinilo (pisos vinílicos, tuberías, cortinas de baño, etc.).



El etileno actúa como una hormona natural de las plantas porque afecta su crecimiento, desarrollo, maduración y envejecimiento.

Los alquenos abundan en la naturaleza. Por ejemplo, el eteno es un compuesto que controla el crecimiento de las plantas, la maduración de las semillas, la obtención de polímeros, entre otras aplicaciones.

## Los alquenos

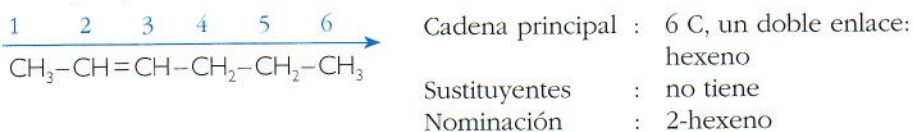
También llamados **olefinas**, son hidrocarburos no saturados. Presentan hibridación  $sp^2$ , se orientan hacia los vértices de un triángulo equilátero que posee enlace doble ( $C=C$ ). Su fórmula general es  $C_nH_{2n}$ , la cual es usada cuando el hidrocarburo presenta solo un doble enlace en la cadena. Así, la fórmula global de un alqueno de 22 carbonos será  $C_{22}H_{44}$ .

Para nombrar a los alquenos, se siguen los siguientes pasos:

- Se usa la raíz del nombre de los alcanos, pero cambiando la terminación **-ano** por **-eno**. Los tres primeros miembros de la serie se conocen comúnmente como etileno o eteno ( $C_2H_4$ ), propileno o propeno ( $C_3H_6$ ), butileno o buteno ( $C_4H_8$ ).

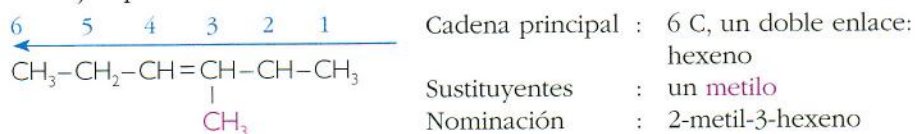
En los alquenos de cadena lineal, los carbonos se empiezan a numerar por el extremo más cercano al doble del enlace.

Por ejemplo:



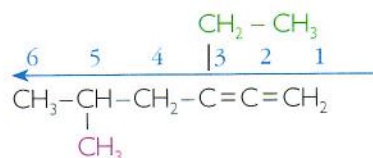
- En los alquenos con radicales o sustituyentes, la numeración de la cadena considera números más bajos para los carbonos con doble enlace; si ello es indiferente, se consideran los números más bajos para los carbonos sustituyentes.

Por ejemplo:



- Los alquenos que tienen más de un doble enlace se denominan polialquenos. Para nombrarlos, se utilizan los sufijos **-dieno**, **-trieno**, **-tetraeno**, etc., según el número de enlaces presentes.

Por ejemplo:



Cadena principal : 6 C, dos dobles enlaces: hexadieno  
 Sustituyentes : **metilo**, **etilo**  
 Nominación : 3-etil-5-metil-1,2-hexadieno



## Las propiedades físicas y químicas

- **Las propiedades físicas.** Los tres primeros alquenos son gases; hasta el alqueno de 18 carbonos ( $C_{18}$ ) son líquidos y los restantes son sólidos. La densidad y los puntos de fusión y ebullición se incrementan conforme aumenta el número de átomos de carbono, por lo tanto, la masa molecular. No se disuelven en agua, pero sí en disolventes apolares como éter, benceno y cloroformo.
- **Las propiedades químicas.** Son más reactivos que los alcanos debido a la presencia del enlace doble.

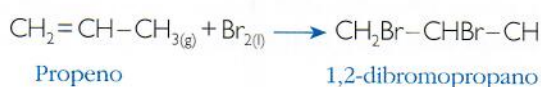
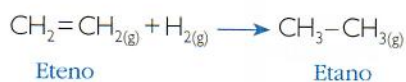
| Alquenos  | Puntos de ebullición ( $^{\circ}C$ ) | Puntos de fusión ( $^{\circ}C$ ) |
|-----------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Eteno     | -104                                 | -169                             |
| Propeno   | -47                                  | -185                             |
| 1-buteno  | -6                                   | -185                             |
| 1-penteno | 30                                   | -138                             |
| 1-hexeno  | 63                                   | -140                             |
| 1-hepteno | 94                                   | -119                             |
| 1-octeno  | 121                                  | -102                             |

## Las reacciones químicas

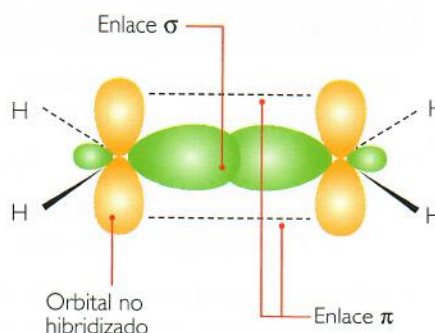
Las reacciones químicas presentan gran reactividad debido a que uno de los pares de electrones del doble enlace es más débil y, por consiguiente, más fácil de romper que un enlace simple.

Los alquenos son los hidrocarburos más reactivos. Sus reacciones características son:

- **La combustión.** Arden en presencia de oxígeno, con una llama más luminosa que los alcanos. Originan combustiones completas e incompletas.
- **La adición.** Resulta cuando uno o varios halógenos (cloro, bromo) o el hidrógeno se incorporan a la molécula de un alqueno al romperse el doble enlace.



- **La polimerización.** Unión de cientos de moléculas de un mismo alqueno, para dar compuestos de cadenas más largas y elevada masa molecular, llamados polímeros. Por ejemplo, el eteno o etileno, al calentarse con el oxígeno a alta presión, genera el polietileno.



### ¿SABÍAS QUE...?

Los **alquenos** forman polímeros que se emplean en la fabricación de plásticos, fibras sintéticas, envolturas, aislantes eléctricos y otros.

Por ejemplo, el teflón es un polímero del tetrafluoretileno ( $F_2C=CF_2$ ); el teflón y el polietileno son de gran utilidad en los hogares.



Utensilios de teflón

### EN LA WEB

<http://www.quimicaorganica.org/alquenos.html>

Página que profundiza información sobre los alquenos.



# Los hidrocarburos: alquinos

Los alquinos son hidrocarburos que contienen enlaces triples carbono-carbono. El acetileno o etino es el alquino más simple.

## ¿SABÍAS QUE...?

El **acetileno** es un gas altamente inflamable, incoloro, un poco más ligero que el aire y que posee un olor característico a ajo. Se obtiene mediante la reacción del agua con el carburo de calcio.

Se usa principalmente en el soplete oxiacetilénico. El gas acetileno arde en presencia de oxígeno, produciendo una llama de elevada temperatura usada para cortar y soldar metales.



El acetileno es un gas altamente inflamable.

## Los alquinos

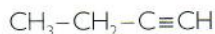
Los alquinos son llamados también **acetilénicos** o **etínicos**, por ser el etino el primer compuesto de su serie. Tienen un triple enlace entre dos carbonos ( $C \equiv C$ ). Este tipo de enlace ocurre entre carbonos hibridizados  $sp$ .

La fórmula general de los alquinos es  $C_nH_{2n-2}$ . Esta fórmula se utiliza cuando el hidrocarburo presenta un solo triple enlace en la cadena. Así, la fórmula global de un alquino de 30 carbonos será  $C_{30}H_{58}$ .

Para nombrar los alquinos, se usan las mismas reglas que para los alquenos, cambiando la terminación **-eno** por **-ino**.

| Alquinos  | Fórmulas desarrolladas       | Fórmulas globales |
|-----------|------------------------------|-------------------|
| Etino     | $CH \equiv CH$               | $C_2H_2$          |
| Propino   | $CH \equiv C-CH_3$           | $C_3H_4$          |
| 1-butino  | $CH \equiv C-CH_2-CH_3$      | $C_4H_6$          |
| 1-pentino | $CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$ | $C_5H_8$          |

- Si la cadena presenta enlaces múltiples, el grupo funcional alquino es grupo preferente, por lo que da nombre a la cadena.



Cadena principal: butino

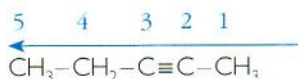
Numeración: derecha

Sustituyentes : no tiene

Nominación: 1-butino

- Si los alquinos presentan más de tres carbonos, se numera la cadena continua más larga, incluidos los carbonos con triple enlace. El carbono 1 es el carbono extremo más cercano al triple enlace.

Por ejemplo:



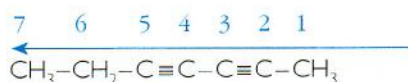
Cadena principal: 5 C, un triple enlace: pentino

Sustituyentes : no tiene

Nominación : 2-pentino

- En caso de que la cadena presente dos o más enlaces triples, se forman los compuestos **polialquinos**. Para nombrarlos, se usan los sufijos **-diino**, **-triino**, **-tetraino**, etc.

Por ejemplo:



Cadena principal : 7 C, dos triples enlaces: heptadiino

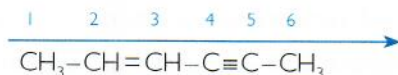
Sustituyentes : no tiene

Nominación : 2, 4-heptadiino



- Si hay doble o triple enlace, la numeración de la cadena considera los números más bajos en el enlace triple, usando primero la terminación **-en** y luego **-ino**. Si la molécula contiene un enlace doble y uno triple y el mismo número de ambos sentidos de numeración, se prefieren números más bajos para el enlace doble.

Por ejemplo:



Cadena principal: 6 C, un enlace doble y uno triple: hexenino

Sustituyentes : no tiene

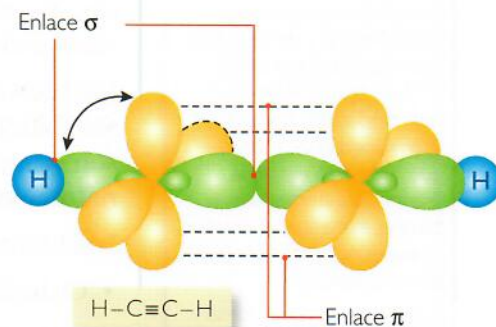
Nombre : 2-hexen-4-ino

## Las propiedades físicas

Los tres primeros alquinos son gases; a partir del butino  $\text{C}_4$  hasta el hexadecino  $\text{C}_{16}$  son líquidos y los demás son sólidos. Son menos densos que el agua. Son totalmente insolubles en agua, pero se disuelven bien con éter, tetracloruro de carbono o benceno.

| Alquinos | Puntos de ebullición (°C) | Puntos de fusión (°C) |
|----------|---------------------------|-----------------------|
| Etino    | -28                       | -81                   |
| Propino  | -23                       | -101                  |
| 1-butino | -8                        | -126                  |

Puntos de fusión y ebullición de los tres primeros alquinos.

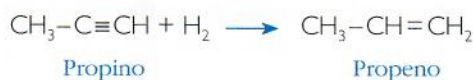


En el etino o acetileno, los orbitales híbridos  $sp$  se disponen en el espacio en forma simétrica y se orientan a lo largo de un segmento de recta.

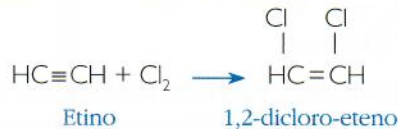
## Las reacciones químicas

Los acetilenos arden como llama luminosa produciendo elevadas temperaturas. Con los halógenos, dan producto de adición, y con los metales, forman compuestos de sustitución.

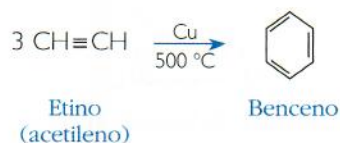
- **La adición de hidrógeno.** Puede reaccionar con el hidrógeno y se obtienen alquenos o alcanos.



- **La adición de halógeno.** Los alquinos pueden añadir cloro y bromo al triple enlace, transformándose en derivados dihalogenados. La reacción ocurre en presencia de un disolvente inerte, como tetracloruro de carbono.



- **La polimerización.** Los alquinos se polimerizan con facilidad por la acción del calor, en presencia de catalizadores como el cobre, el cianuro níqueloso, etc., conduciendo con frecuencia a la formación de compuestos cíclicos. Por ejemplo:



### PARA SABER MÁS

Químicamente, el **caucho** es una mezcla de hidrocarburos. Se obtiene de manera natural realizando incisiones en el tronco de los árboles del género *Ficus*.

Después de prepararlo, el caucho es un sólido amarillo pardo y elástico, se suelda consigo mismo por presión, pierde su elasticidad con el frío y la recupera con el calor. Es insoluble en agua y alcohol, soluble en éter, cloroformo y otros solventes.



# Los hidrocarburos cíclicos

Además de todos los hidrocarburos ya estudiados, también existen en la naturaleza hidrocarburos cuyas cadenas carbonadas son cerradas.

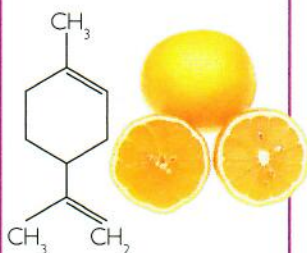
## TECNOLOGÍA



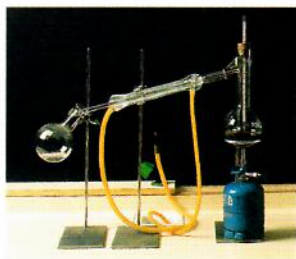
### Los terpenos

Los terpenos son los principales componentes de las resinas y del aguarrás. Son hidrocarburos de 10 a 15 carbonos. Además, son producidos por una gran variedad de plantas (de las que se extrae la trementina, el limoneno, el pineno, el mentol, el alcanfor, el eucalipto) y también por algunos insectos.

Conocidos también como aceites esenciales, se emplean para hacer las fragancias en perfumería, en aromaterapia, en medicina tradicional y alternativa, y también como saborizantes en los alimentos.



Limoneno



La mayor parte de aceites esenciales se obtienen a través de una destilación por arrastre de vapor de las partes vegetales y la posterior decantación del material de interés.

## La clasificación de los hidrocarburos cíclicos

Los hidrocarburos cíclicos presentan cadenas carbonadas cerradas o cíclicas. Se clasifican en isocíclicos (solo carbonos) y alicíclicos (carbonos y otros elementos).

Los hidrocarburos cíclicos contienen cadenas carbonadas que se cierran en sus extremos formando ciclos o anillos. Sus propiedades físicas y químicas son semejantes a los hidrocarburos de cadena abierta. Estos pueden ser nafténicos y aromáticos.

Los hidrocarburos nafténicos son:

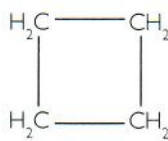
- **Cicloalcanos**, que tienen solo enlaces simples.
- **Cicloalquenos**, que tienen uno o más enlaces dobles.
- **Cicloalquinos**, que tienen uno o más enlaces triples.

Además, pueden presentar dos o más ciclos. En este caso, se denominan **policíclicos**.

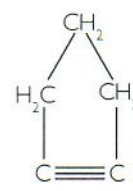
Los compuestos cíclicos que tienen tres o cuatro átomos de carbono se obtienen por síntesis; los de cinco o seis átomos de carbono se extraen del petróleo; los que presentan una estructura compleja se encuentran en los aceites esenciales que se extraen de las flores, frutos, hojas y algunas cortezas de plantas.

Para nombrar los hidrocarburos cíclicos, se usan las siguientes reglas:

- Los hidrocarburos cíclicos se nombran en forma similar que los hidrocarburos lineales de igual número de carbonos, pero anteponiendo la palabra *ciclo*.

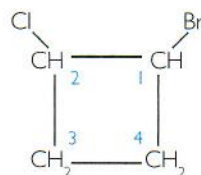


Ciclobutano



Ciclopentino

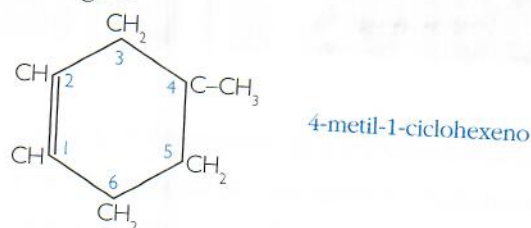
- Cuando hay sustituyentes, se numeran los carbonos de cadena cerrada, de modo que aquellos con sustituyentes tengan los números más bajos. Si en la numeración resultan los mismos números para los sustituyentes, se prefiere el orden alfabético.



1-bromo-2-clorociclobutano



- Si hay doble o triple enlace, se empieza a numerar la cadena por los carbonos que lo tengan.

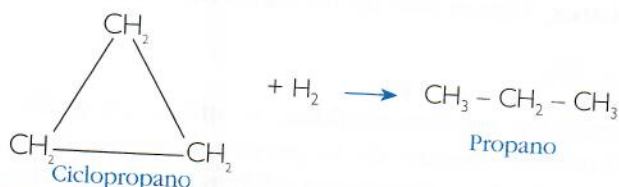


## Las propiedades

Presentan propiedades físicas y químicas muy parecidas a sus homólogos acíclicos que tienen el mismo número de carbonos y tipos de enlaces; es decir, los comportamientos con respecto a la aplicación del calor, sus capacidades para reaccionar y los tipos de reacciones.

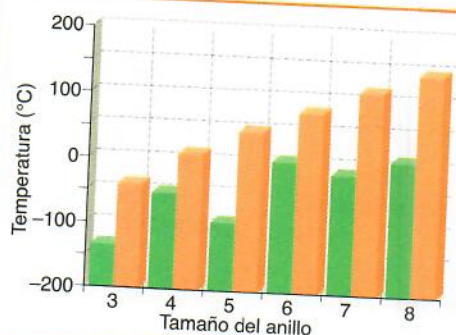
Por ejemplo, los cicloalcanos, llamados comúnmente cicloparafinas, experimentan reacciones de sustitución, como los alcanos, mientras que los ciclos alquenos experimentan reacciones de adición.

Los alcanos y los cicloalcanos tienen reactividad similar: por calentamiento con hidrógeno y en presencia de catalizadores, los cicloalcanos se convierten en alcanos.



### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre los cicloalcanos, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.



■ Punto de fusión  
■ Punto de ebullición

Sus puntos de fusión y ebullición varían en relación con el número de carbonos presentes en los anillos.

### ¿SABÍAS QUE...?

La **gasolina** es una mezcla de hidrocarburos volátiles, sobre todo alcanos y cicloalcanos, entre otros.

Se clasifican según el índice del octano u octanaje, que es una medida de la calidad de la gasolina. En esta escala se ha asignado arbitrariamente un índice de octano igual a 100 al 2,2,4-trimetilpentano o isooctano, que es un hidrocarburo ramificado, y cero al heptano.

El índice de octano de una gasolina es el porcentaje de isooctano en una mezcla de heptano con isooctano. A mayor índice de octano de la gasolina, corresponde un mejor funcionamiento del motor de combustión interna. Una gasolina de 84 octanos tiene las mismas características detonantes que una mezcla de 84% de isooctano y 16 de heptano. Para disminuir las detonaciones y mejorar la calidad de la gasolina, se le agregan pequeñas cantidades de agentes antidetonantes sin plomo, por ejemplo, el metil tert-butil éter (MTBE).



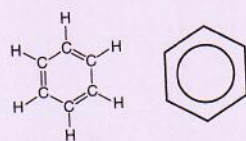
Getty Images



# Los hidrocarburos aromáticos

## PARA SABER MÁS

La fórmula molecular del **benceno** es  $C_6H_6$ . Es el representante de los compuestos aromáticos. Es un líquido incoloro, menos denso que el agua y de olor fuerte. Su punto de ebullición es  $80,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por lo cual es el más volátil de los hidrocarburos aromáticos. Además, es materia prima en la preparación de muchas sustancias orgánicas. Su uso requiere tomar precauciones, pues sus vapores son tóxicos y su inhalación prolongada disminuye la producción de glóbulos rojos y blancos de la sangre.



Representaciones del benceno

Los hidrocarburos aromáticos son compuestos cíclicos, llamados así por el fuerte aroma que caracteriza a la mayoría de ellos. El exponente emblemático de la familia de los hidrocarburos aromáticos es el benceno ( $C_6H_6$ ).

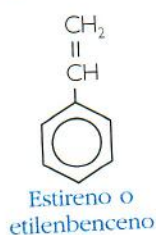
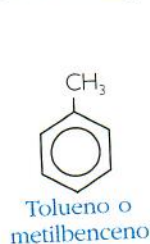
## Los compuestos aromáticos

Los compuestos aromáticos poseen por lo menos un **anillo bencénico** o ciclo de seis átomos de carbono unidos por enlaces dobles alternados por enlaces simples. Esta característica les confiere gran estabilidad y propiedades peculiares, como un olor fuerte característico. Según la cantidad de anillos bencénicos, los hidrocarburos aromáticos se clasifican de la siguiente manera:

- **Mononucleares.** Tienen un solo anillo bencénico.
- **Polinucleares.** Tienen más de un anillo bencénico.

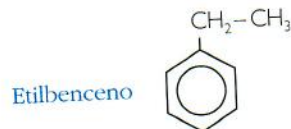
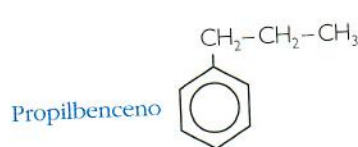
## La nomenclatura

Para los derivados **monosustituídos**, se utiliza un prefijo para indicar el grupo sustituyente seguido de la palabra *benceno*. Estos compuestos se forman al reemplazar un hidrógeno del benceno por distintos sustituyentes.

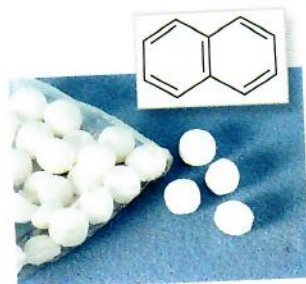
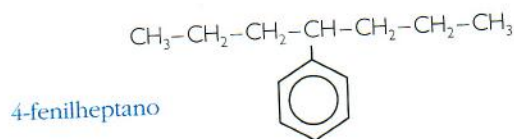


Los anillos bencénicos con sustituyentes alquilo se nombran según el tamaño del grupo alquilo:

- Si el grupo alquilo tiene hasta seis átomos de carbono, el compuesto se nombra como si fuera benceno con un sustituyente alquilo.



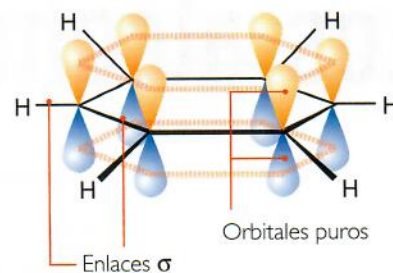
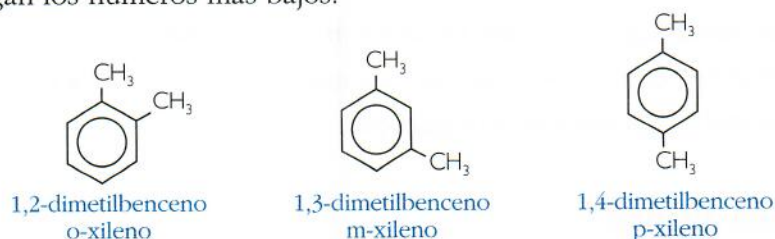
- Si un derivado bencénico posee un sustituyente alquilo con más de seis carbonos, el compuesto se nombra como si fuera un alcano sustituido. El radical del benceno es el fenilo ( $-C_6H_5$ ).



El naftaleno es un hidrocarburo aromático utilizado para combatir a las polillas.



Para los derivados disustituídos, la nomenclatura común usa los prefijos orto (o), meta (m) y para (p) que indican la ubicación de los grupos sustituyentes. En la nomenclatura IUPAC, se numeran los carbonos de la cadena cerrada, de modo que los sustituyentes tengan los números más bajos.



Cada átomo de carbono del benceno utiliza tres orbitales híbridos  $sp^2$ .

## Las propiedades físicas

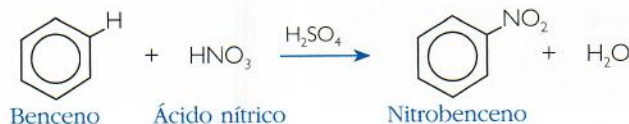
Los puntos de ebullición y fusión de los hidrocarburos aromáticos son mayores que en los hidrocarburos alifáticos, ya que las fuerzas intermoleculares aumentan como consecuencia de su estructura.

La baja polaridad de los enlaces hace que el benceno y sus derivados sean prácticamente insolubles en agua; sin embargo, son muy solubles en disolventes orgánicos, como el éter, el alcohol o el hexano.

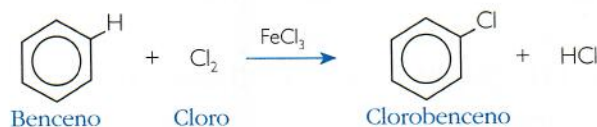
## Las propiedades químicas

Los hidrocarburos aromáticos son muy **estables** y **poco reactivos**. Experimentan principalmente reacciones de sustitución y no reacciones de adición. Las reacciones de sustitución más importantes son:

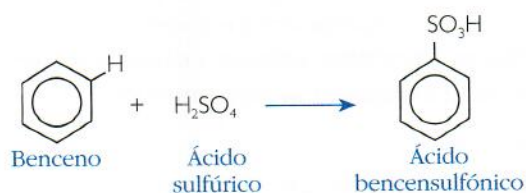
- **La nitración.** Consiste en la sustitución de hidrógeno por el grupo nitrilo  $-NO_2$ . La reacción se produce por la acción del ácido nítrico en presencia del ácido sulfúrico, que actúa como catalizador.



- **La halogenación.** Consiste en la sustitución de hidrógeno por halógenos en presencia de  $AlCl_3$  o  $FeCl_3$ , que facilitan el ataque de los halógenos sin romper el anillo bencénico.



- **La sulfonación.** Consiste en la acción del ácido sulfúrico concentrado y caliente que provoca la sustitución de un hidrógeno por un grupo  $-SO_3H$ .



### EN LA WEB

<http://cursos.tecmilenio.edu.mx/cursos/at8q3ozr5p/prepa/pc/pc09022/apoyos/4.swf>

Página donde encontrarás información sobre los compuestos aromáticos.

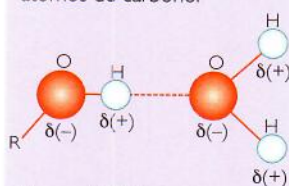


# Los alcoholes

## PARA SABER MÁS

Los **alcoholes** tienen bajo peso molecular y son líquidos a temperatura ambiente, mayormente.

El grupo  $-\text{OH}$  confiere a los alcoholes un comportamiento similar al del agua: provoca la formación de enlaces puente de hidrógeno entre las moléculas. Por esta razón, los puntos de fusión y de ebullición de los alcoholes son más altos que los de alcanos, aldehídos, cetonas y éteres de similar cantidad de átomos de carbono.



Puente de hidrógeno entre un grupo hidroxilo y agua.

A partir de estas páginas, estudiaremos al átomo de carbono no solo unido al hidrógeno, sino con otros átomos como el oxígeno, constituyendo así las funciones oxigenadas.

## La función alcohol

Los alcoholes son compuestos orgánicos oxigenados que poseen uno o más grupos hidroxilo ( $-\text{OH}$ ) en sus moléculas. Su fórmula general es:



Donde  $\text{R}-$  es un **radical alquilo**. En teoría, estos compuestos se pueden considerar derivados de los hidrocarburos, debido a la sustitución de uno o más átomos de hidrógeno por grupo hidroxilo:



## La clasificación

Los alcoholes se pueden clasificar de dos maneras:

Según el número de grupos  $-\text{OH}$  unidos a la cadena carbonada:

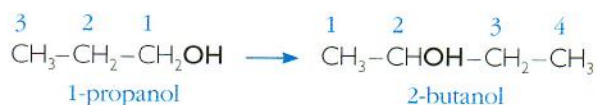
Monol:  $\text{CH}_3\text{OH}$   
Diol:  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$   
Triol:  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$

Según el tipo de átomo de carbono al que se une el grupo  $-\text{OH}$ :

Primario:  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
Secundario:  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$   
Terciario:  $\text{CH}_3-\text{COH}-\text{CH}_3$   
 $\text{CH}_3$

## La nomenclatura

Según la nomenclatura de IUPAC, para nombrar a los alcoholes se escribe el nombre del hidrocarburo terminado en **-ol**. Para indicar la posición del grupo  $\text{OH}$ , se enumera la cadena, empezando por el  $-\text{OH}$  más cercano al extremo:



Si existen varios  $\text{OH}$  en la cadena, se anteponen los prefijos **di-**, **tri-**, **tetra-**, etc., según las veces que se repite  $-\text{OH}$ :

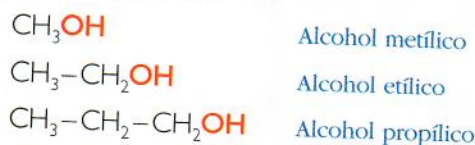


Cuando en la cadena se presentan enlaces dobles o triples, el grupo  $-\text{OH}$  es grupo preferente para comenzar la numeración:





Para nombrar a los alcoholes, comúnmente se usa la palabra *alcohol* seguida por el nombre del radical alquilo que le da origen, cambiando la terminación -o por -ico:

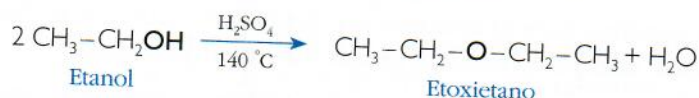


## Las reacciones de los alcoholes

Las reacciones químicas de los alcoholes son muy variadas, algunas requieren la intervención de catalizadores.

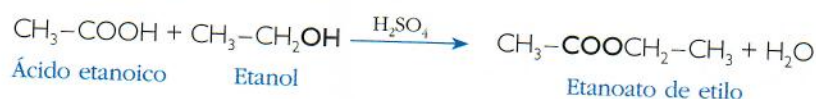
### • La formación de éteres

Un alcohol se deshidrata en presencia de ácido sulfúrico.



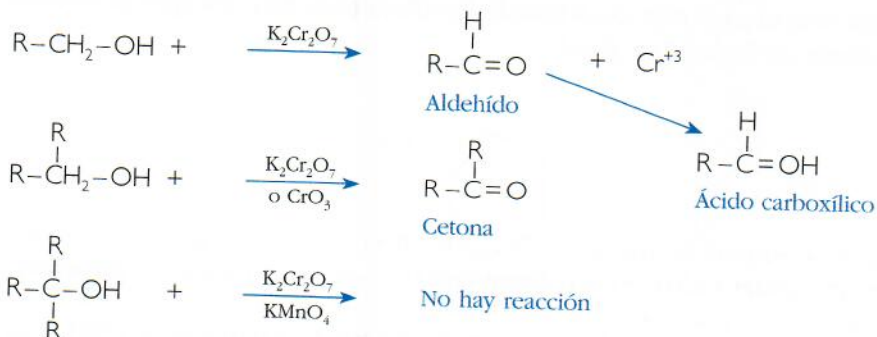
### • La obtención de ésteres

Al calentar un alcohol con un ácido carboxílico en presencia de ácido sulfúrico se forma un éster.



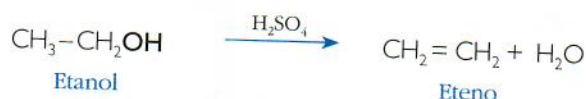
### • La oxidación

Los alcoholes se oxidan fácilmente con dicromato o permanganato de potasio en presencia de ácido sulfúrico.



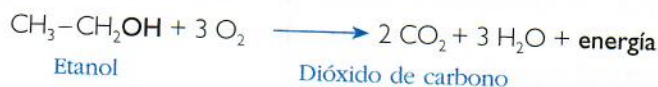
### • La deshidratación

A más de 150 °C, los alcoholes se deshidratan en presencia de ácido sulfúrico, formando alquenos.



### • La combustión

Los alcoholes arden con facilidad. Su combustión completa es muy exotérmica.



### ¿SABÍAS QUE...?

Entre los alcoholes más importantes tenemos:

- El **metanol** o alcohol metílico, obtenido de la destilación seca de la madera y empleado en la fabricación de barnices, metanal y disolventes.
- El **etanol** o alcohol etílico, obtenido de la fermentación de la glucosa y empleado en licores, perfumes, cosméticos y como combustible y desinfectante.
- El propanotriol o **glicerina**, usado como anticongelante en la fabricación de explosivos y jabones.



Los automóviles de carrera utilizan alcohol metílico como combustible.



# Los fenoles y los aldehídos

## PARA SABER MÁS

El **fenol**, también llamado ácido fénico o ácido carbólico, es un sólido incoloro, cristalino y brillante, muy soluble en agua, alcohol, éter y glicerina. Por acción del oxígeno, se torna de color rosado y luego pardo, ya que se oxida. Se encuentra en el alquitrán de la madera, la hulla y la turba. Como un producto del metabolismo, se encuentra en la orina en forma de sales. También se prepara sintéticamente y posee gran aplicación como antiséptico y germicida en la preparación de colorantes, conservación de pieles y fabricación de baquelita.



Herramientas con mango de baquelita, sustancia obtenida a partir del fenol



La fenolftaleína es un indicador que se prepara con fenol disuelto en alcohol.

Tanto el fenol como sus derivados se emplean como desinfectantes, germicidas y en anestésicos locales.

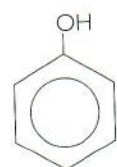
## La función fenol

Los fenoles son compuestos orgánicos oxigenados que resultan de sustituir átomos de hidrógeno del núcleo bencénico por el grupo hidroxilo ( $-\text{OH}$ ).

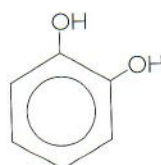
Su fórmula general es  $\text{Ar}-\text{OH}$

Donde Ar significa radical bencénico o grupo aromático. Son diferentes de los alcoholes, aunque poseen el grupo funcional hidroxilo.

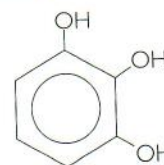
- **La clasificación.** Según el número de  $-\text{OH}$  presentes en el anillo bencénico, los fenoles se clasifican en monofenoles, difenoles y trifenoles.



Monofenol

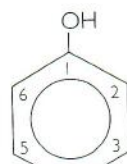


Difenol

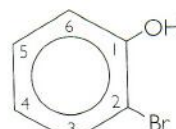


Trifenol

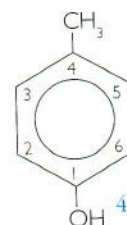
- **La nomenclatura.** Para nombrar los monofenoles, se numeran los carbonos del anillo bencénico empezando por la ubicación del  $-\text{OH}$ , y se indica con números la posición de los otros radicales, los que se nombran delante de la palabra *fenol*:



Fenol

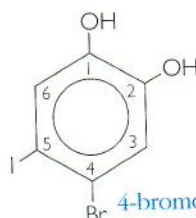


2-bromofenol

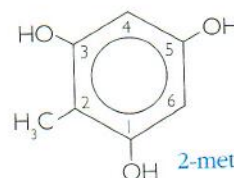


4-metilfenol

En los difenoles y trifenoles, se numera la cadena a partir de un OH, luego, se nombra la posición de los radicales diferentes del OH, y finalmente, las posiciones de los OH, terminando en difenol o trifenol, según corresponda:



4-bromo-5-yodo-1,2-difenol



2-metil-1,3,5-trifenol

- **Los usos y aplicaciones.** Los fenoles son usados ampliamente como materia prima para medicamentos, plásticos, resinas, adhesivos, colorantes, etc., así como disolvente, pues son buenos **solventes** para la síntesis de otros compuestos orgánicos.



## El grupo funcional: aldehído

Los aldehídos son compuestos orgánicos donde el grupo carbonilo se encuentra formando parte de un carbono primario. Su fórmula general es:



- **Su obtención.** Se forman al sustituir dos átomos de hidrógeno por un átomo de oxígeno en un carbono primario de un hidrocarburo.

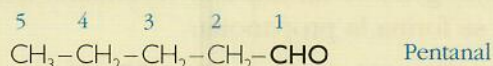


En la práctica, resultan de la oxidación de un alcohol primario o de la segunda oxidación de un hidrocarburo:

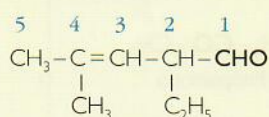


- **La nomenclatura.** Para nombrar a los aldehídos, se consideran las siguientes reglas:

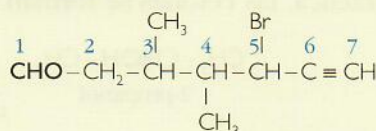
1. Se añade al hidrocarburo el sufijo **-al**. El carbono aldehídico se encuentra siempre en el extremo de la cadena y se designa con el número **1** para numerar la cadena.



2. Los sustituyentes se nombran en forma alfabética.

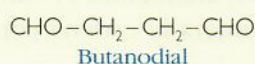


2-etil-4-metil-3-pentenal



5-bromo-3,4-dimetil-6-heptenal

3. Si en la cadena se presentan dos radicales carbonilos, se antepone el prefijo **di-** a la terminación **-al**.



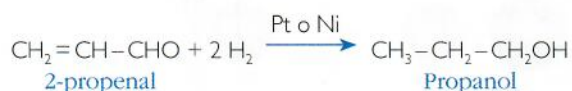
## Las reacciones de los aldehídos

- Los aldehídos se oxidan fácilmente al reaccionar con oxidantes enérgicos, como el permanganato de potasio o el ácido sulfúrico, formando ácidos.



El poder reductor de los aldehídos se comprueba con el reactivo de Tollens o con el reactivo de Fehling.

- Cuando reaccionan con el hidrógeno y en presencia de un catalizador (Pt o Ni), forman alcoholes primarios.



La canela contiene cinamaldehído o aldehído cinámico.



# Las cetonas

## PARA SABER MÁS

La **acetona** también es conocida como propanona o dimetilcetona ( $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ ). Se emplea principalmente como disolvente. Por esta razón, se usa en varios procesos industriales, como la preparación de barnices, pinturas, plásticos y pegamentos. También es utilizada como disolvente de acetileno, resinas, ceras, grasas, aceite, acetato, nitratos de celulosa y otros. La acetona se encuentra en pequeñas concentraciones, normalmente en la sangre y la orina. Su exceso es producto de condiciones patológicas, como la diabetes y la cetonuria.



El olor de muchas cetonas recuerda a las frutas, por lo que se emplean como aromatizadores.

## La función cetona

Las cetonas son **compuestos orgánicos oxigenados** que tienen el grupo funcional carbonilo  $\text{-C(=O)-}$  en un **carbono secundario**.



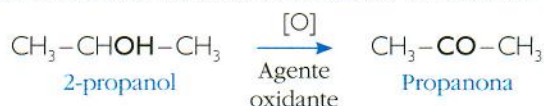
Su fórmula general es:



Teóricamente, se forman al sustituir 2 átomos de hidrógeno por un átomo de oxígeno en un carbono secundario de un hidrocarburo. Por ejemplo, al sustituir 2 átomos de hidrógeno de un carbono secundario del propano por un átomo de oxígeno, se forma la propanona:



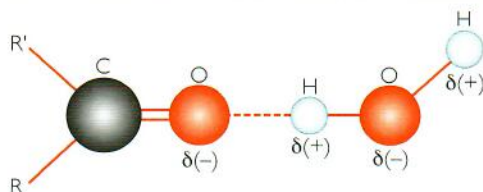
En la práctica, las cetonas se forman al oxidarse un alcohol secundario:



## La nomenclatura

Para nombrar estos compuestos, se numera la cadena continua más larga, empezando por el carbono más cercano al grupo carbonilo. Se nombra el hidrocarburo añadiendo el sufijo **-ona**. Si hay sustituyentes o enlaces múltiples, se numera la cadena considerando que el grupo carbonilo es grupo preferente:

| Fórmulas semidesarrolladas                                                                                                       | Nombres                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$                                                                                                     | Propanona o acetona               |
| $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CO-CH}_3$                                                                                      | 2,4-pentanodiona                  |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH-CH}_2\text{-CO-CH}_3 \\   \quad   \\ \text{Cl} \quad \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ | 5-cloro-4-etil-2-hexanona         |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CO-CH-CH}_2\text{-CH=CH}_2 \\   \quad   \\ \text{Cl} \quad \text{CH}_3 \end{array}$          | 1-cloro-3,4-dimetil-5-hexen-2-ona |



Puente de hidrógeno entre grupo carbonilo y agua



## Las propiedades físicas

A pesar de que el grupo carbonilo posee un **elevado momento dipolar**, que hace que entre las cetonas existan intensas fuerzas de atracción dipolo-dipolo, estas no pueden formar enlaces de hidrógeno, como en el caso de los alcoholes entre sí. Por ese motivo, sus puntos de ebullición son menores que los que caracterizan a los alcoholes.

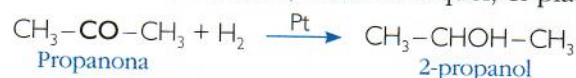
Las cetonas de cadena corta son solubles en agua debido a que la polaridad del enlace les permite formar **puentes de hidrógeno** con ella. A medida que aumenta la longitud de la cadena carbonada, disminuye rápidamente la solubilidad.

## Las propiedades químicas

Las propiedades químicas de las cetonas vienen marcadas por el grupo carbonilo en el carbono secundario.

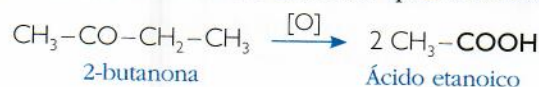
### • La reducción o hidrogenación

Las cetonas se transforman en alcoholes al reaccionar con el hidrógeno en presencia de un catalizador metálico, como el níquel, el platino y el cinc.



### • La oxidación

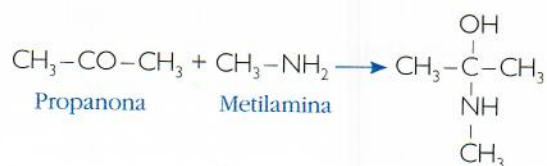
Las cetonas son muy estables frente a la acción de los agentes oxidantes. Cuando una cetona se oxida con un oxidante fuerte como el  $\text{KMnO}_4$ , se rompe la cadena, dando lugar a una mezcla de ácidos carboxílicos, cada uno de ellos con menos átomos de carbono que la cetona inicial.



Las cetonas dan reacción negativa con los reactivos de Tollens y de Fehling, lo que las diferencia de los aldehídos.

### • La adición nucleofílica

Se producen mediante el ataque de un reactivo nucleófilo, como la metilamina, cediendo un par de electrones al carbono del grupo carbonilo.



Se pueden adicionar reactivos como el amoníaco y sus derivados, alcoholes, cianuro de hidrógeno e hidrogenosulfito.

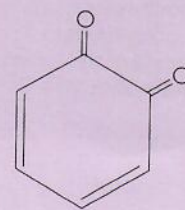
## Las aplicaciones de las cetonas

- Solventes industriales (como el thinner y la acetona)
- Aditivos para plásticos (thinner)
- Fabricación de saborizantes y fragancias
- Síntesis de medicamentos
- Síntesis de vitaminas
- Aplicación en productos cosméticos
- Adhesivos con base en poliuretano



### SABÍAS QUE...

La **quinona** es un isómero de la ciclohexanodiona y constituye moléculas de importancia biológica como la vitamina  $\text{K}_1$  (una filoquinona). Otras sirven como aceptores de electrones en cadenas de transporte de electrones en la fotosíntesis y la respiración aeróbica.



Quinona



# Los ácidos carboxílicos

Los ácidos carboxílicos son compuestos importantes a nivel biológico y en la industria.

## ¿SABÍAS QUE...?

Los ácidos carboxílicos se clasifican en **monocarboxílicos** (con un grupo carboxílico), **dicarboxílicos** (dos grupos) o **tricarboxílicos** (tres grupos).

## La función ácido carboxílico

Los ácidos carboxílicos son compuestos orgánicos oxigenados donde al menos uno de sus carbonos primarios es un grupo carboxilo ( $-\text{COOH}$ ). Su fórmula general es:



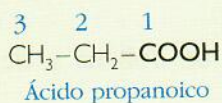
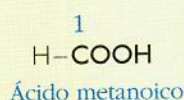
Los ácidos carboxílicos se forman al sustituir 2 átomos de hidrógeno por un átomo de oxígeno y uno de hidrógeno por un grupo hidroxilo, en un carbono primario de un hidrocarburo. En la práctica, se obtienen por la oxidación de los aldehídos.



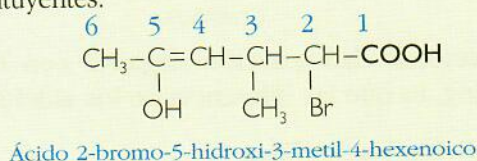
## La nomenclatura

Para nombrar a los ácidos carboxílicos, se consideran las siguientes reglas:

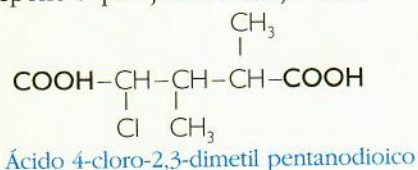
1. Se escribe la palabra *ácido* y luego se agrega al nombre del hidrocarburo el sufijo **-oico**.



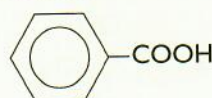
2. El grupo carboxilo es el grupo funcional preferente para comenzar a numerar la cadena frente a otros sustituyentes.



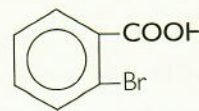
3. Si en la cadena se presentan dos grupos carboxilos, se antepone el prefijo **di-** al sufijo **-oico**.



4. En los ácidos aromáticos, se toma como base el ácido benzoico.



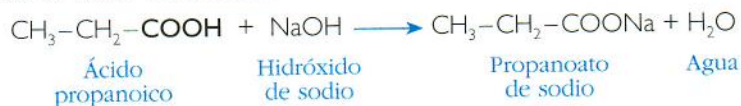
Ácido benzoico



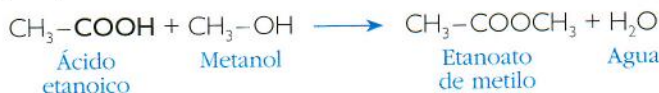
Ácido 2-bromobenzoico

## Las reacciones de los ácidos carboxílicos

- Reaccionan con hidróxidos rápidamente, debido a la facilidad para donar iones  $\text{H}^+$ . Son considerados ácidos débiles.



- Reaccionan con alcoholes en un medio ácido, dando lugar a ésteres (esterificación), y al proceso inverso, hidrólisis. La reacción es reversible y lenta.





## Los ácidos grasos

Los ácidos grasos reciben este nombre porque están presentes en las grasas vegetales o animales. Por lo general, contienen entre 6 y 18 carbonos en su cadena. Los ácidos grasos más conocidos son los siguientes:

- El cáprico ( $C_{10}$ ), que se encuentra en la leche de cabra.
- El palmítico ( $C_{16}$ ) y el esteárico ( $C_{18}$ ), que son los principales constituyentes de las grasas y los aceites; y que se emplean para elaborar jabones, cosméticos, lubricantes, etc.

### Los principales ácidos orgánicos

#### Ácido fórmico (metanoico)

Se extrae del aguijón de las hormigas. Se usa en la industria del curtido y de los colorantes.



#### Ácido acético (etanoico)

Se usa en la fabricación de plásticos, cosméticos y aspirinas. Al 5% en agua es el vinagre.



#### Ácido oxálico

Se emplea para el blanqueado y teñido de fibras, para eliminar manchas y limpiar radiadores.



#### Ácido propiónico (propanoico)

Se utiliza como conservante de alimentos y en medicamentos contra los hongos de los pies.



#### Ácido benzoico

Antiséptico y conservador de alimentos. Se usa en pastas dentales y expectorantes.



#### Ácido cítrico

Presente en frutas como el limón o la naranja. Se usa como conservante de alimentos.



#### GLOSARIO

**Antiséptico.** Sustancia que impide el desarrollo de microorganismos.

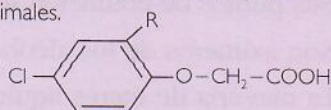
#### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre los ácidos carboxílicos, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

#### PARA REFLEXIONAR

Los ácidos orgánicos con anillos bencénicos clorados son tóxicos y tienen gran poder herbicida (capacidad para destruir las malas hierbas). Cuando se aplican a los cultivos o se incorporan al suelo, lo contaminan y generan serios problemas ambientales. Si permanecen en la parte cosechada, pueden intoxicar a los seres humanos o a los animales.

- Investiga sobre los efectos negativos que producen los herbicidas y pesticidas al ambiente y responde: ¿Qué alternativas de solución plantearías frente a este problema?





# Los éteres y los ésteres

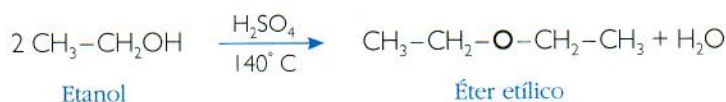
El éter etílico puede ser usado como anestésico, pero tiene efectos secundarios, especialmente sobre el sistema respiratorio y riñones, por lo que su uso es restringido.

## La función éter

Los éteres son compuestos orgánicos oxigenados que se forman por la deshidratación de los alcoholes o fenoles, por acción de una sustancia deshidratante. Su fórmula general es la siguiente:



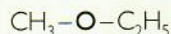
Donde R y R' son radicales. El grupo funcional que los caracteriza es -O-, llamado éter.



## La nomenclatura

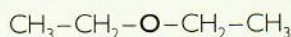
Para nombrar a los éteres, se consideran las siguientes reglas:

1. Se indican los nombres de los radicales que los forman anteceditos por la palabra *éter*.



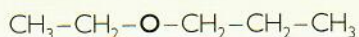
Éter metiletilico

2. Si los radicales son iguales, se usa el prefijo *di-* antes de los alquilos.

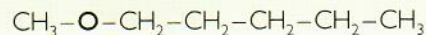


Éter dietílico

3. Se recomienda nombrar primero el radical pequeño unido al oxígeno usando los prefijos *met-*, *et-*, *prop-*, etc., según el número de carbonos de la cadena, seguido del infijo *-oxi-* y el nombre del hidrocarburo del que procede el otro radical.



Etoxiopropano



Metoxipentano

## Las propiedades y las aplicaciones de los éteres

- Son compuestos muy estables, por eso, se emplean en la extracción y síntesis de sustancias orgánicas (caucho, yodo y alcaloides).
- Sus puntos de ebullición son más altos que los de los alcanos semejantes.
- Son isómeros de los alcoholes.
- La mayoría de éteres líquidos son volátiles, y cuando sus vapores se exponen al aire, reaccionan violentamente y pueden provocar incendios.

### ¿SABÍAS QUE...?

El **éter dietílico** o éter simplemente es un líquido incoloro muy volátil e inflamable, de olor muy penetrante, que hierve a 35 °C. Es menos denso que el agua y tiene poca solubilidad por la falta de hidroxilo. Fue utilizado en las intervenciones quirúrgicas hasta el siglo XX como anestésico.



El éter se usa como anestésico local al colocar piercings.

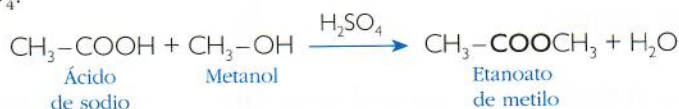


## La función éster

Los ésteres se obtienen de la reacción de un ácido carboxílico con un alcohol o con un fenol mediante una reacción llamada **esterificación**. Su fórmula general es la siguiente:



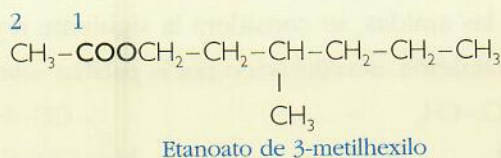
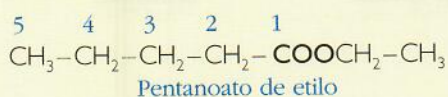
La reacción requiere de la presencia de un catalizador, que normalmente es el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



### La nomenclatura

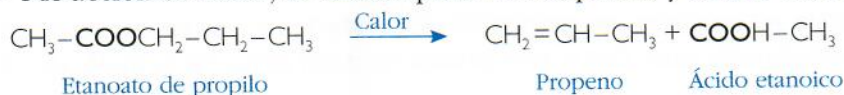
Para nombrar a los ésteres, se considera la siguiente regla:

Se cambia la terminación **-ico** de los ácidos que les dan origen por el sufijo **-ato**, seguido del radical alquilo.



### Las reacciones de los ésteres

- Por acción del calor, se descomponen en alquenos y ácidos carboxílicos.



- Por acción del agua, pueden desdoblarse en ácido y alcohol.



- Cuando un éster se combina con una base, origina una sal orgánica y un alcohol. Este proceso se denomina saponificación.



### Las propiedades y las aplicaciones de los ésteres

- Son menos solubles, pero más volátiles que los ácidos. Sus puntos de ebullición son más bajos que los ácidos de igual masa molecular porque no tienen grupo hidroxilo y, por lo tanto, no se establecen puentes de hidrógeno entre sus moléculas.
- Los ésteres de bajo peso molecular son líquidos incoloros y con olor agradable, semejantes al néctar de muchas flores y frutas. Se sintetizan para utilizarlos como saborizantes artificiales en refrescos, dulces y otras golosinas.

### ¿SABÍAS QUE...?

Cada vez que comes una golosina o alimento industrial con aromas artificiales estás degustando un éster con sabor y olor a fruta.



El olor de muchas frutas se debe a los ésteres que contienen.



# Las amidas y las aminas

La urea es una diamida que se encuentra en los seres vivos. Es el producto de excreción de los mamíferos, incluido el ser humano.

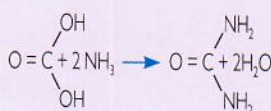
## La función amida

Las amidas son derivados de los ácidos carboxílicos que se forman al sustituir el OH del grupo carboxilo por un grupo amino ( $-\text{NH}_2$ ), constituyendo su grupo funcional característico ( $-\text{CO}-\text{NH}_2$ ). Se obtienen por deshidratación de las sales amoniacales de los ácidos orgánicos.



### PARA SABER MÁS

La **urea** es la amida más importante ( $\text{NH}_2-\text{CO}-\text{NH}_2$ ) y proviene del ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) y el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).



Ácido carbónico    Urea    Agua

Es un sólido cristalino soluble en agua y alcohol, pero insoluble en éter. Se encuentra en la orina de los mamíferos y por acción bacteriana se descompone en amoníaco.

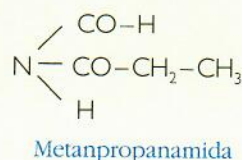
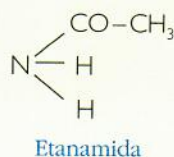
La urea se emplea en grandes cantidades en la fabricación de resinas, plásticos, fertilizantes, pinturas, barnices y otros. Su uso industrial consiste en la producción de sedantes conocidos como **barbitúricos**.



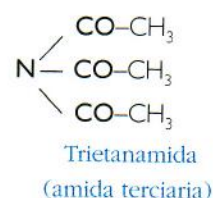
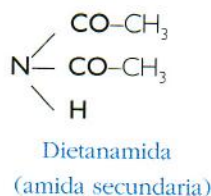
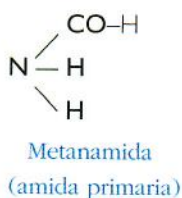
## La nomenclatura

Para nombrar a las amidas, se considera la siguiente regla:

Se cambia la terminación -oico del ácido por la palabra **-amida**.



Las amidas se clasifican en **primarias**, **secundarias** y **terciarias**, según se haya reemplazado uno, dos o tres átomos de hidrógeno en la molécula de amoníaco.



## Las reacciones químicas de las amidas

- Las amidas son compuestos muy estables. La principal reacción que ocurre en ellas es la **hidrólisis**.

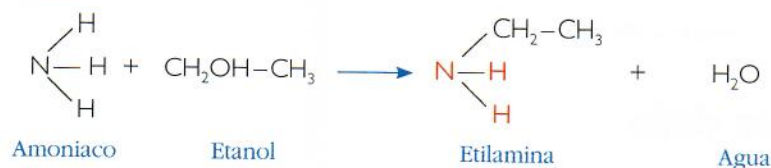


- Sus propiedades y aplicaciones.** La **metanamida** es líquida y todas las demás son sólidas. Las amidas son neutras y la unión entre carbono y nitrógeno se rompe fácilmente por la acción de los ácidos y bases. Por acción del bromo y el cloro, se transforman en aminas. La más importante es la **urea** o carbodiamida, que proviene del ácido carbónico.



## La función amina

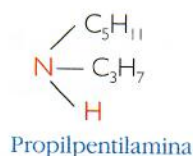
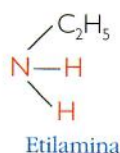
Las aminas son compuestos orgánicos nitrogenados, cuyo grupo funcional característico es el amino ( $-\text{NH}_2$ ). Teóricamente, resultan de la sustitución de los átomos de hidrógeno del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) por radicales alcohólicos o alquilos.



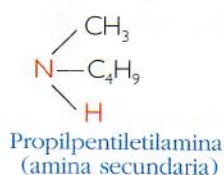
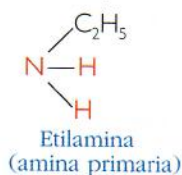
En la práctica, las aminas se obtienen de la reacción de los alcanos monohalogenados con el amoníaco:



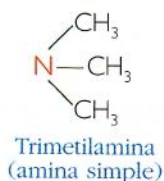
- **La nomenclatura común.** Se nombran anteponiendo a la palabra *amina* los nombres de los radicales alcohólicos o alquilos, empezando por el radical de cadena más corta.



- **La clasificación.** Se clasifican en primarias, secundarias y terciarias, según se hayan reemplazando uno, dos o tres átomos de hidrógeno:



Las aminas se clasifican en simples, si los hidrógenos se reemplazan por un solo tipo de radicales, y en mixtas, si tienen radicales diferentes:



### Las reacciones químicas de las aminas

- Las aminas son consideradas bases nitrogenadas derivadas del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y se comportan como bases débiles que se ionizan parcialmente en agua.



- También reaccionan frente a los ácidos fuertes para formar sales de amonio.



### GLOSARIO

#### Bases nitrogenadas.

Compuestos orgánicos que contienen nitrógeno y propiedades químicas de una base.

### ¿SABÍAS QUE...?

Las **aminas** son compuestos solubles en agua. Las de bajo peso molecular tienen un olor similar al amoníaco, y a medida que aumenta su tamaño, se parece más al del pescado podrido.

Las aminas aromáticas son materia prima para preparar colorantes. La más usada es la fenilamina o anilina. También existen las anfetaminas, sustancias que estimulan el sistema nervioso.



El olor característico de la carne descompuesta se debe a las aminas putrescina y cadaverina.



# Los nitrilos

Los nitrilos son empleados en la agricultura para la producción de fungicidas e insecticidas.

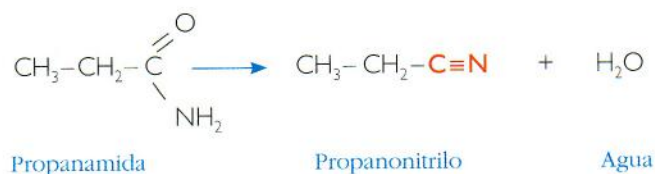
## La función nitrilo

Los nitrilos son **compuestos orgánicos nitrogenados**, llamados **cianuros**, que presentan el grupo funcional **ciano** ( $-\text{C}\equiv\text{N}$ ). Por ello, se suelen considerar derivados del cianuro de hidrógeno,  $\text{HCN}$ , al sustituir el átomo de hidrógeno por un radical alquilo.

Los nitrilos resultan de sustituir 3 átomos de hidrógeno de un carbono primario de un hidrocarburo por un átomo de nitrógeno trivalente. Por ejemplo, al sustituir 3 átomos de hidrógeno del etano por un átomo de nitrógeno, se forma el **etanonitrilo**:



También se obtienen por deshidratación de amidas en presencia de agentes químicos deshidratantes, como el óxido fosfórico:



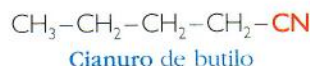
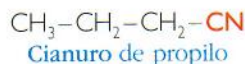
Los nitrilos se utilizan en la producción de guantes, solventes, colorantes y pesticidas.

## La nomenclatura

Los nitrilos se nombran agregando la palabra *nitrilo* al nombre del hidrocarburo:



También se pueden nombrar como derivados del **cianuro**. Por ejemplo:



## Las propiedades físicas

Los primeros nitrilos de la serie son líquidos incoloros, con olor a éter, algo solubles en agua. La solubilidad disminuye a medida que aumenta la cadena, de forma que los términos superiores son sólidos insolubles en agua, aunque sí son solubles en disolventes orgánicos.

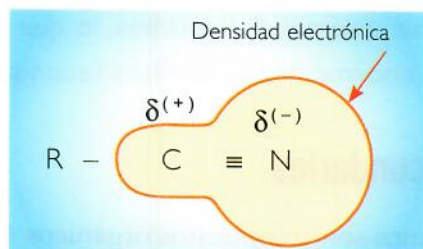
La gran polaridad del enlace  $\text{C}\equiv\text{N}$  justifica los elevados puntos de fusión y ebullición de estos compuestos, así como su solubilidad en el agua.



## Las propiedades químicas

Las propiedades químicas de los nitrilos vienen marcadas por el enlace triple  $C \equiv N$ .

El grupo ciano de los nitrilos, debido al triple enlace y a la diferencia de electronegatividad entre el átomo de carbono y el átomo de nitrógeno, presenta gran polaridad. Esto hace que los nitrilos se empleen como disolventes tanto de sustancias orgánicas como inorgánicas.



El grupo ciano, debido al triple enlace y a la diferencia de electronegatividad entre el átomo de C y el átomo de N, presenta una gran polaridad.

## Las reacciones químicas de los nitrilos

Los nitrilos sufren reacciones de hidrólisis, de hidrogenación y de sustitución en la posición alfa.

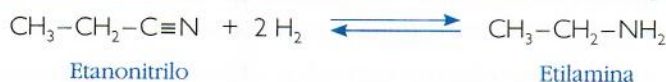
### • La hidrólisis

Los nitrilos se hidrolizan en medios ácidos o básicos para formar ácidos carboxílicos; en dicha reacción se forma la amida correspondiente, que en una etapa posterior también se hidroliza generando un ácido carboxílico.



### • La reducción de nitrilos a aminas

Por hidrogenación catalítica de nitrilos, se obtienen aminas primarias.



### • La reducción de nitrilos a aldehídos

Si se utiliza un reductor modificado como el hidruro de diisobutilo (DIBAL), el producto final de la reducción es un aldehído.



## Las aplicaciones

Los nitrilos se utilizan en la elaboración de fibras acrílicas y plásticas, y en la agricultura, para compuestos fungicidas e insecticidas. Uno de los más conocidos es el metanonitrilo o ácido cianhídrico, que se encuentra en las almendras amargas. Es muy venenoso, por ello, se emplea en la agricultura como fungicida o insecticida, y en metalurgia.



De las almendras amargas se extrae el metanonitrilo.



Los nitrilos se usan en la agricultura como fungicidas.





# Sustancias que aprovechamos de las plantas peruanas

El Perú presenta una gran diversidad de plantas, lo que hace posible encontrar una variedad enorme de metabolitos secundarios en ellas.

## Los metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios son **compuestos orgánicos** sintetizados por un organismo que **no tiene una función específica conocida** en el crecimiento o en la reproducción del mismo. Su ausencia puede afectarlo, pero no le impide sobrevivir.

Los metabolitos secundarios de las plantas intervienen en las interacciones ecológicas entre ellas y su ambiente. Así, la mayoría de los metabolitos secundarios cumplen funciones de defensa. También son utilizados para atraer a los polinizadores y a los dispersores de las semillas.

Se agrupan en cuatro clases principales:

- **Los terpenos.** Entre los que se encuentran las hormonas, los pigmentos y los aceites esenciales.
- **Los compuestos fenólicos.** Son compuestos que contienen al menos una molécula de fenol.
- **Los glucósidos.** Son compuestos que contienen moléculas de azúcares.
- **Los alcaloides.** Son el grupo más grande de metabolitos secundarios de plantas. Se encuentran en semillas, raíces, cortezas y hojas.

También se los llama **productos naturales** y tienen un importante y significativo valor medicinal y económico. Se utilizan en las industrias cosmética, alimentaria y farmacéutica. Además, el descubrimiento de sus propiedades biológicas ha alentado la investigación en la búsqueda de nuevas sustancias, como medicinas, insecticidas y herbicidas.

### ¿SABÍAS QUE...?

Tenemos aproximadamente 4400 plantas utilizadas para la medicina natural, la gastronomía, la cosmética, la industria y la exportación de productos orgánicos de gran demanda en el resto del mundo.



Luis Yupanqui

### Uña de gato

#### *Uncaria tomentosa*

Planta de la Amazonía con propiedades medicinales. Fortalece el sistema inmunológico y tiene propiedades antiinflamatorias. Se usan su corteza, su raíz, sus hojas y su tallo.

Presenta un gran número de metabolitos secundarios, en especial alcaloides, como la rincofilina, la mitrafilina y la uncarina.



Ernesto Jimenez

### Sangre de grado

#### *Croton lechleri*

Planta nativa de la Amazonía peruana, cuyo látex se utiliza desde tiempos ancestrales como cicatrizante de heridas externas, contra las úlceras, las inflamaciones y otras afecciones. El metabolito secundario que le otorga estas propiedades es el alcaloide taspina.



DIOMEDIA

© Santillana S.A.



**Maíz morado*****Zea mays***

Esta planta andina contiene diversas antocianinas, que pueden ser compuestos fenólicos o sus derivados. Se encuentran en las vacuolas de las células y otorgan el color morado a las corontas y a los granos. A ellos se les atribuye diversas propiedades como antioxidantes. Además, mejoran la circulación sanguínea.

Mylene d'Auriol

**Coca*****Erythroxylum coca***

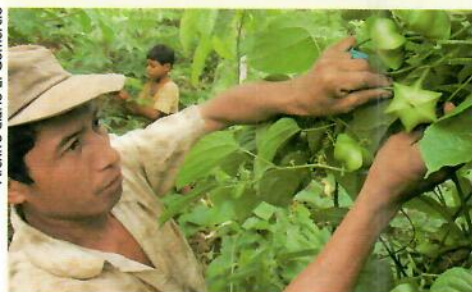
Esta planta de la selva alta ha sido utilizada desde tiempos prehispánicos por sus propiedades medicinales (estomacales y circulatorias) y como estimulante para evitar hambre, sed y fatiga en zonas de gran altitud. Sin embargo, también se puede extraer de ella la cocaína, un alcaloide que daña el sistema nervioso y es altamente adictivo.

Walter Wust

**Sacha inchi*****Plukenetia volubilis***

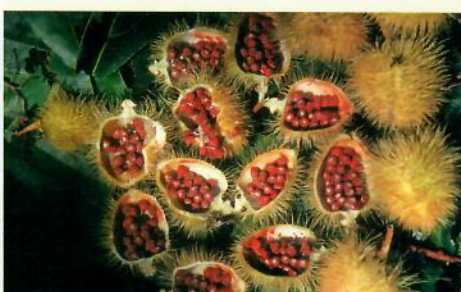
El aceite que se extrae de esta planta originaria de la Amazonía peruana es de alta calidad para la alimentación y la salud. Contiene gran cantidad de ácidos grasos insaturados, los más saludables para el consumo humano. Además, contiene diversos tipos de antioxidante.

Archivo diario El Comercio

**Achiote*****Bixa orellana***

De esta planta, que crece en las zonas tropicales del Perú y de América, se extrae la bixina, un éster de estructura compleja que se utiliza como colorante natural en la industria alimentaria. Además, se le atribuyen propiedades medicinales.

Mylene d'Auriol

**¿SABÍAS QUE...?**

Aunque muchas de sus funciones son aún desconocidas, uno de los principales usos de los metabolitos secundarios es medicinal. Dentro de las plantas peruanas encontramos una amplia variedad de aminos con propiedades medicinales. Por ejemplo, la **quinina** es un importante antipalúdico aislado de la corteza del árbol de la quina *Cinchona*.

Por otro lado, los **alcaloides**, compuestos nitrogenados de origen vegetal, son conocidos desde la antigüedad como álcalis vegetales, dado su carácter básico. El **opio**, del cual se obtienen numerosos alcaloides, como la **morfina**, la **heroína** y la **codeína**, se extrae de la amapola o adormidera, *Papaver somniferum*. Esta droga es un potente inhibidor del dolor. Sus propiedades analgésicas se conocen y han sido utilizadas, por lo menos desde el siglo XVII, sin embargo, produce una fuerte adicción. Actualmente, la codeína —éster metílico de la morfina— se usa en medicamentos contra la tos.

© Santillana S.A.



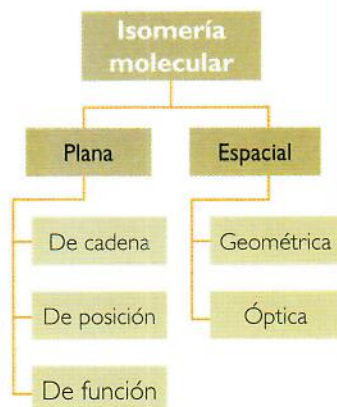
CORBIS

Árbol de la quina



# La isomería molecular

Algunas moléculas orgánicas pueden tener fórmulas moleculares idénticas, pero diferentes propiedades físicas y químicas.



## Los isómeros

Los isómeros son moléculas que tienen la misma fórmula global, pero diferente estructura. Para diferenciarlos se usan las **fórmulas estructurales**.

### La isomería plana o estructural

Presentan isomería plana o estructural aquellos compuestos cuyas diferencias estructurales solo se pueden explicar mediante sus fórmulas desarrolladas en el plano. Dentro de la isomería plana, se pueden distinguir tres tipos: de **cadena**, de **posición** y de **función**.

| Isomería de cadena                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Isomería de posición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Isomería de función                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ocurre en aquellos compuestos en los que varía la disposición de los átomos de carbono dentro de la molécula. Cambia, por lo tanto, la estructura de la cadena, que puede ser lineal o ramificada.                                                                                                                                                                                                                                  | Ocurre en aquellos compuestos que tienen la misma cadena y el mismo grupo funcional, pero que difieren en la posición donde está localizado dicho grupo.                                                                                                                                                                                                     | Ocurre en aquellos compuestos que tienen la misma fórmula molecular, aunque distinto grupo funcional. Las moléculas de butanal y butanona están formadas por una cadena lineal de cuatro carbonos, pero una presenta un grupo funcional aldehído, y la otra, un grupo cetónico.                                                                                   |
| $  \begin{array}{ccccccc}  & H & H & H & H & H & H \\  &   &   &   &   &   &   \\  H & -C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\  &   &   &   &   &   &   \\  & H & H & H & H & H & H  \end{array}  $ <p>Hexano</p><br>$  \begin{array}{ccccccc}  & H & H & H & H & H & H \\  &   &   &   &   &   &   \\  H & -C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\  &   &   &   &   &   &   \\  & H & CH_3 & H & H & H & H  \end{array}  $ <p>2-metilpentano</p> | $  \begin{array}{ccccccc}  & H & H & H & & & \\  &   &   &   & & & \\  H & -C & -C & -C & -OH \\  &   &   &   & & & \\  & H & H & H & & &   \end{array}  $ <p>1-propanol</p><br>$  \begin{array}{ccccccc}  & H & H & H & & & \\  &   &   &   & & & \\  H & -C & -C & -C & -H \\  &   &   &   & & & \\  & H & OH & H & & &   \end{array}  $ <p>2-propanol</p> | $  \begin{array}{ccccccc}  & H & H & H & H & & \\  &   &   &   &   & & \\  H & -C & -C & -C & -C=O \\  &   &   &   & & & \\  & H & H & H & & &   \end{array}  $ <p>Butanal</p><br>$  \begin{array}{ccccccc}  & H & H & & H & & \\  &   &   & &   & & \\  H & -C & -C & -C & -C & -H \\  &   &   & &    & & \\  & H & H & & O & &   \end{array}  $ <p>Butanona</p> |

Los isómeros estructurales tienen distintas propiedades físicas.

|                      | Isómeros de cadena |                | Isómeros de posición |            | Isómeros de función |          |
|----------------------|--------------------|----------------|----------------------|------------|---------------------|----------|
|                      | n-hexano           | 2-metilpentano | 1-propanol           | 2-propanol | Butanal             | Butanona |
| Puntos de fusión     | -95 °C             | -153,6 °C      | -126,5 °C            | -89,5 °C   | -99 °C              | -86,3 °C |
| Puntos de ebullición | 69 °C              | 60,3 °C        | 97,4 °C              | 82,4 °C    | 75,7 °C             | 79,6 °C  |
| Densidad (g/mL)      | 0,660              | 0,653          | 0,803                | 0,785      | 0,817               | 0,805    |

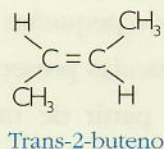
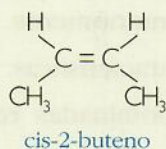


## La isomería espacial o estereoisomería

Presentan estereoisomería aquellos compuestos que se diferencian únicamente en la disposición espacial de sus átomos. Se necesitan fórmulas desarrolladas en el espacio para explicar las diferencias estructurales de estos compuestos. Dentro de la isomería espacial, se distinguen dos tipos: geométrica y óptica.

### Isomería geométrica

Es característica de compuestos orgánicos que poseen 2 carbonos unidos por un enlace doble, y que, a su vez, tienen dos sustituyentes idénticos o diferentes. Ellos pueden estar situados al mismo lado del doble enlace (cis) o en los lados opuestos (trans). Así, por ejemplo, el 2-buteno presenta dos isómeros geométricos.

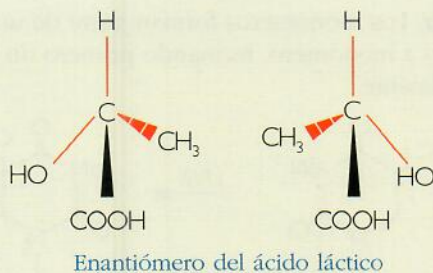


### Isomería óptica

Es característica de aquellos compuestos orgánicos que se diferencian únicamente por su comportamiento frente a la luz polarizada.

Los **isómeros ópticos**, también llamados enantiómeros, presentan propiedades físicas y químicas casi idénticas, pero desvían el plano de la luz polarizada en sentidos opuestos: uno a la derecha, llamado dextrógiro (+) o (D), y otro a la izquierda, llamado levógiro (-) o (L). La isomería óptica suele presentarse en aquellos compuestos que poseen uno o más carbonos asimétricos. Un carbono asimétrico o quiral es aquel que posee los cuatro sustituyentes distintos.

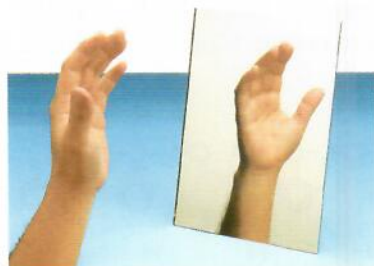
Ácido láctico:  $C_3H_6O_3$   
(Espejo)



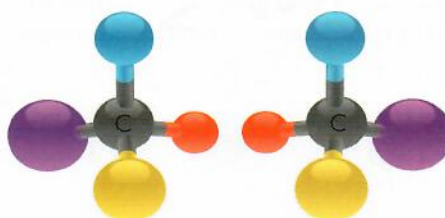
### PARA SABER MÁS

La luz está formada por ondas electromagnéticas cuya vibración se produce en todos los planos. La luz que vibra en un solo plano se llama **luz polarizada**.

Se obtiene haciendo atravesar la luz por filtros o cristales translúcidos especiales. Cuando la luz polarizada incide sobre un isómero óptico, las moléculas de este hacen girar el plano de luz en sentido horario o antihorario.



La zona iluminada de la mano mira hacia la derecha, mientras que en la imagen del espejo mira hacia la izquierda.



Representación del carbono quiral



# Polímeros y biomoléculas

## PARA SABER MÁS

Tras el descubrimiento del celuloide en 1864, la comunidad científica trató de obtener polímeros con propiedades semejantes a los ya existentes en la naturaleza. En la actualidad, durante la fabricación de un polímero se pueden añadir plastificantes, para aumentar flexibilidad y resistencia, o pigmentos colorantes, para lograr un color determinado. Por ello, los polímeros artificiales constituyen un continuo aporte de nuevos materiales con los que se pueden fabricar multitud de objetos con propiedades diferentes.



Los polímeros son macromoléculas orgánicas que se emplean para fabricar los plásticos, las telas, el tecnopor, las llantas, los juguetes y muchos productos que usamos a diario.

## Los polímeros

Los polímeros son macromoléculas orgánicas formadas por la unión de cientos o miles de pequeñas unidades llamadas **monómeros**.

Estas macromoléculas presentan las siguientes características:

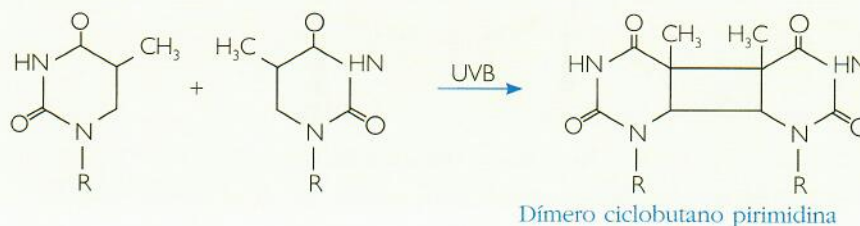
- Se forman a partir de una serie de las denominadas **reacciones de polimerización**.
- Se conectan unas con otras mediante **enlaces covalentes** que mantienen unidas a sus moléculas.
- Son sustancias de **alto peso molecular**.
- Algunas de ellas **conforman estructuras orgánicas**.
- Son **compuestos flexibles** por la posibilidad de desplazamiento de unas cadenas sobre otras.

## Las reacciones de polimerización

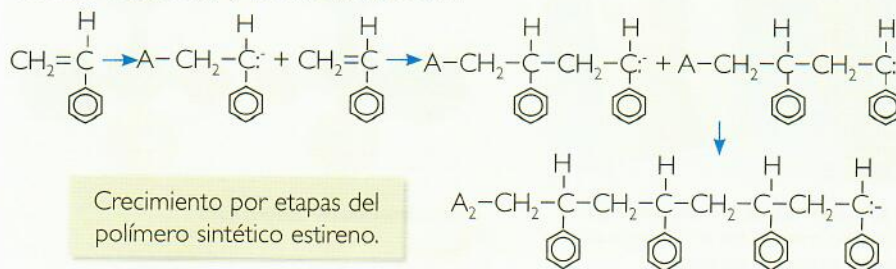
Las reacciones de polimerización son reacciones en las que, como resultado de la unión de monómeros, se forma otra molécula de gran tamaño: el polímero.

Pueden ser en cadena o de crecimiento por etapas.

**Reacciones en cadena.** Los monómeros forman parte de una cadena que se incrementa monómero a monómero, formando primero un dímero, luego un trímero, y así sucesivamente.



**Reacciones de crecimiento por etapas.** El polímero se forma por la unión de cadenas ya sintetizadas de oligómeros: un dímero con un trímero, un trímero con un tetrámero, y así sucesivamente.



## GLOSARIO

**Oligómero.** Cadena finita de monómeros.



## Las clases de polímeros

Según su origen, los polímeros se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Los polímeros naturales.** Proceden de los seres vivos. Son llamados biomoléculas. Por ejemplo, el almidón y la celulosa son carbohidratos; el caucho y la seda, proteínas; y el ARN, un ácido nucleico.
- **Los polímeros sintéticos.** Se obtienen artificialmente, ya sea en un proceso industrial o en un laboratorio. Por ejemplo, el rayón, el nailon, el caucho sintético y el poliuretano.

## Las biomoléculas

La mayor parte de la materia orgánica está constituida por moléculas complejas de gran tamaño. Estas macromoléculas orgánicas, llamadas **biomoléculas**, están presentes en todos los organismos vivos, desde bacterias, protistas y otros microorganismos hasta organismos superiores, como hongos, animales y plantas.

Las biomoléculas forman las estructuras complejas de los organismos y cumplen diversas funciones. Por ejemplo, el ADN es una biomolécula muy compleja que contiene toda la información genética de un ser vivo, mientras que el caucho es un polímero natural mucho más simple y posee una función menos exigente.

Todas las biomoléculas proceden de moléculas inorgánicas sencillas del tipo  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{N}_2$ . Estas originan, a su vez, moléculas de mayor masa, que, enlazadas unas con otras, forman largas cadenas y generan la enorme diversidad de macromoléculas existentes.

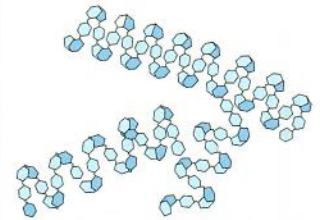
Moléculas inorgánicas  
 $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$



Monómero



Macromolécula  
natural



Biomolécula ramificada  
de glucógeno

Las biomoléculas que constituyen la materia viva forman cuatro grandes grupos.

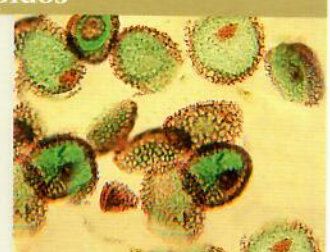
### Carbohidratos

Son la fuente de energía en los seres vivos. En las plantas, la celulosa da rigidez a la estructura celular.



### Lípidos

Son parte de la estructura de los seres vivos y son componentes esenciales de las membranas celulares.



### Proteínas

Son componentes característicos de los seres vivos. Cumplen funciones diversas. En los insectos, la quitina recubre el cuerpo.



### Ácidos nucleicos

Son los portadores de la información hereditaria de todos los organismos vivos. Determinan qué tanto nos parecemos unos a otros.



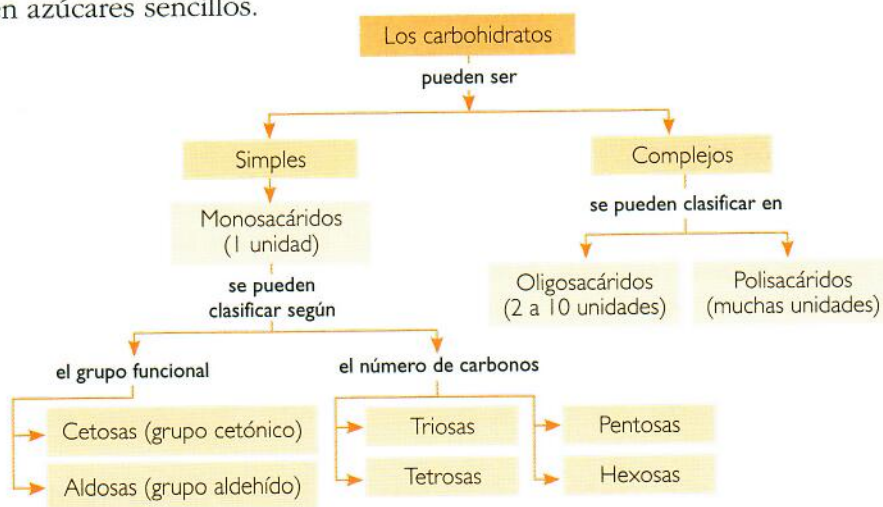


# Los carbohidratos

Anteriormente, se les conocía como glúcidos o hidratos de carbono, debido a que en su fórmula mínima los átomos de hidrógeno y oxígeno están unidos entre sí.

## Las características de los carbohidratos

Los carbohidratos se definen como grupos funcionales mixtos, formados por hidroxilos ( $-OH$ ) y grupos carbonilos provenientes de los alcoholes y las cetonas o los aldehídos, respectivamente. En su mayoría, los carbohidratos son elaborados por las plantas durante la fotosíntesis, un proceso complejo mediante el cual el dióxido de carbono del ambiente se convierte en azúcares sencillos.



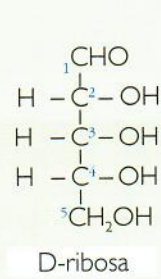
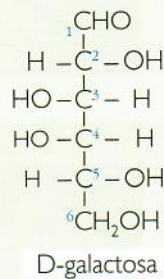
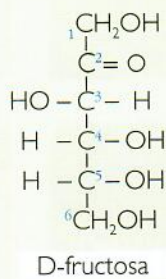
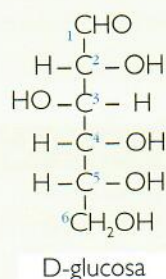
## Los monosacáridos

Los monosacáridos son moléculas de fórmula  $(CH_2O)_n$ , en las cuales  $n \geq 3$ . La mayoría de sus átomos poseen un **grupo hidroxilo**.

Los monosacáridos más importantes son la **glucosa**, la **fructosa**, la **galactosa** y la **ribosa**. Todas ellas están presentes en el metabolismo de los organismos en su forma estereoisómera (+), conocida también como D.

### PARA SABER MÁS

La **glucosa** es uno de los componentes de los azúcares de las uvas.



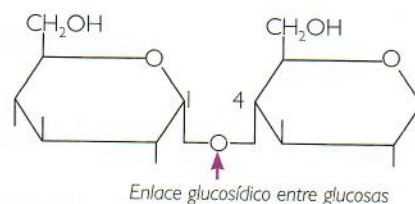
Los monosacáridos son muy solubles en agua e insolubles en solventes apolares, debido a que tienen varios grupos  $-OH$ . Además, pueden formar éteres o ésteres.



Los grupos carbonilo de las aldosas reaccionan positivamente con los reactivos de Fehling y Tollens, permitiendo diferenciar entre azúcares reductores (aldosas y algunas cetosas) y azúcares no reductores (cetosas y algunos disacáridos).

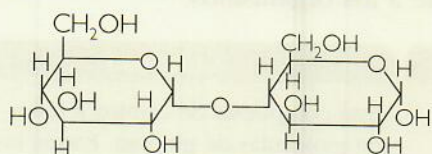
## Los oligosacáridos

Los oligosacáridos son moléculas constituidas por 2 a 10 monosacáridos, unidos por **enlaces glucosídicos**, donde un átomo de oxígeno conecta dos monosacáridos. La unión se produce mediante la pérdida de una molécula de agua. Los disacáridos constituyen el grupo más importante de oligosacáridos. Los principales disacáridos son la **maltosa**, la **sacarosa** y la **lactosa**.



### Maltosa

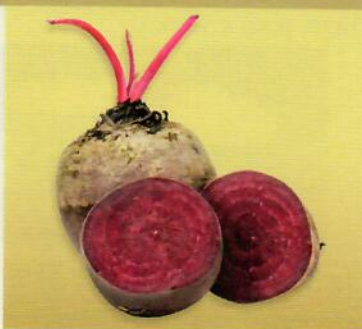
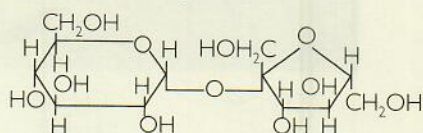
Constituye la molécula del almidón y está formada por **dos D-glucosa**. Se encuentra en los granos germinados de cebada. La germinación de estos granos, conocidos como malta, se usa en la fabricación de bebidas como la cerveza.



Shutterstock

### Sacarosa

Es el azúcar de mesa. Está formada por una molécula de **D-glucosa** y una de **D-fructosa**. Se halla presente en la caña de azúcar, por eso, también se la llama azúcar de caña. Se encuentra, además, en la beterraga.



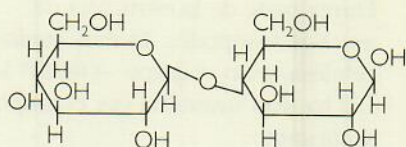
### ¿SABÍAS QUE...?



La **sacarosa** ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), el azúcar ordinario, está formada por la unión de dos anillos. Se extrae de la caña de azúcar y de la beterraga.

### Lactosa

Es llamada azúcar de la leche. Está formada por una **D-glucosa** y una **D-galactosa**. Se encuentra en la leche de los mamíferos (de 4,5 a 6% en la leche de vaca) y no existe en otra fuente natural.



### PARA SABER MÁS

La **intolerancia a la lactosa** se presenta cuando el intestino delgado no produce una enzima llamada lactasa. Por tal motivo, no se puede digerir la lactosa. Los síntomas son dolor abdominal, diarrea y exceso de gases en el abdomen. Al retirar la leche de la dieta, debe ser reemplazada por otra fuente de calcio y proteínas.

### GLOSARIO

**Enzima.** Proteína que participa en la mayoría de procesos químicos en los organismos.



# Los polisacáridos

La madera de los troncos de los árboles está conformada principalmente por celulosa, un polisacárido de glucosa. El pan es un alimento rico en energía que se compone de almidón, otro polisacárido de glucosa.

## Las características de los polisacáridos

Los polisacáridos son compuestos complejos formados por muchas moléculas de monosacáridos, por lo que presentan un **peso molecular elevado**. A diferencia de los demás carbohidratos, no tienen sabor dulce, suelen ser insolubles en agua y, debido al gran tamaño de sus moléculas, al disolverse forman coloides.

Los polisacáridos sirven como reserva de energía y constituyen estructuras rígidas y resistentes que dan soporte a los organismos.

### GLOSARIO

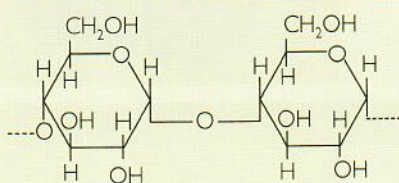
**Coloide.** Estado de la materia en el que un sólido o un líquido está disperso en otro.

### Almidón

Está constituido por 2 polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. Es usado por las plantas para almacenar sus azúcares. Se encuentra en semillas, trigo, papa y yuca.

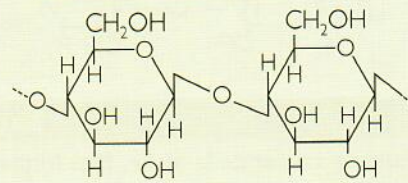


Ernesto Jimenez



### Celulosa

Está compuesta de cientos a miles de moléculas de glucosa. Forma las paredes celulares de los vegetales y sus tejidos de sostén. Da lugar a fibras como el algodón.



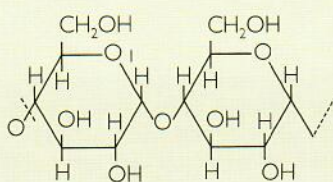
### PARA SABER MÁS



Las semillas y las raíces de las plantas contienen almidón. En este, los anillos se repiten, ramificándose, entre unas 300 a 1000 veces.

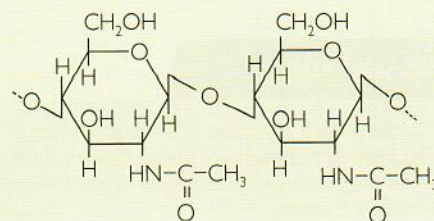
### Glucógeno

Está formado por miles de moléculas de glucosa, que forman cadenas muy ramificadas. Es la molécula de almacenamiento de energía de los animales. Se acumula en el hígado y en los músculos.



### Quitina

Forma parte de la estructura de muchos artrópodos. Es muy similar a la celulosa, pero el grupo  $-OH$  del átomo C-2 ha sido sustituido por el grupo acetilamino.



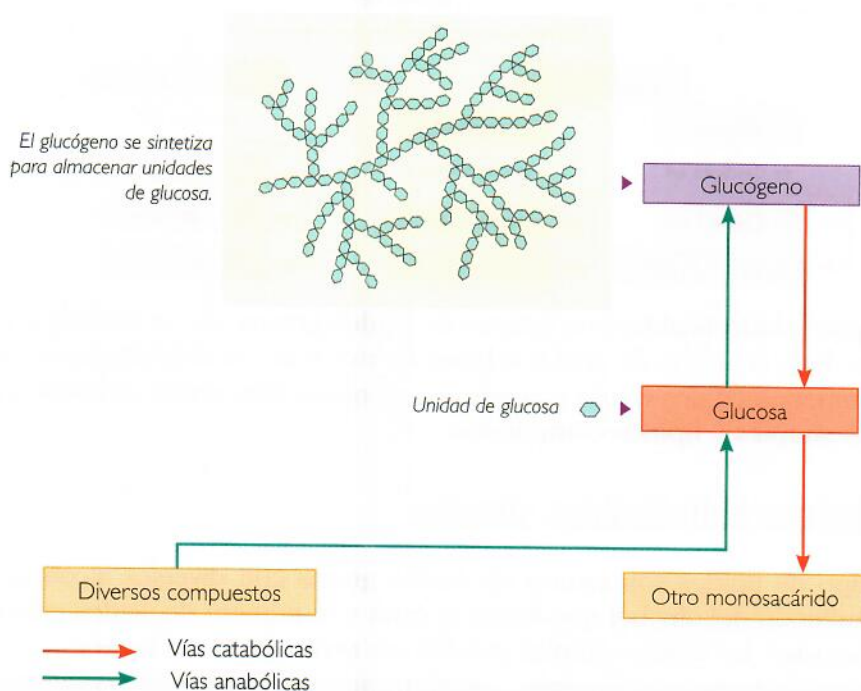


## El metabolismo de los carbohidratos

El metabolismo es el conjunto de transformaciones que ocurren en un organismo vivo, en el que intervienen las enzimas. Las **vías catabólicas** son las que descomponen los compuestos en sus unidades más simples. Las **vías anabólicas** son las que elaboran compuestos complejos a partir de moléculas simples.

A **nivel extracelular**, el metabolismo de los carbohidratos tiene lugar en la digestión (salivar, gástrica e intestinal) y en la absorción de los monosacáridos por la sangre.

A **nivel intracelular**, los diferentes monosacáridos son convertidos en glucosa, que es el principal combustible celular. Todos los seres vivos degradan la glucosa mediante la **glucólisis** (vía catabólica). Para almacenar glucosa, se sintetiza glucógeno a través de la **glucogenogénesis** (vía anabólica). Así, cuando se requiere glucosa, si no está ingresando con los alimentos, se degrada el glucógeno (**glucogenólisis**). Además, se puede obtener glucosa transformando algunos compuestos (**gluconeogénesis**).



### PARA SABER MÁS

El **almidón** es un polisacárido muy abundante en los alimentos de origen vegetal: papas, arroz, trigo, legumbres, etc. De hecho, constituye la principal fuente de energía de los seres humanos.

La presencia de almidón en los alimentos se reconoce porque produce un intenso color azul con el reactivo de lugol. Este reactivo no es más que yodo disuelto en una disolución previa de yoduro potásico, algo similar a la tintura de yodo que probablemente tengas en el botiquín de tu casa.

Por otro lado, sobre el almidón actúan enzimas digestivas que lo transforman en glucosa. Una de estas enzimas es la ptialina, presente en la saliva.

El almidón se emplea a veces fraudulentamente para abaratar costos en la fabricación de algunos alimentos procesados, como queso, jamón cocido, salchichas, etc. Dicha práctica es perseguida legalmente porque engaña al consumidor acerca de las características del producto adquirido.



La papa



# Los lípidos



La cera de las abejas y la mantequilla son lípidos.

Los lípidos conforman un grupo de compuestos orgánicos con estructuras químicas diversas, todas son insolubles en agua y solubles en compuestos no polares. Sus funciones en los seres vivos son variadas.

## Estructura y clasificación de lípidos

Los lípidos conforman un grupo de sustancias orgánicas con estructuras químicas diversas, pero que tienen en común una característica: la mayoría son insolubles en agua y muy solubles en compuestos no polares, como el éter, el cloroformo o el benceno.



Los lípidos hidrolizables son ésteres de ácidos grasos que se caracterizan porque bajo la acción de ácidos o bases fuertes o de enzimas digestivas se descomponen en dos o más compuestos menores. Este grupo se divide en lípidos simples y lípidos compuestos.

## Los lípidos hidrolizables simples

Este tipo de lípidos son ésteres de ácidos grasos con diversos alcoholes. Dependiendo del alcohol que forme el éster y el número de ácidos grasos involucrados, los lípidos simples pueden ser **ceras**, **grasas** y **aceites**.

Composición de algunas grasas y aceites

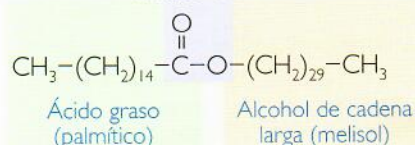
| Fuente                   | Ácidos grasos |    |    |    |
|--------------------------|---------------|----|----|----|
|                          | A             | B  | C  | D  |
| <b>Grasas animales</b>   |               |    |    |    |
| Manteca                  | 25            | 15 | 50 | 6  |
| Mantequilla              | 25            | 10 | 25 | 5  |
| Grasa humana             | 25            | 8  | 46 | 10 |
| <b>Aceites vegetales</b> |               |    |    |    |
| Maíz                     | 10            | 4  | 35 | 45 |
| Oliva                    | 5             | 5  | 80 | 7  |

Donde A: palmítico, B: esteárico, C: oleico, D: linoleico

### Ceras

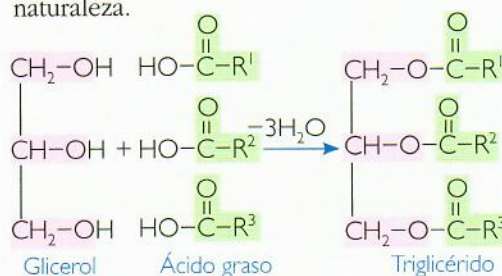
Son ésteres de ácidos grasos con alcoholes de cadena larga, por lo general, entre 24 y 36 carbonos. Las secciones polares de ambas moléculas se unen en el enlace éster, haciéndolas insolubles en agua. Por ejemplo, la cera de las abejas está compuesta principalmente por palmitato de melisilo.

Enlace éster



### Grasas y aceites

Son ésteres de glicerol, un compuesto con tres grupos -OH y ácidos grasos. De acuerdo con el número de ácidos grasos que se unan al glicerol, podemos tener **mono**-, **di**- o **triglicéridos**, siendo estos últimos los más abundantes en la naturaleza.





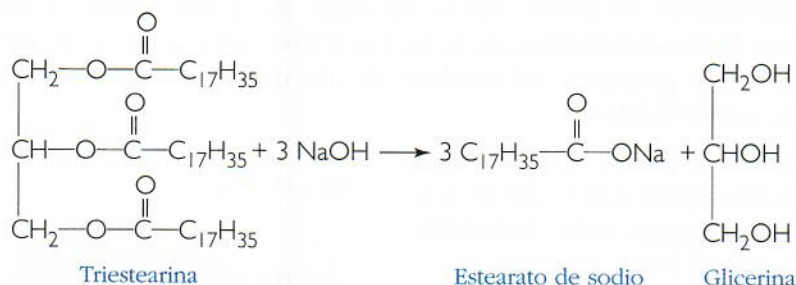
## Las propiedades físicas

Las grasas son normalmente de origen animal, como la mantequilla, mientras que los aceites provienen de fuentes vegetales, como el aceite de maíz. En general, los lípidos simples son sustancias de color blanco o amarillento, untuosos al tacto e insípidos y menos densos que el agua. En cuanto al estado de agregación, a temperatura ambiente los aceites son líquidos y las grasas son sólidas. Algunos presentan un olor característico, como el aceite de linaza y de coco o la mantequilla.

## Las propiedades químicas

- **La saponificación.** Cuando una grasa es tratada con una solución alcalina fuerte, por ejemplo, de KOH o NaOH, se produce su hidrólisis, dando como productos glicerol y las sales alcalinas de los ácidos grasos.

Por ejemplo, la hidrólisis de triestearina con NaOH produce estearato de sodio y glicerina:



Estas sales (por ejemplo, el estearato de sodio) constituyen los jabones. Específicamente, las sales sódicas de los ácidos grasos se conocen como **jabones duros**, mientras que las sales potásicas son **jabones blandos**. Las barras de jabón corriente, de uso doméstico, son jabones sódicos.

## Las funciones de los lípidos simples en los seres vivos

La principal función de las ceras es servir como capas protectoras e impermeabilizantes. Así, las plumas, la piel, las hojas y muchos frutos poseen cubiertas cerosas que impiden la entrada y salida de agua, y protegen contra parásitos y daños mecánicos. Los acilgliceroles y específicamente los triglicéridos tienen tres funciones principales en los seres vivos:

- **Almacenamiento de carbono y energía.** En el tejido adiposo de los animales, se acumulan grandes cantidades de ácidos grasos para ser usados como fuente de energía en casos de necesidad. El catabolismo de las grasas proporciona mayor cantidad de energía que el de los azúcares, por lo que aquellas constituyen la principal fuente energética cuando se realiza ejercicio extenuante.
- **Protección contra daños mecánicos y bajas temperaturas.** Las capas de tejido adiposo constituyen además una eficaz protección contra golpes o las bajas temperaturas.



Los animales que viven en climas fríos poseen una gruesa capa de tejido adiposo que funciona como aislante térmico y, en menor medida, también como protección mecánica.

### ¿SABÍAS QUE...?

La acción de las bacterias sobre la mantequilla causa su enranciamiento y se debe a la hidrólisis de los triglicéridos. La refrigeración retarda la acción de las bacterias y permite conservar el producto durante más tiempo.





# Los lípidos compuestos

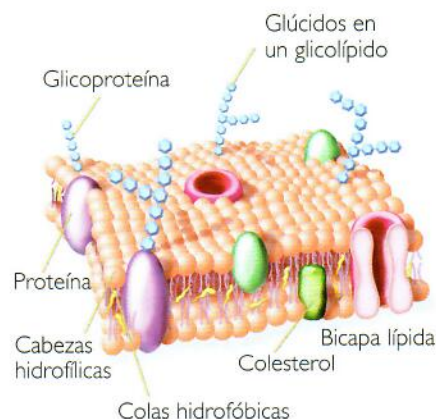
En el organismo, los lípidos tienen una función estructural, de reserva y de transporte.

## Los lípidos hidrolizables compuestos

Estos lípidos son ésteres de ácidos grasos que contienen otros grupos químicos, además del alcohol y el ácido graso. A continuación, su clasificación:

- **Los fosfolípidos.** Contienen, además de ácidos grasos y un alcohol, un grupo fosfato ( $\text{HPO}_4$ )<sup>-2</sup> y un aminoalcohol como colina ( $\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}-(\text{CH}_3)_3$ ) o serina ( $\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ ). Se conocen dos tipos de fosfolípidos: **fosfoglicéridos** y **esfingolípidos**.
- **Los glicolípidos.** Algunos son similares a los fosfoglicéridos y otros a los esfingolípidos; en ambos casos, en lugar del grupo fosfato poseen un azúcar. Están distribuidos en todos los tejidos del cuerpo, especialmente en el tejido nervioso del cerebro, de ahí que se los conozca también como **cerebrósidos**.

La membrana celular está formada por dos láminas de moléculas de fosfoglicéridos, cuyas colas hidrofóbicas (apolares) están próximas o colindantes, mientras que sus cabezas hidrofílicas (polares) están expuestas hacia el lado exterior e interior de la célula. Además de fosfoglicéridos, las membranas celulares contienen colesterol, glicolípidos, glicoproteínas, carbohidratos y proteínas.



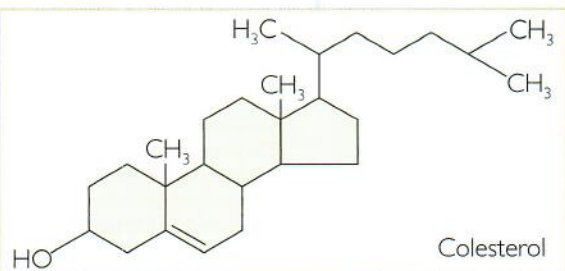
## Los lípidos no hidrolizables

Estos lípidos se caracterizan porque en su composición no intervienen los ácidos grasos. **No experimentan hidrólisis** cuando son tratados con ácidos o bases fuertes, esto se debe a que **no contienen grupos éster**.

El grupo incluye compuestos con estructuras diversas, en las que intervienen con frecuencia hidrocarburos cíclicos y largas cadenas de hidrocarburos.

### GLOSARIO

**Sales biliares.** Compuestos elaborados por el hígado para favorecer la digestión.



### Esteroides

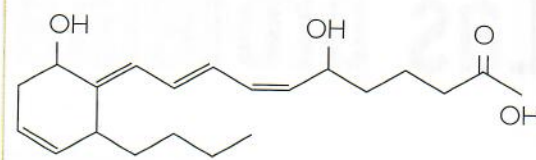
Son derivados de alcoholes cíclicos de peso molecular elevado. Se encuentran en todas las células vivas y su estructura base es el ciclopentanoperhidrofenantreno, llamado también núcleo de esteroides.

El colesterol es el esteroide más importante en los animales. A partir de él, se sintetizan las sales biliares y las hormonas esteroideas. Las lipoproteínas contienen colesterol. La vitamina D pertenece a este grupo.



### Eicosanoides

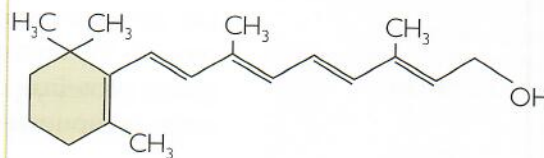
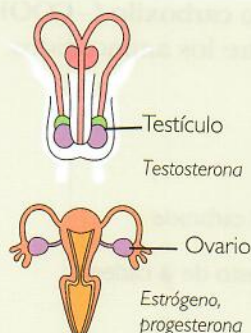
Son derivados de ácidos grasos poliinsaturados (con muchas insaturaciones) de 20 carbonos. Dependiendo de los sustituyentes que presente la estructura inicial, hay tres tipos: leucotrienos, tromboxanos y prostaglandinas. Estas últimas participan en la respuesta inflamatoria y en la regulación de la temperatura corporal.



Leucotrieno

### Terpenoides

Son polímeros del isopreno (2-metil-1,3-butadieno) y sus derivados oxigenados. Se obtienen de las plantas como aceites y resinas. En este grupo están las vitaminas A, E y K, y los carotenoides.

Vitamina A<sub>1</sub> (retinol)

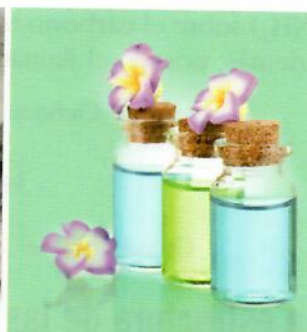
#### Hormonas esteroideas

Incluyen a los corticosteroides y a las hormonas sexuales.



#### Eicosanoides

Muchos derivan de ácidos grasos omega-3, como el presente en aceite de pescado, usado como suplemento esencial.



#### Terpenoides

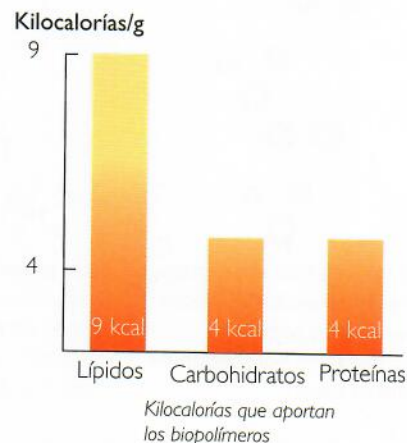
Son comunes en la mayoría de aceites esenciales.

## El valor energético de los alimentos

Los seres humanos obtenemos energía a través de una combinación de alimentos de origen vegetal y animal. Esta energía es utilizada en múltiples procesos, desde la transmisión de mensajes del cerebro hacia los músculos y el mantenimiento de la temperatura del cuerpo hasta la circulación sanguínea.

El valor energético de los alimentos se mide en calorías (o kilocalorías). Una caloría equivale a 4,18 *joules*. Para desarrollar sus actividades diarias, un hombre joven necesita aproximadamente 2900 kilocalorías, y una mujer, 2490 kilocalorías. Estos valores están sujetos a modificaciones en función de las actividades particulares que realicen las personas y otras características como la talla.

El consumo en exceso de alimentos altamente energéticos o la ingesta de ciertos tipos de lípidos trae consigo diversos problemas de salud. Una dieta saludable y una actividad física adecuada a la edad y condición de la persona ayudan a evitar estas dificultades.

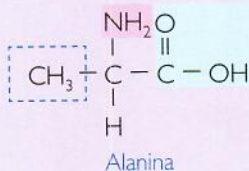
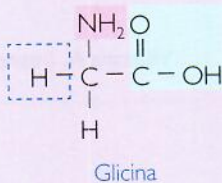




# Las proteínas

## ¿SABÍAS QUE...?

En los organismos vivos, se encuentran unos 20 aminoácidos que difieren en el grupo radical, R.



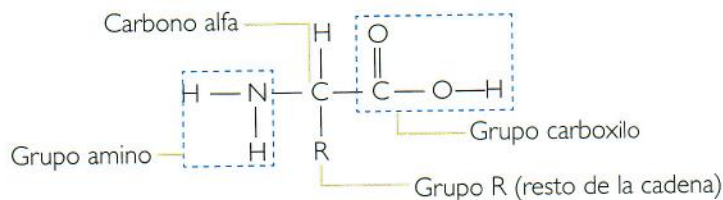
Los aminoácidos son como los ladrillos de una construcción a partir de los cuales se fabrican las proteínas.

## Las características de las proteínas

Las proteínas son las **moléculas más complejas** y variadas que encontramos en los organismos. Son compuestos formados por C, H, O, N y S. Algunas proteínas contienen Fe, Zn, Cu o Mg en su estructura. Las proteínas están compuestas por unidades monómeras llamadas **aminoácidos**.

### Los aminoácidos

Los aminoácidos son **ácidos carboxílicos** que tienen un **grupo amino** ( $\text{NH}_2$ ) sobre el **carbono  $\alpha$** , carbono próximo al **grupo carboxilo** ( $-\text{COOH}$ ). Además, poseen el llamado **grupo R**, que difiere entre los aminoácidos.



## La estructura de las proteínas

La actividad de las proteínas **depende de su disposición espacial**, la cual necesita, a su vez, de una serie de uniones intramoleculares, como los **enlaces peptídicos** entre los aminoácidos, los **puentes de hidrógeno** y las **fuerzas de Van der Waals**.

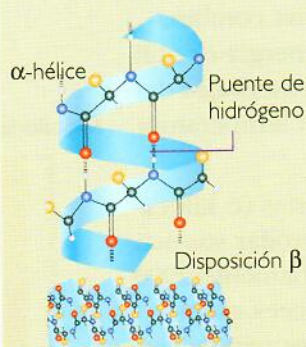
Las proteínas, en su conformación, pasan por diferentes etapas estructurales, conocidas como **primaria**, **secundaria**, **terciaria** y **cuaternaria**.

### Estructura primaria



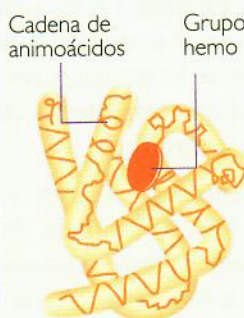
Es la estructura que componen los aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, formando un **polipéptido de cadena lineal**.

### Estructura secundaria



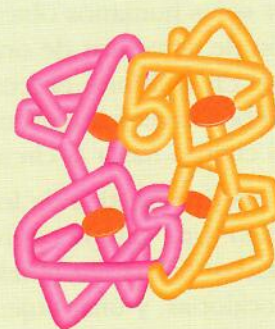
Es la **primera estructura espacial** que adopta el polipéptido, la cual puede ser  $\alpha$ -hélice, formando un solenoide, o  $\beta$ , también llamada hoja plegada o laminar.

### Estructura terciaria



Es la **disposición espacial** de las estructuras secundarias. Puede ser **globular**, o plegada sobre sí misma (hemoglobina), o **filamentosa**, sin plegamientos (queratina).

### Estructura cuaternaria



Corresponde a las **asociaciones** que establecen entre sí diferentes unidades proteicas. Por ejemplo, la hemoglobina está formada por un total de cuatro subunidades.

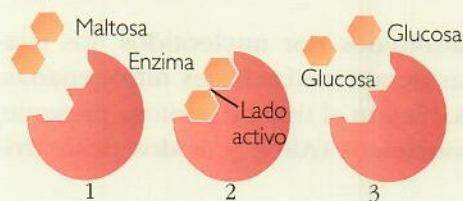


## Las funciones de las proteínas

Las proteínas cumplen numerosas funciones en los organismos vivos. Constituyen cerca del 50% del peso seco de la mayoría de los organismos. Las principales funciones son **enzimática**, **de defensa**, **de transporte** y **estructural**.

### Función enzimática

Las enzimas catalizan la mayoría de procesos biológicos de los organismos. Emplean las condiciones presentes para realizar las diversas reacciones químicas a grandes velocidades.



Mecanismo de una reacción simple

### Función de defensa

Los anticuerpos son proteínas de defensa contra organismos o compuestos peligrosos. Tienen estructuras que reconocen a las proteínas de los organismos agresores.



Las vacunas generan anticuerpos contra posibles enfermedades.

### Función de transporte

Algunas proteínas transportan sustancias de un lugar a otro en el organismo.



La hemoglobina de los glóbulos rojos transporta el oxígeno hacia todas las células.

### Función estructural

Las proteínas constituyen muchas estructuras de soporte y protección, como las uñas, el pelo, la piel, los tendones y los músculos.



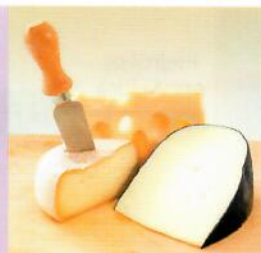
Las telas de arañas están formadas por proteínas.

## La desnaturalización de las proteínas

La estructura de una proteína es muy sensible y se altera cuando se somete a cambios de pH o de temperatura. Este proceso se conoce como **desnaturalización**. Por ejemplo, cuando cocemos un huevo, la albúmina se desnaturaliza, transformándose en un compuesto sólido e insoluble en agua.

### ¿SABÍAS QUE...?

Las **enzimas** tienen diversas **aplicaciones en la industria**. Se pueden obtener de fuentes animales, vegetales y, principalmente, de microorganismos. Se usan en la industria alimentaria para la fabricación de productos lácteos, procesamiento de carnes, y en la planificación y producción de vinos, cervezas y bebidas no alcohólicas. También son utilizadas en la industria farmacéutica para producir antibióticos, el tratamiento de desechos y en la elaboración de detergentes.

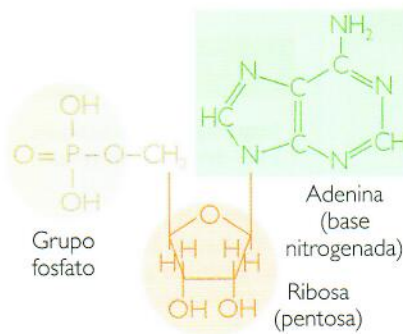


El huevo es muy rico en proteínas. Al cocerlo, la albúmina se desnaturaliza.



# Los ácidos nucleicos

Los ácidos nucleicos son macromoléculas encargadas de almacenar y transmitir la información genética de una generación a otra y de la elaboración de proteínas.



Estructura de un nucleótido

## El nucleótido

Los ácidos nucleicos están constituidos por **nucleótidos**, los cuales presentan estructuras cíclicas denominadas **bases nitrogenadas**, una **pentosa** y un **grupo fosfato**. Según el tipo de pentosa presente, se distingue entre **ácidos ribonucleicos (ARN)** y **ácidos desoxirribonucleicos (ADN)**.

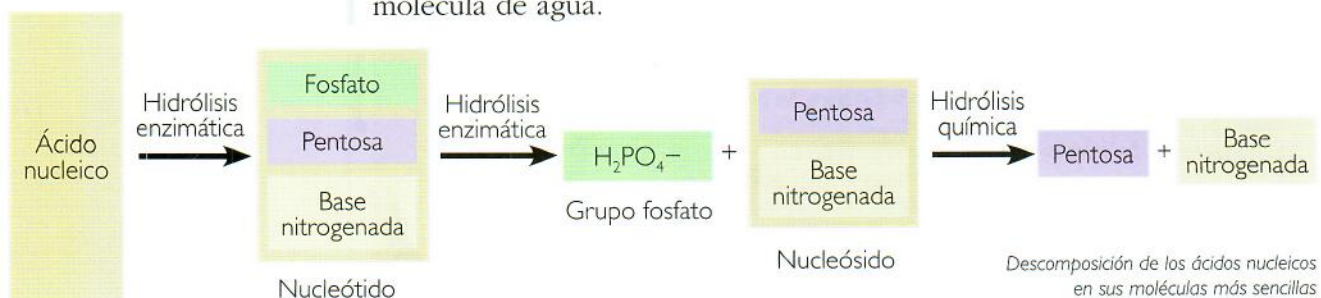
|             | Bases nitrogenadas                            | Pentosas            | Grupo fosfato                   |
|-------------|-----------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Pirimidinas | <br>Citosina (C)<br>Timina (T)<br>Uracilo (U) | <br>Ribosa          | <br>Molécula de ácido fosfórico |
| Purinas     | <br>Guanina (G)<br>Adenina (A)                | <br>2-desoxirribosa |                                 |

Las bases nitrogenadas son estructuras cíclicas que contienen nitrógeno, además de carbono. Aquellas que forman parte de los ácidos nucleicos pertenecen a dos grupos: las **pirimidinas** y las **purinas**.

Las pentosas presentes en los ácidos nucleicos son de dos tipos: la **ribosa** y la **desoxirribosa**. Sus carbonos se denotan como 1', 2', etc., para diferenciarlos de las bases nitrogenadas.

La unión de un carbono de la pentosa con un nitrógeno de la base nitrogenada forma un **nucleósido**.

La adición de un grupo fosfato a un nucleósido da lugar a la formación de un **nucleótido**. Esto se lleva a cabo mediante una reacción tipo éster entre un grupo -OH de la pentosa y un grupo -OH del fosfato, liberando una molécula de agua.



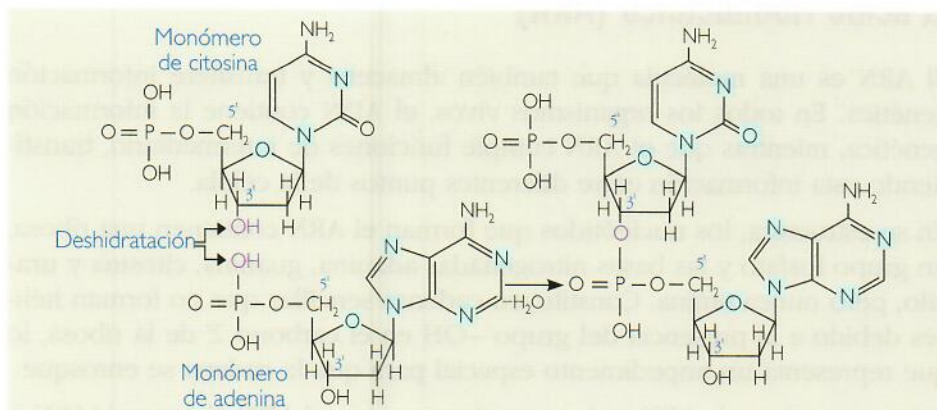


## El ácido desoxirribonucleico (ADN)

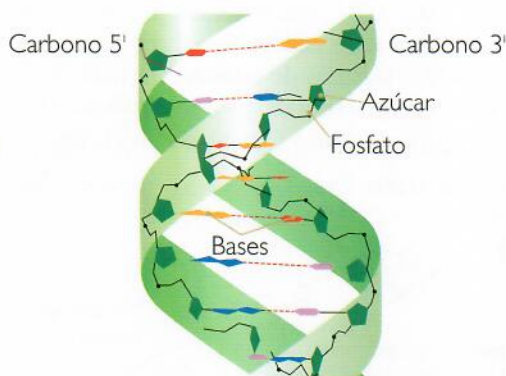
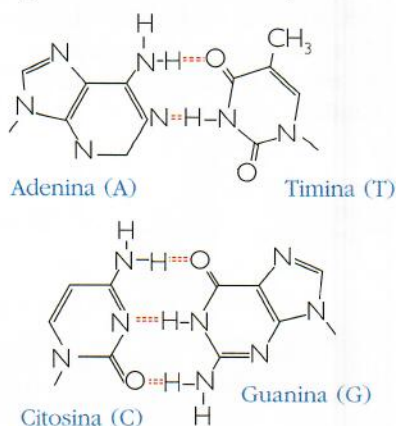
El ADN contiene la información genética que determina las características de un individuo. Es replicado antes de cada división celular.

Los nucleótidos del ADN están compuestos por una molécula de desoxirribosa, un grupo fosfato y una base nitrogenada, que puede ser adenina (A), guanina (G), timina (T) o citosina (C). En una molécula de ADN nunca está presente el uracilo.

Los nucleótidos se unen por enlaces **fosfodiéster**: el fosfato unido al carbono 5' de una pentosa se une al carbono 3' de la siguiente pentosa. Las bases nitrogenadas no participan en el enlace.



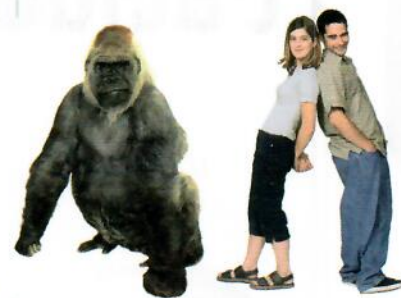
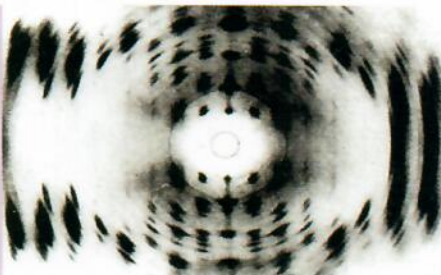
El **modelo tridimensional** del ADN presenta dos cadenas de múltiples nucleótidos, enrolladas en forma de hélice en torno a un eje común, formando una doble hélice. Las bases quedan dentro de la doble hélice, con sus planos paralelos entre sí. Las bases de una hebra se unen con las de la otra mediante puentes de hidrógeno. Ellos solo se establecen entre determinados pares de bases: siempre A con T y G con C.



### ¿SABÍAS QUE...?

La **estructura secundaria del ADN** fue descrita por James Watson y Francis Crick en 1953. Previamente, la científica británica Rosalind Franklin, a través de la difracción de rayos X, demostró que las fibras del ADN estaban enrolladas como una escalera de caracol.

Fotografía de la molécula de ADN obtenida por difracción de rayos X en 1953



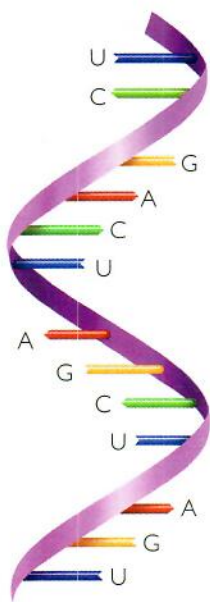
Las diferencias entre las especies se encuentran en la secuencia de su ADN.

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre los ácidos nucleicos, consulta el libro *Enciclopedia didáctica de las ciencias naturales*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.



# El ácido ribonucleico (ARN)



Estructura del ARN

En las células hay tres tipos de ácidos ribonucleicos, cada uno con un papel específico en la fabricación de las proteínas, de acuerdo con el molde del ADN. Su estructura es la de una cadena enrollada de distintas formas según el tipo de ARN.

## El ácido ribonucleico (ARN)

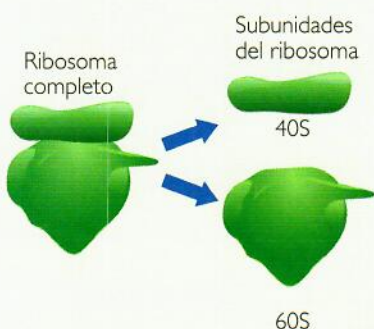
El ARN es una molécula que también almacena y transfiere información genética. En todos los organismos vivos, el ADN contiene la información genética, mientras que el ARN cumple funciones de intermediario, transfiriendo esta información entre diferentes puntos de la célula.

En su estructura, los nucleótidos que forman el ARN contienen una ribosa, un grupo fosfato y las bases nitrogenadas adenina, guanina, citosina y uracilo, pero nunca timina. Constituyen cadenas sencillas que no forman hélices debido a la presencia del grupo  $-OH$  en el carbono 2' de la ribosa, lo que representa un impedimento espacial para que la cadena se enrosque.

Existen tres tipos de ARN en los organismos vivos: el ARN ribosomal (ARNr), el ARN mensajero (ARNm) y el ARN de transferencia (ARNt).

### ARN ribosomal (ARNr)

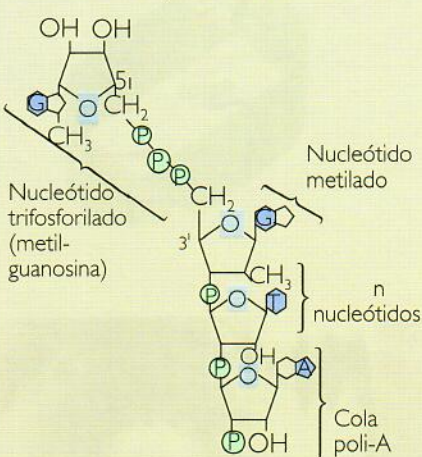
Forma parte del 60% de los ribosomas. Estos se encargan de sintetizar las proteínas y están formados por dos subunidades denominadas subunidad mayor (60S) y menor (40S).



Estructura del ribosoma eucariote

### ARN mensajero (ARNm)

Contiene la información para dirigir la síntesis de una o más proteínas específicas. Transporta la información del ADN para sintetizar proteínas. Es una larga cadena lineal con varios nucleótidos de adenina (poli-A) en un extremo, y un nucleótido trifosforilado y metilado en el otro.



Estructura del ARNm

### ARN de transferencia (ARNt)

Interviene en la síntesis de proteínas, complementando la función del ARNm al traducir el lenguaje de nucleótidos a aminoácidos. Su estructura tridimensional es similar a un trébol.



Estructura del ARNt



## Los cambios en los ácidos nucleicos: mutaciones

Los ácidos nucleicos pueden sufrir cambios en su secuencia de bases nitrogenadas, ocasionando mutaciones, que son alteraciones permanentes y transmisibles en las proteínas del organismo. Estas pueden deberse a errores durante la replicación o la reparación del ADN. La frecuencia con la cual ocurren las mutaciones es cercana a una por cada millón de divisiones celulares. Algunos factores, como virus, agentes químicos, luz ultravioleta y radiación ionizante, incrementan la frecuencia y la velocidad de las mutaciones.

### Las causas de las mutaciones

Muchas mutaciones son de origen desconocido y se denominan mutaciones **espontáneas**. En otros casos, es posible identificar un **agente causal** de las alteraciones, por lo que se habla de mutaciones **inducidas**. Los agentes causales, llamados **mutágenos** o **mutagénicos**, pueden ser de diversos tipos:

- **Las radiaciones ionizantes.** Los flujos de protones o de neutrones, así como los rayos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  o X, producen cambios en los números de oxidación de los elementos por la expulsión de electrones, lo cual altera la estabilidad y conformación tridimensional de las moléculas.
- **Las radiaciones no ionizantes.** La radiación ultravioleta y el calor, entre otras, ocasionan una elevación de los niveles de energía de los átomos, haciéndolos menos estables.
- **Los mutágenos químicos.** Son sustancias que producen errores en el proceso de replicación del ADN. Por ejemplo, algunos mutágenos poseen estructuras similares a las de las bases nitrogenadas, por lo que se introducen en el lugar correspondiente a una base nitrogenada cualquiera. Otros pueden alterar químicamente una base, sin cambiar su ubicación en la cadena. Por ejemplo, el ácido nitroso, por desaminación directa, convierte la adenina en hipoxantina y la citosina en uracilo.

### Las ventajas y las desventajas de las mutaciones

Las mutaciones pueden ser perjudiciales, sin embargo, algunas han permitido que ciertos individuos destaquen frente a los demás, favoreciendo su reproducción.

Gracias a las mutaciones, la vida ha podido evolucionar a la gran diversidad de organismos que vemos en la actualidad.

Los seres humanos han podido dirigir determinadas mutaciones en la búsqueda de características deseadas. La obtención de nuevas sustancias químicas, el aumento del rendimiento de los cultivos o la mejora de las cualidades de ciertos animales de interés son algunos ejemplos. Estos experimentos abren un futuro de posibilidades inimaginables.



Gran variedad de vida en los océanos

### ¿SABÍAS QUE...?

Los **rayos ultravioleta** pueden ocasionar que dos bases nitrogenadas de timina formen un dímero, generando una mutación.



### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre las mutaciones, consulta el libro *Enciclopedia didáctica de las ciencias naturales*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.



# Los polímeros sintéticos

Los plásticos, las fibras textiles y los materiales, como la baquelita, el PVC, el teflón y los plásticos, están formados por miles de monómeros unidos por enlace covalente.

## Las características de los polímeros sintéticos

Los polímeros sintéticos son aquellos polímeros producidos por el ser humano. Se los conoce comúnmente con el nombre de **plásticos**. De acuerdo con las reacciones que les dan origen, pueden agruparse en **polímeros de adición** y **polímeros de condensación**.

### Los polímeros de adición

Estos polímeros son formados por reacciones de **adición** entre monómeros con enlaces dobles o triples. El mecanismo de polimerización es una reacción en cadena muy rápida, de adición a los dobles y triples enlaces. El polímero final tiene la misma fórmula empírica que el monómero de partida.

#### Polietileno (PE)

Se forma por la unión de moléculas de etileno.

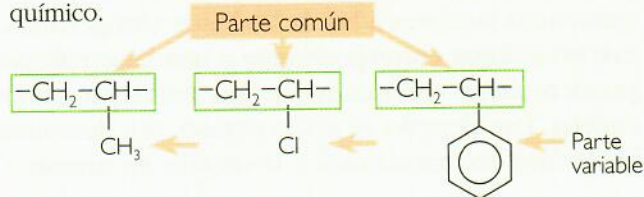


Su estructura puede ser lineal o ramificada. Es un polímero termoplástico de aspecto ceroso, inerte a reacciones químicas y un buen aislante térmico y eléctrico. Se usa para elaborar recipientes, juguetes, bolsas, vasos y platos.



#### Polímeros vinílicos

Es un conjunto de plásticos derivado del polietileno, en el que se ha sustituido un hidrógeno por otro grupo químico.



Polipropileno (PP)

PVC

Poliestireno

El PP es un material reciclable, de múltiples usos. El PVC, a pesar de su toxicidad, se emplea en tuberías, platos y envases. El poliestireno se usa como molde de objetos en envases y como aislante.

#### Teflón

Es un polímero cuyo monómero es el tetrafluoroeteno.



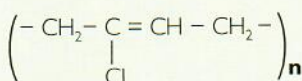
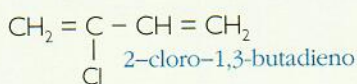
Presenta propiedades antiadherentes debido a que los átomos de flúor protegen la molécula en todas las direcciones. No se oxida ni se disuelve.



El teflón se emplea en utensilios y prótesis cardiológicas.

#### Elastómeros

Se forma por una mezcla de diversos monómeros semejantes en los que el componente principal es el 1,3-butadieno.



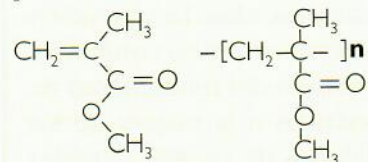
Policloropreno



El caucho artificial se utiliza en la fabricación de llantas y prendas acuáticas.

#### Polimetacrilato de metilo

Es un termoplástico que se obtiene por la polimerización del metacrilato de metilo. El éster se polimeriza a altas temperaturas.



Metacrilato de metilo

Polimetacrilato de metilo



Por su gran transparencia, sirve para hacer faros de automóviles.



## Los polímeros de condensación

Se forman al unirse dos monómeros y eliminarse una molécula sencilla, generalmente de agua. La reacción ocurre en varias etapas y los polímeros formados son mucho más pequeños que los de adición. Sus monómeros de partida son diferentes entre sí.

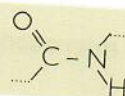
- **Las poliamidas.** Son filamentos y fibras sintéticos formados por largas cadenas en las que el grupo amida se repite  $n$  veces.



El nailon es un conjunto de resinas poliamídicas que forman fibras. Es un material resistente a la rotura, no se encoge, no es inflamable y no es atacado por insectos.



El kévlar es un material cinco veces más fuerte que el acero, flexible y ligero, con gran resistencia química y biológica y al fuego. Se utiliza en la elaboración de armamento, ropa y accesorios deportivos.



### ¿SABÍAS QUE...?

La telaraña es cinco veces más fuerte por kilogramo que un cable de acero y más elástica que el nailon. Los filamentos rígidos que se entrecruzan son infinitamente estrechos y existen otros con canales llenos de fluidos que distribuyen la fuerza de tensión a lo largo de toda la red.

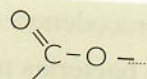
- **Los poliésteres.** Son filamentos y fibras sintéticos constituidos por largas cadenas en las que el enlace éster se repite  $n$  veces.



El polietilente-reftalato (PET o dacrón) es un poliéster que forma fibras resistentes que no se arrugan, por lo que se utiliza en prendas de vestir y en la fabricación de envases.



La baquelita es un plástico termoestable que resiste el calor sin ablandarse. Es un buen aislante térmico y eléctrico. Se usa para elaborar juguetes, enchufes y teléfonos.



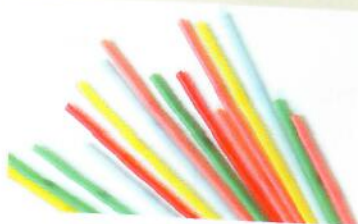
### PARA SABER MÁS

La baquelita fue uno de los primeros plásticos producidos con componentes sintéticos. Como es termoestable, fue muy usada la primera mitad del siglo XX para fabricar muchos productos, como teléfonos, utensilios de cocina y hasta juguetes. Hoy se sigue usando en la industria electrónica y automotriz.

## La clasificación de los polímeros sintéticos

### Termoplásticos

Se deforman con el calor, lo que permite que sean reciclables. Cuando ya no son útiles, los objetos fabricados con material termoplástico se pueden calentar y moldear para hacer otros nuevos. Por ejemplo, el polietileno, empleado para elaborar vasos desechables.



### Termoestables

Forman objetos rígidos que no se deforman con el calor; si se calienta mucho el objeto, llega a carbonizarse. No se pueden reciclar. Por ejemplo, la baquelita y melamina, usada en muebles y pisos.



### Elastómeros

Se pueden estirar y recuperar su forma cuando cesa el estiramiento. Pierden sus propiedades al calentarse, por lo que no se pueden reciclar. Por ejemplo, caucho sintético, usado para fabricar neumáticos.







# Los microorganismos

## PARA SABER MÁS

Las bacterias quimiosintetizadoras obtienen materia orgánica a partir de la inorgánica utilizando la energía desprendida de las reacciones de óxido-reducción.

- Las sulfobacterias, o bacterias del azufre, oxidan el ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) del agua de manantiales sulfurosos. El producto oxidado es el sulfato ( $SO_4^{2-}$ ), utilizado por algunos microorganismos y plantas para elaborar proteínas.
- Las nitrificantes, como *Nitrosomonas*, que emplean el amoníaco y cuyo producto oxidado es el nitrito ( $NO_2^-$ ); y *Nitrobacter*, que emplean el nitrito y cuyo producto oxidado es el nitrato ( $NO_3^-$ ). De los nitratos resultantes, fabrican aminoácidos y proteínas.

Estos seres microscópicos solo pueden ser observados a través de un microscopio. Se caracterizan por ser unicelulares.

## La clasificación de microorganismos

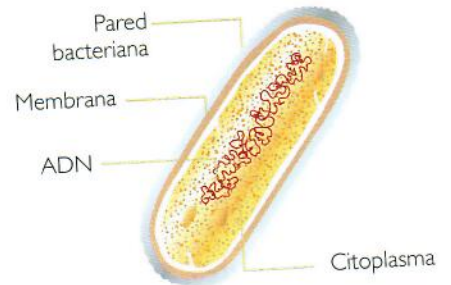
Incluyen a las bacterias, protozoarios, levaduras y virus.

### Las bacterias

Las bacterias son seres unicelulares procariotas, es decir, no tienen un núcleo definido. Son los organismos unicelulares más pequeños.

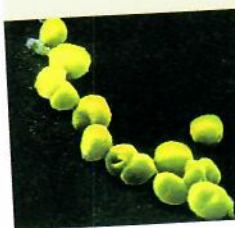
La mayoría de las bacterias son heterótrofas, es decir, se alimentan de sustancias procedentes de otros seres vivos.

- Las bacterias parásitas. Se desarrollan en otros seres vivos, ocasionando les enfermedades o incluso la muerte, como la tuberculosis o la lepra.
- Las bacterias descomponedoras o saprofitas. Se nutren de materia orgánica presente en organismos muertos.
- Las bacterias simbióticas. Viven dentro de otros organismos a los cuales benefician. Por ejemplo, las bacterias que viven en nuestro intestino grueso, como *Escherichia coli*, y las bacterias que degradan la celulosa en el estómago de los rumiantes.



### Clasificación morfológica de las bacterias

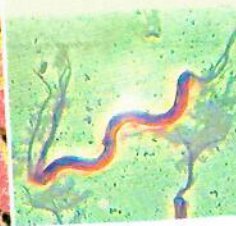
Cocos



Bacilos



Espirilos

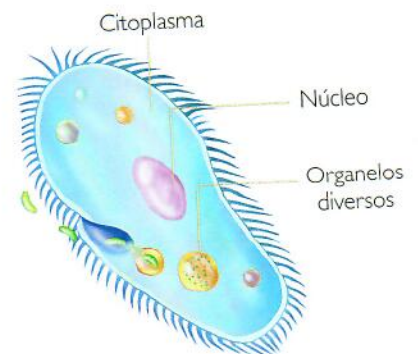


Vibriones



### Los protozoarios

Los protozoarios tienen células eucariotas y se desarrollan en ambientes acuáticos. Son heterótrofos y pueden desplazarse por medio de flagelos, cilios o pseudópodos. Como ejemplos tenemos a los tripanosomas, que son patógenos, los paramecios o las amebas.





## Las levaduras

Las levaduras son los diversos **hongos microscópicos unicelulares**, de forma esférica o alargada, con un ciclo de reproducción asexual por gemación. Son importantes por su capacidad para realizar la **fermentación** de carbohidratos, produciendo distintas sustancias.

Una de las levaduras más conocidas es la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura tiene la facultad de crecer en forma anaeróbica, realizando fermentación alcohólica. Por esta razón, se emplea en muchos procesos de fermentación industrial, como la producción de cerveza, vino, pan, antibióticos, etc.

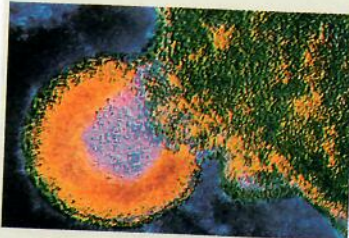
Otros ejemplos de levaduras son *Candida albicans*, especie que parasita las mucosas, y *Tinea pedis*, que origina el pie de atleta.

## Los agentes patógenos

Los agentes patógenos son todos los factores que por exceso o por defecto son capaces de dañar a un organismo y alterar su homeostasis. Los agentes patógenos pueden ser físicos, químicos, psíquicos, sociales, culturales o biológicos. Entre los agentes patógenos biológicos se encuentran:

### Virus

Muchos científicos no los consideran organismos vivos, aunque logren replicarse dentro de las células. Están compuestos por ADN o ARN protegido por una capa de proteínas. Causan gripe, sarampión, rubeola, sida, etc.



Los virus, como el VIH, parasitan células.

### Bacterias

Son células procariotas que adoptan diversas formas. Producen neumonía, tuberculosis, sífilis, salmonelosis, cólera, tétanos, difteria, etcétera.



Los bacilos causan enfermedades como la difteria.

### Protozoarios

Son organismos unicelulares eucariotas. Según su locomoción, pueden ser flagelados, ameboides y ciliados. Causan paludismo, amebiasis, etc.



Las amebas son causantes de la amebiasis.

### Hongos

Son organismos que se nutren de otros. Al ser humano le causan afecciones como el pie de atleta, la micosis axilar, etc.



Hay hongos que producen el pie de atleta.

## PARA SABER MÁS

Los **virus** son complejos supramoleculares capaces de causar enfermedades. Fuera de las células vivas, los virus no cumplen las actividades biológicas propias de los organismos vivos (metabolismo, reproducción o crecimiento), por lo cual muchos investigadores no los consideran seres vivos.

Para comportarse como seres vivos, deben encontrarse dentro de una célula y reproducirse a expensas de ella. Los biólogos definen a los virus como parásitos intracelulares obligados.

Algunas enfermedades causadas por virus son el sarampión, la rabia, la rubeola, la encefalitis, el resfrío, la poliomielitis y el sida.

## ¿SABÍAS QUE...?

Muchos patógenos pueden ser combatidos con medicamentos destinados a atacar sus maneras de reproducirse o de fabricar sus proteínas; otros medicamentos sirven para aliviar los síntomas de las enfermedades.



Shutterstock





# ¿Cómo se fabrica el papel?

El papel es un material permanentemente empleado en nuestra vida cotidiana. Se obtiene a partir de fibras de celulosa, su materia prima y otras sustancias que mejoran sus propiedades haciéndolo más blanco o más resistente o menos absorbente. La celulosa es una sustancia que se encuentra en las plantas. Se extrae de la madera. También puede obtenerse de otras fibras como el algodón.



1. El primer paso en la fabricación del papel es la elaboración de la pasta de celulosa. Una fábrica papelera puede producirla dentro de su planta o comprarla como materia prima de otra que la fabrique. La pasta está formada por la celulosa de las fibras vegetales y distintos aditivos. Para obtenerla, es sometida a procesos químicos o mecánicos. Si se desea obtener papel blanco, es necesario que la pasta de celulosa pase por un proceso de blanqueado con cloro y otras sustancias.

2. Antes de colocar la pasta en la máquina de papel, se mezcla la pasta de celulosa con agua hasta lograr una emulsión; luego, se inicia un proceso de refinación mediante el cual se individualizan las fibras. La mezcla de agua y pasta pasa a unos depuradores que eliminan las fibras gruesas. Después de la depuración, la mezcla ya está lista para seguir su proceso en la máquina de elaboración de papel.



## La historia del papel

Hacia el siglo II, los chinos ya fabricaban papel, aunque su método se mantuvo en secreto hasta que, en el siglo VII, los monjes budistas introdujeron el papel en Japón y en Corea. Recién en el siglo XII, comenzó a exportarse el papel producido por los árabes desde Italia hacia el resto de Europa.

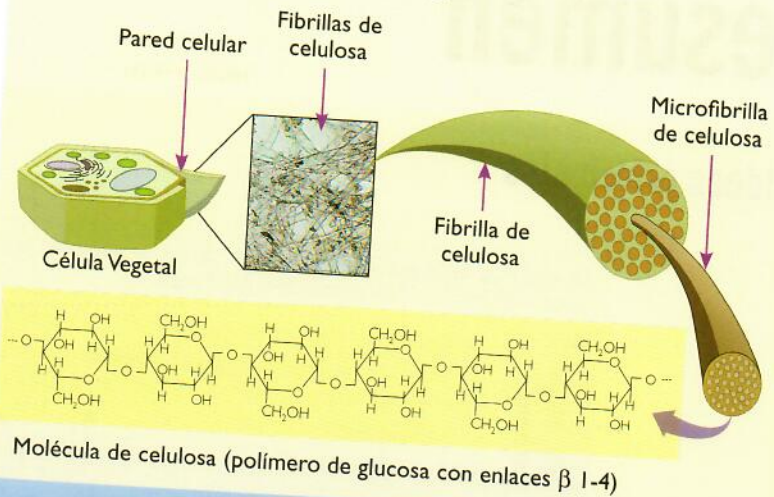


## El antecedente del papel

Antes de que existiera el papel, los antiguos egipcios, hacia 3000 a. de Cristo, utilizaban como soporte para la escritura y el dibujo un material llamado papiro, el cual se fabricaba con tiras del tallo de la planta del mismo nombre que crecía en las orillas del río Nilo.

Otro material usado antiguamente para la escritura era el pergamino, fabricado a partir de piel animal.

## Estructura de la pared celular



3. Una vez que la pasta entra en la máquina de elaboración de papel, se forma una hoja sobre una estructura de alambres muy finos.

En ese momento comienza un proceso de deshidratación: la hoja pasa por numerosos cilindros aspirantes que van eliminando el agua a través de sucesivos procesos de secado.

4. Luego de su deshidratación, la hoja pasa por una prensa formada por un par de rodillos que ejercen presión sobre ella y la alisan.

5. Por último, la hoja se somete a operaciones de acabado, como el satinado, que le da brillo, o se le corta en pliegos, en el caso de que el papel no sea expedido en bobinas.

## El reciclado de papel

Numerosos productos, como las cajas que contienen alimentos, los cuadernos, los libros, los diarios o las bolsas y los sobres, se fabrican con papel reciclado. Para reciclar el papel, los desechos se mezclan con un líquido especial y se vuelven a separar las fibras de celulosa para obtener la pasta.

Así, comienza un proceso similar al que se lleva a cabo en la industria papelera, excepto que para reciclar el papel es necesario realizar un estricto proceso de purificación, tanto de las impurezas como de las tintas que contenía el papel desechado.

## Papelera





# Resumen

## Ideas principales

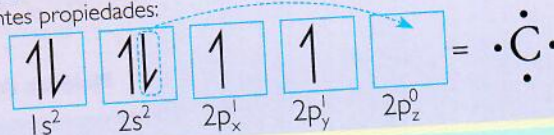
### LA QUÍMICA ORGÁNICA

La vida es posible gracias a la presencia de los compuestos orgánicos. Estos se encuentran en todos los seres vivos y en muchos elementos de la naturaleza.

#### El átomo de carbono

La química del carbono es aquella que se encarga de estudiar los compuestos orgánicos. El carbono es la base de una gran variedad de compuestos, muchos de ellos son de utilidad para los seres humanos. Presenta las siguientes propiedades:

- Tetravalencia
- Autosaturación
- Hibridación



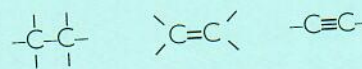
#### Hidrocarburos

Son una gran familia de compuestos orgánicos que en su estructura elemental posee átomos de carbono e hidrógeno.

Según el tipo de enlace pueden ser:

De cadena abierta:

- Alcanos
- Alquenos
- Alquinos



De cadena cerrada:

- Nafténicos
- Aromáticos (benceno y sus derivados)

#### Grupo funcional

Las funciones orgánicas presentan un comportamiento químico semejante. Se agrupan en funciones, ya que comparten un mismo grupo funcional.

La reactividad de una molécula orgánica reside en el grupo funcional que posee. Los compuestos que contienen el mismo grupo funcional presentan propiedades químicas similares.

Los compuestos orgánicos oxigenados son alcoholes, fenoles, aldehídos, ácidos carboxílicos, éteres, ésteres y cetonas.

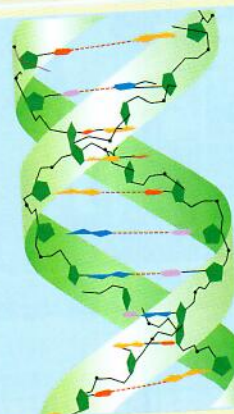
Los compuestos orgánicos nitrogenados son aminas, amidas y nitrilos.

|          |                     |
|----------|---------------------|
| R-OH     | Alcohol             |
| Ar-OH    | Fenol               |
| R-CHO    | Aldehído            |
| R-CO-R'  | Cetona              |
| R-COOH   | Ácidos carboxílicos |
| R-O-R'   | Éteres              |
| R-COO-R' | Ésteres             |

#### Biomoléculas

Las biomoléculas son macromoléculas orgánicas que cumplen una función determinada en los organismos. Dentro de este grupo se encuentran los siguientes:

- Los carbohidratos. Están formados por monómeros de azúcares. Su principal función en los seres vivos es como fuente de energía.
- Los lípidos. Son compuestos insolubles en agua y solubles en compuestos no polares. Son fuente de energía y forman parte de diversas estructuras celulares.
- Las proteínas. Son cadenas compuestas por aminoácidos que cumplen funciones específicas en los organismos vivos.
- Los ácidos nucleicos. Son los encargados de almacenar y transportar la información hereditaria.



#### Polímeros sintéticos

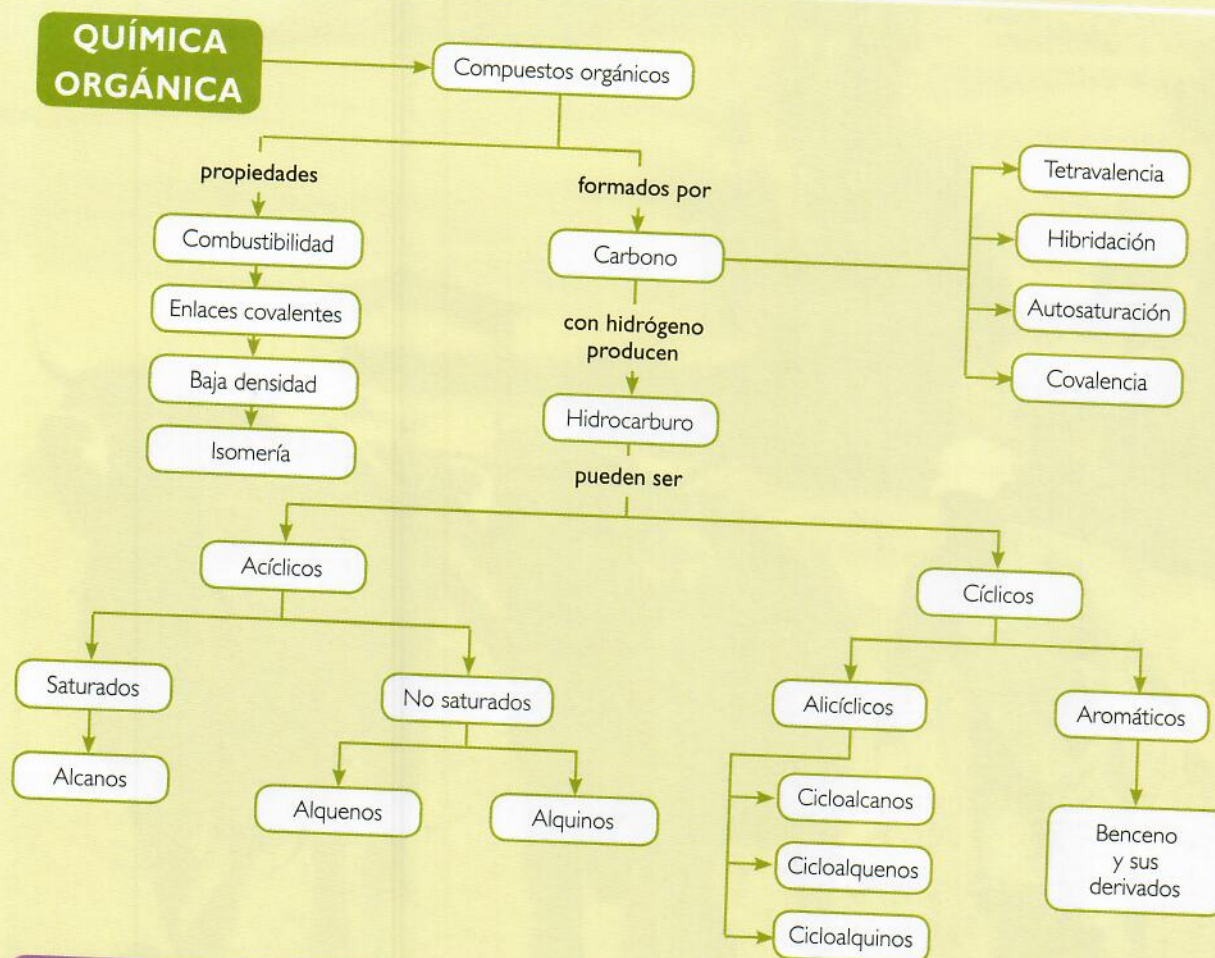
Los polímeros sintéticos son aquellos elaborados artificialmente. Son muy útiles para los seres humanos.

Están formados por reacciones de adición o de condensación.





## Organizador visual: red semántica



### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En las siguientes fuentes, encontrarás información científica y actividades variadas acerca de la química orgánica, que reforzarán lo aprendido.

- Jiménez, P. M. (s.f.). *La manzana de Newton*. Recuperado de [http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/quimica/lmn\\_qui\\_fch13.html](http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/quimica/lmn_qui_fch13.html)
- Fernández, M. I. (s.f.). *Educastur Blog*. Recuperado de <http://blog.educastur.es/eureka/4%C2%BA-fyq/13-quimica-del-carbono/>
- Ministerio de Educación, de Cultura y Deporte de España. (s.f.). *Proyecto Biósfera*. Recuperado de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos2.htm>

#### Para ampliar

Gus Van Sant (Dir., 2013). *Tierra prometida*, Estados Unidos.

La explotación de hidrocarburos a través de una fractura hidráulica —conocida como *fracking*— del subsuelo, sumada al consumo de millones de litros de agua y la combinación de centenares de productos químicos, ha empujado a sus pobladores a migrar de sus ciudades.

Steve y su compañera de trabajo, Sue Thomason, llegan a McKinley, un pueblo duramente golpeado por la crisis financiera de los últimos años. Ambos están convencidos de que sus habitantes estarán encantados de aceptar la oferta de su empresa a cambio de dejarles perforar pozos en sus granjas.





### IDEAS CLAVE

- El equilibrio de energía en el planeta
- Los ciclos biogeoquímicos
- El mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos
- La composición y estructura de la Tierra
- Las placas tectónicas
- Los procesos geológicos internos y externos (formación del suelo)
- Los recursos mineros en el Perú
- Los problemas ambientales globales
- Los recursos energéticos



## 8

# Los procesos geológicos

## LEEMOS

### El suelo en el que vivimos

Existen diferentes tipos de suelo y formaciones geológicas, estos se deben a los agentes externos tales como el viento, el agua (hielo, lluvia, ríos, aguas subterráneas y oleaje), los cambios de temperatura, los elementos químicos disueltos en el aire y el agua y, además, los organismos vivos.

El suelo ha brindado múltiples beneficios al ser humano desde que este comenzó a labrar la tierra y obtener alimentos, medicinas, etc. Sin embargo, los movimientos internos de la Tierra han ocasionado cambios en la corteza terrestre, generando muchos desastres naturales.

En los últimos años, se ha observado un deterioro muy significativo del suelo, producto de la deforestación, contaminación, construcción de edificios y el avance tecnológico. Todo esto nos lleva a pensar en el futuro y en qué manera podemos ayudar a su conservación y a su utilización de manera sostenida.

*¿Cómo se formaron los diferentes tipos de suelos? ¿De qué manera nos ayudan los minerales encontrados en el suelo? ¿Cómo los elementos químicos del suelo circulan en el planeta? ¿De qué manera la contaminación afecta a los suelos?*

Campesino peruano  
arando la tierra

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al culminar esta unidad, podrás describir las estructuras interna y externa de la Tierra e identificar y analizar información sobre los minerales y las rocas de la corteza terrestre. Asimismo, serás capaz de explicar los efectos del movimiento de las placas, así como la relación entre la energía interna de la Tierra y fenómenos como los terremotos y las erupciones volcánicas. También lograrás interpretar las causas y consecuencias del cambio climático, y valorarás la importancia de conocer el lugar donde vives.



## Introducción a la unidad

Nuestro país está atravesado por la cordillera de los Andes, la cual presenta imponentes volcanes, muchos de ellos activos. El litoral peruano está limitado por la placa de Nasca, una de las más activas del planeta; por esa razón, estamos expuestos a sismos.

Asimismo, en los últimos años, el aumento de la población en las ciudades y el rápido desarrollo industrial y agrícola ha generado grandes

cantidades de residuos que se arrojan directamente al suelo, al aire y al agua. Esto ha causado serios problemas de contaminación.

Esta unidad te permitirá conocer y comprender más sobre nuestro planeta, la contaminación ambiental y el cambio climático, de esa manera podrás asumir conscientemente el cuidado del ambiente.

# El equilibrio de energía en el planeta

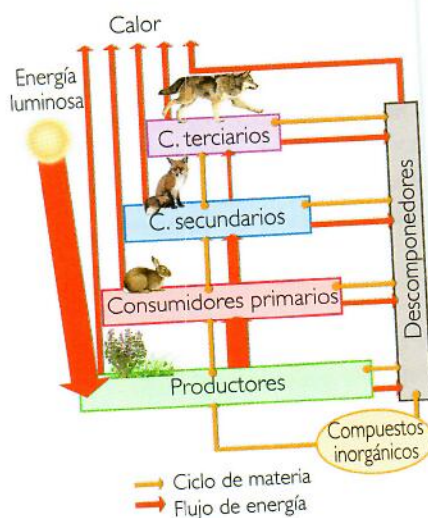
Los ciclos de la materia y los flujos de energía forman un sistema dinámico con equilibrios muy delicados. Los ecosistemas varían a lo largo del tiempo. En ellos, la materia y la energía se transfieren de unos organismos a otros a través de las relaciones tróficas.

## El equilibrio de la Tierra

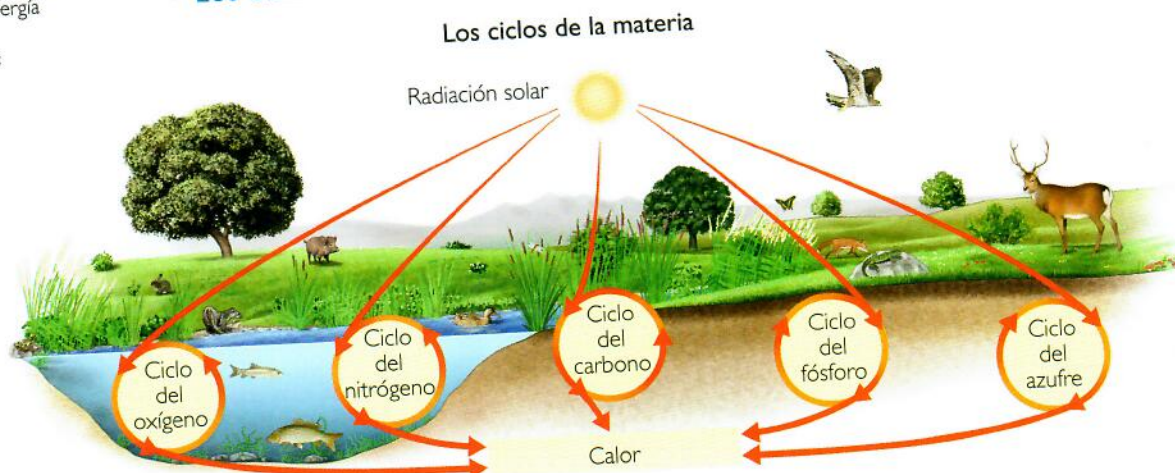
Para que un ecosistema esté en equilibrio son necesarias al menos tres condiciones:

- Los factores ambientales tienen que permanecer estables.
- El número de individuos en las poblaciones debe mantenerse más o menos constante.
- No deben existir factores externos que alteren el ecosistema.

## Los ciclos de la materia



Relaciones tróficas





La materia se encuentra en todas partes, tanto en los seres vivos como en el medio (atmósfera, agua, corteza terrestre), y **se recicla continuamente en los ecosistemas**. Todos los ciclos de la materia dependen de una u otra forma de la energía solar, pues es la fuente principal de energía.

Los organismos **productores** (plantas, algas y bacterias fotosintéticas) utilizan materia inorgánica y la transforman en materia orgánica, que es ingerida por los **consumidores primarios** (herbívoros), y pasa de ellos a los **consumidores secundarios** (carnívoros) a través de los niveles tróficos.

Cuando los productores y los consumidores mueren, sus restos orgánicos son transformados por los **descomponedores** (hongos y bacterias) en compuestos inorgánicos. De esta manera, quedan de nuevo a disposición de los productores.

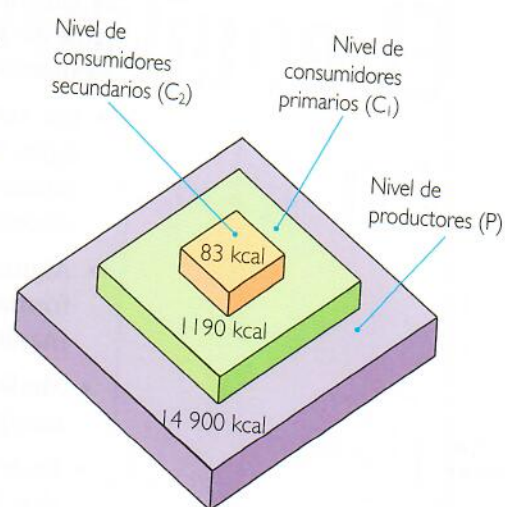
### El flujo de energía

La fuente principal de energía para los seres vivos es la luz solar. De la energía que recibe la superficie de la Tierra en forma de luz y calor, solo una pequeñísima parte es absorbida por las plantas y las algas para realizar fotosíntesis. En el proceso de fotosíntesis se utiliza dióxido de carbono, agua y luz solar para formar glucosa, un tipo de azúcar en cuyas moléculas se almacena energía. La energía que es almacenada en la glucosa pasa a la comunidad de un ecosistema mediante relaciones alimentarias entre los organismos generando el flujo de energía dentro de los ecosistemas.

En cada nivel trófico, una parte de la energía se utiliza para el crecimiento, otra para los procesos metabólicos y, finalmente, la parte sobrante se pierde con la respiración en forma de calor emitido hacia el medio.

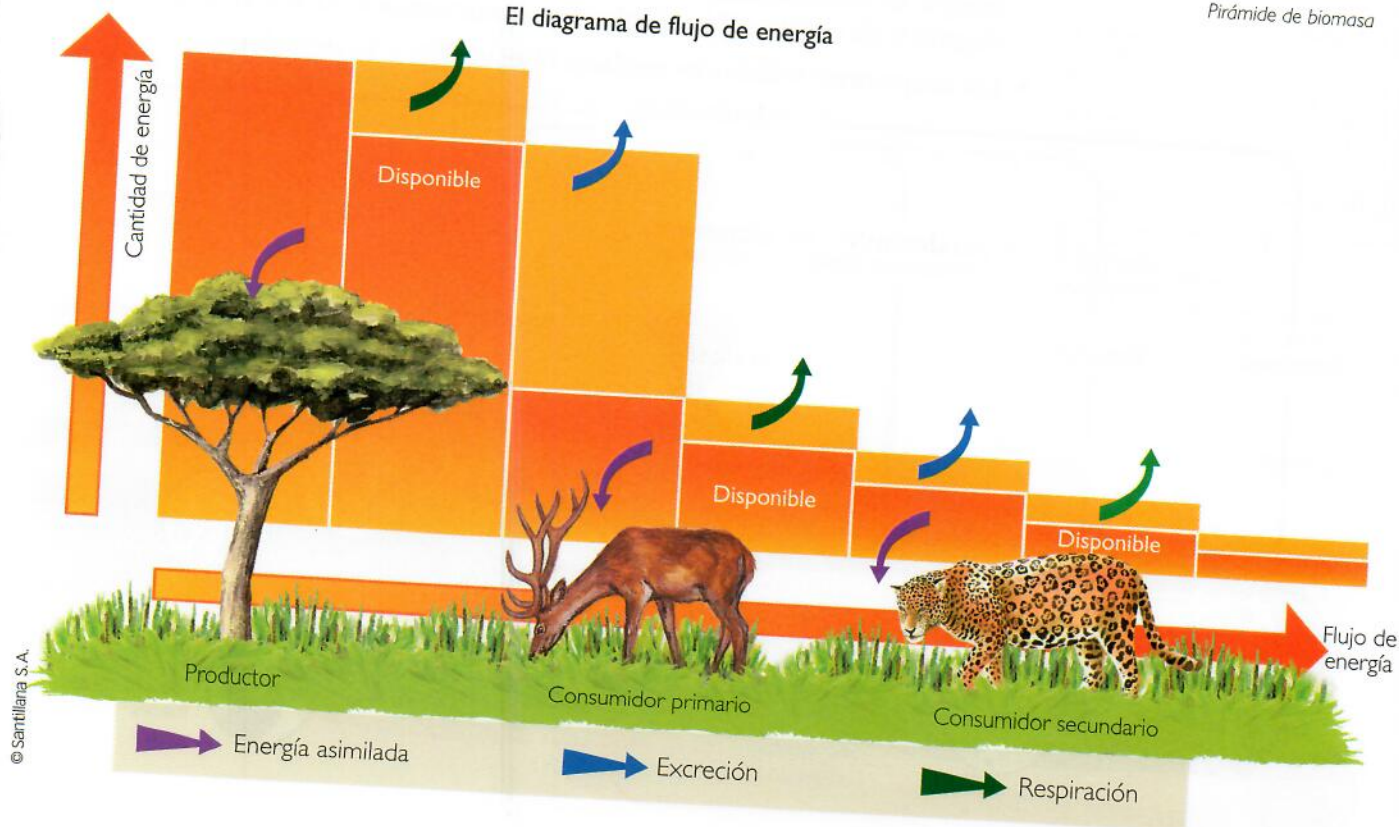
### ¿SABÍAS QUE...?

La cantidad de materia viva producida en un ecosistema o en un nivel trófico determinado se conoce como biomasa. Puede medirse en gramos, kilogramos o toneladas por unidad de superficie o de volumen. Un gramo de biomasa proporciona 4 kilocalorías.



Pirámide de biomasa

### El diagrama de flujo de energía





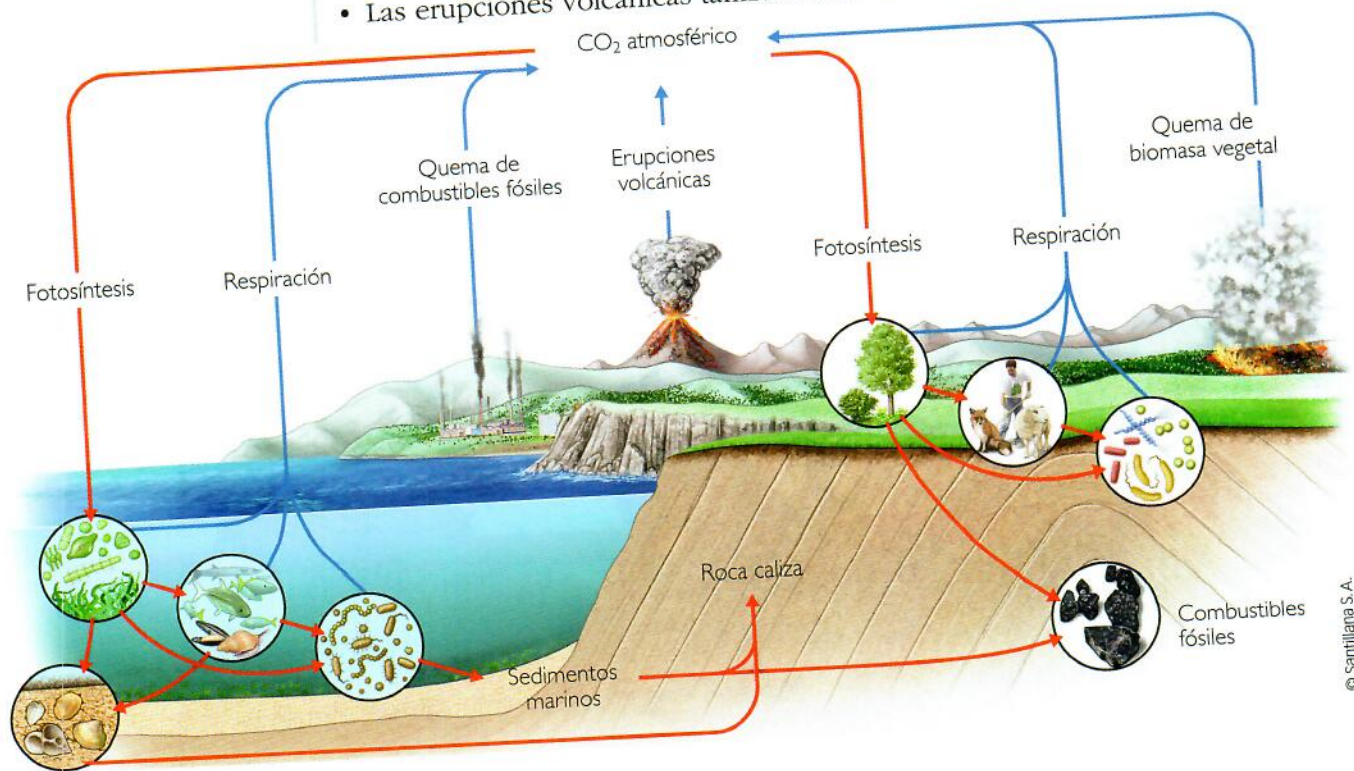
# Los ciclos biogeoquímicos

A los elementos químicos presentes en todos los seres vivos y también en el medio físico (atmósfera, hidrósfera y litósfera) se les denomina elementos biogeoquímicos, los cuales se movilizan regularmente conformando los ciclos biogeoquímicos.

## El ciclo del carbono

El **carbono** es un elemento fundamental de la materia viva, ya que forma parte de todas las moléculas orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas, etc.). Este elemento solo puede ser incorporado a dichas biomoléculas en forma de  $\text{CO}_2$ .

- Los organismos autótrofos captan el  $\text{CO}_2$  atmosférico o el disuelto en el agua y lo transforman en compuestos orgánicos. El carbono pasa a los consumidores a través de la alimentación. Los restos orgánicos de productores y consumidores pasan al nivel de los descomponedores.
- Algunos organismos marinos utilizan el  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua para formar sus conchas y esqueletos. Con el tiempo, estos restos se transformarán en rocas calizas, que constituyen la mayor reserva de carbono.
- Mediante la respiración celular, los productores, los consumidores y los descomponedores utilizan la materia orgánica y liberan  $\text{CO}_2$  a la atmósfera.
- Parte de los restos orgánicos de los seres vivos pueden quedar enterrados formando depósitos en el suelo o sedimentos marinos que con el tiempo se transformarán en combustibles fósiles. La quema de biomasa vegetal y de combustibles fósiles libera nuevamente  $\text{CO}_2$  a la atmósfera.
- Las erupciones volcánicas también liberan  $\text{CO}_2$  a la atmósfera.





## El ciclo del nitrógeno

El **nitrógeno** es un componente fundamental de los seres vivos, ya que forma parte de las proteínas y los ácidos nucleicos. Aproximadamente, el 78 % del volumen total de la atmósfera es nitrógeno; sin embargo, son muy pocos los seres vivos capaces de utilizar el nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ) del aire directamente.

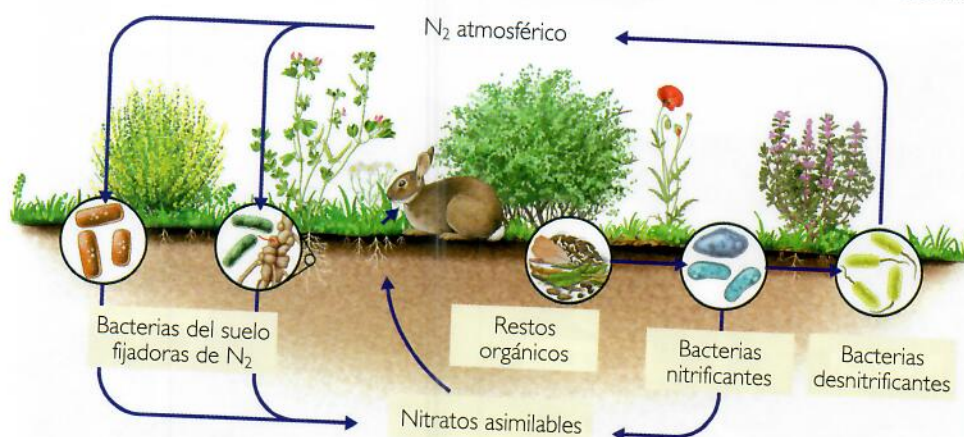


En zonas agrícolas, para mantener el suelo rico en nutrientes, se utilizan fertilizantes que contienen una gran cantidad de nitrógeno. Si se abusa de estos productos, se acumula un exceso de nitrógeno en el suelo generando contaminación.

- Determinados grupos de bacterias libres del suelo y bacterias que viven en simbiosis en las raíces de leguminosas captan el nitrógeno atmosférico y lo transforman en nitratos ( $NO_3^-$ ), que es la forma en la que las plantas pueden asimilar el nitrógeno.
- Mediante la fotosíntesis, las plantas incorporan los nitratos disueltos y los utilizan para formar compuestos orgánicos.

A través de la alimentación, el nitrógeno presente en los compuestos orgánicos de los productores pasa a los consumidores, que lo utilizan para formar sus propias proteínas y ácidos nucleicos, y como fuente de energía.

- Con los restos orgánicos que generan los seres vivos al morir y sus excrementos, el nitrógeno vuelve al medio, donde las bacterias **nitrificantes** del suelo lo convierten de nuevo en nitratos. Así, el nitrógeno vuelve a estar disponible para los productores.
- El ciclo del nitrógeno se cierra gracias a la acción de las bacterias **desnitrificantes**. Estas utilizan en su metabolismo los nitratos del suelo y generan nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ) que vuelve de nuevo a la atmósfera.



Diversas actividades humanas, entre las que se encuentran el uso excesivo de fertilizantes, los cultivos de leguminosas, los vertidos de aguas residuales, la quema de bosques y algunas actividades industriales, tienen una influencia importante en este ciclo, ya que el nitrógeno puede pasar a ser un elemento contaminante de la atmósfera y de la hidrósfera, principalmente, de las aguas subterráneas.

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre los ciclos geoquímicos, consulta el libro *Enciclopedia didáctica de las ciencias naturales*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.



# Los ciclos del agua, del fósforo y del azufre

El agua está disponible en los subsistemas terrestres, pero en diferentes estados de agregación, cantidad y composición química. Los estados en que se presenta son los siguientes: sólido, líquido y gaseoso.

## El ciclo del agua

Cuando llueve, muy pronto vemos que el agua forma charcos y pequeños riachuelos que discurren por la superficie. Cuando sale el Sol y hace calor, esta agua no tarda en evaporarse. Este tipo de procesos son los que constituyen el ciclo que el agua realiza en la superficie terrestre.

Los procesos del ciclo del agua son los siguientes:

- **Evaporación.** Es el paso de agua líquida a gas, es decir, de la hidrósfera a la atmósfera.
- **Condensación.** Es el paso de gas a agua líquida, lo que forma el rocío y las nubes, que producen precipitaciones.
- **Escorrentía superficial.** Es el movimiento del agua por la superficie terrestre, formando ríos y arroyos.
- **Infiltración.** Es la penetración en el subsuelo del agua de la superficie. Es más eficaz cuanto más poroso es el suelo.





## El ciclo del fósforo

El fósforo es un elemento relativamente escaso, que forma parte de compuestos tan importantes como los ácidos nucleicos y de moléculas como el ATP. Además, está presente en las membranas celulares y en estructuras rígidas, como huesos y caparazones de animales.

- La mayoría del fósforo se encuentra en rocas sedimentarias de origen marino. Su erosión libera fosfatos, que, disueltos en el agua, pueden ser utilizados por las plantas, que lo incorporan a su materia orgánica.
- A través de la alimentación, el fósforo pasa al resto de la cadena trófica. Cuando productores y consumidores mueren, sus restos son descompuestos por la acción de los descomponedores, liberando los fosfatos al medio, que serán de nuevo utilizados por las plantas.
- Una parte de los fosfatos son arrastrados hasta el mar. Allí, parte del fósforo pasa al fitoplancton y de este al resto de la cadena trófica, y otra parte se incorpora a las conchas y esqueletos de animales acuáticos. Estos restos se depositan y pasan a formar parte de los sedimentos que originarán las rocas sedimentarias. Estas pueden retornar a la superficie y el fósforo entrará de nuevo en el ciclo.



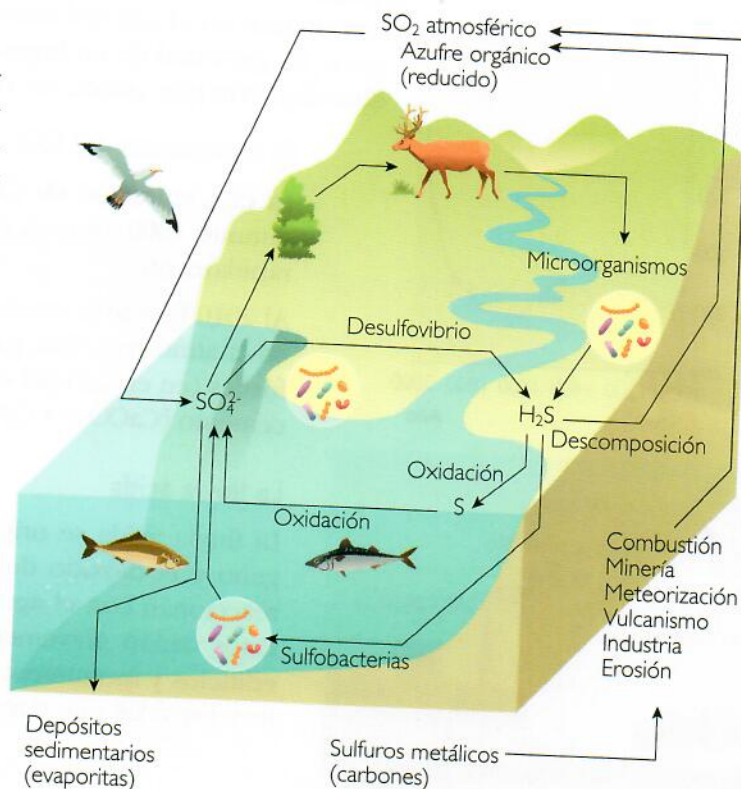
## El ciclo del azufre

El azufre está presente en la corteza terrestre en forma de sulfatos (yeso), de sulfuros (pirita) y en depósitos superficiales. En la atmósfera se presenta como gas proveniente del parque automotor y las erupciones volcánicas. Las plantas absorben los sulfatos disueltos en el agua y sintetizan aminoácidos; los animales lo incorporan al comer vegetales u otros animales.

### PARA SABER MÁS

La **geoquímica** es la ciencia que estudia la composición química de la Tierra, mientras que la **biogeoquímica** estudia el intercambio de los materiales químicos entre los componentes bióticos (con vida) y abióticos (sin vida) de un ecosistema.

Una parte de este intercambio consiste en la descomposición de los seres vivos, proceso por el cual se incrementa la disponibilidad de minerales para las plantas.







# El mantenimiento de los ciclos **biogeoquímicos**

Las interacciones entre la materia y los seres vivos siguen ciclos que se han mantenido por milenios. En la actualidad, el aumento de la población, la sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación que produce el ser humano están alterando estos ciclos, provocando cambios en el medioambiente.

## ¿SABÍAS QUE...?

Cada habitante de un país desarrollado genera diariamente hasta 1,5 kilogramo de basura. En nuestro país se produce en promedio 1 kilogramo de basura al día por habitante.

## Los impactos ambientales

La obtención de materias primas y alimentos, así como el uso de energía, siempre tienen consecuencias, es decir, generan **desequilibrios**. Se denomina impacto ambiental a toda **alteración en el ambiente** provocada por la actividad humana.

Según sus consecuencias, los impactos se clasifican en dos tipos:

- **Los impactos positivos.** Producen una mejora del medio. La reforestación tras un incendio, el saneamiento de los recursos hídricos contaminados o las políticas para la conservación del medio generan impactos positivos.
- **Los impactos negativos.** Producen un deterioro del medio. Son muchas las actividades humanas que originan impactos negativos. Por ejemplo, la quema de combustibles fósiles, los procesos industriales contaminantes, los cambios en el uso del suelo y la sobreexplotación de recursos biológicos. La gravedad de un impacto negativo se evalúa según la facilidad o dificultad con que puede ser corregido.

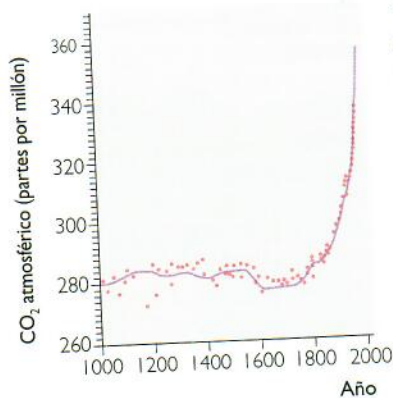
## El incremento del $\text{CO}_2$

La concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera fue bastante constante durante 1000 años. A partir de 1800, en cambio, empezó a subir rápidamente.

Al 2010 fueron acumuladas 388 p.p.m. (partes por millón) de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera. Este aumento se debe a la **quema de combustibles fósiles** (en el caso del carbón,  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ ) y a la **producción de cemento** ( $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ).

## La lluvia ácida

La lluvia ácida se origina cuando los óxidos de azufre, de nitrógeno y el dióxido de carbono procedentes de las combustiones reaccionan con el agua de las nubes y la lluvia formando ácidos. Estos dañan gravemente la vegetación y deterioran también los edificios y monumentos, ya que disuelven poco a poco el cemento y las sales que dan rigidez a las rocas.





## La deforestación

Desde que surgió el *Homo sapiens* en la Tierra, dos de cada tres árboles han desaparecido. El espacio que ocupaban los bosques se ha convertido en ciudades, carreteras, tierras de cultivo, industrias, etc. Lo que se pierde no es solo vegetación, sino también el suelo que la soportaba, que es erosionado (desgastado), provocando la desertización de las zonas deforestadas.



Se pierden miles de hectáreas de bosques por día. Así, en muchos lugares, ya se tiene como alternativa a la deforestación la silvicultura, una forma de aprovechar racionalmente bosques destinados a la producción de madera.

## Los residuos sólidos

Entre los más graves problemas de las ciudades está la gestión de los residuos sólidos. Estos, a pesar de ser contaminantes locales, son un **problema global**. Los rellenos sanitarios, lugares donde se destina la basura bajo ciertas medidas ambientales, minimizan el impacto visual, pero no eliminan el problema.



En nuestro país, el 19,7% de los residuos va a rellenos sanitarios y el 46% a botaderos controlados. Se recicla el 14,7% y se vierte al ambiente el 19,6%. En muchos países, se instalan incineradoras, sin embargo, estas traen consigo problemas climáticos y sanitarios, al emitir gases y partículas tóxicos para la salud.

## Las reglas de oro para mantener los ciclos biogeoquímicos

- Controlar las emisiones de CO<sub>2</sub>, CO y otras sustancias que producen las industrias y los vehículos de transporte.
- Incentivar el uso de vehículos con motores a gas natural o etanol.
- Evitar la quema de basura y de restos agrícolas.
- Reforestar y proteger los bosques.
- Utilizar combustible ecológico.
- Reciclar materiales.
- Usar energías alternativas.

### PARA REFLEXIONAR

Los habitantes de la Tierra estamos expuestos a la acción de miles de sustancias químicas (detergentes, medicinas, insecticidas, humo, fertilizantes, etc.), muchas de las cuales son nocivas. Estos contaminantes se disuelven en el agua, se evaporan en la atmósfera y pasan a la sangre. Esto afecta incluso a poblaciones muy alejadas del origen de los contaminantes; por ejemplo, a los esquimales.

- ¿Qué acciones de protección de la biodiversidad se deberían tomar en cuenta para el impacto ambiental en nuestro planeta?

### EN LA WEB

<http://www.biologia.edu.ar/ecologia/CICLOS%20BIOGEOQUIM.htm#temario>

Página que presenta información sobre los ciclos geoquímicos, así como las reacciones químicas que ocurren en los ciclos del carbono, del nitrógeno y del agua.



# La composición y la estructura de la Tierra

La Tierra presenta tres capas bien definidas: un núcleo metálico, un manto y una corteza rocosa. Además, es un poco densa.

## Las capas de la Tierra

El planeta Tierra es el único conocido donde, además de una esfera rocosa y una envoltura gaseosa, hay agua y seres vivos. La **geósfera** es el componente rocoso; la **atmósfera**, la envoltura gaseosa; la **hidrósfera**, el componente acuoso; y la **biósfera**, el conjunto de los seres vivos. En la superficie, estos componentes interactúan intensamente entre sí.

## La geósfera

La geósfera es la parte rocosa de la Tierra. Tiene un radio de 6370 kilómetros y está formada por tres capas.

- **La corteza.** Capa más externa y también la más delgada de la Tierra. Está constituida por **rocas sólidas** compuestas fundamentalmente por silicio, hierro y aluminio. Su temperatura asciende a medida que aumenta la profundidad. Es de dos tipos:

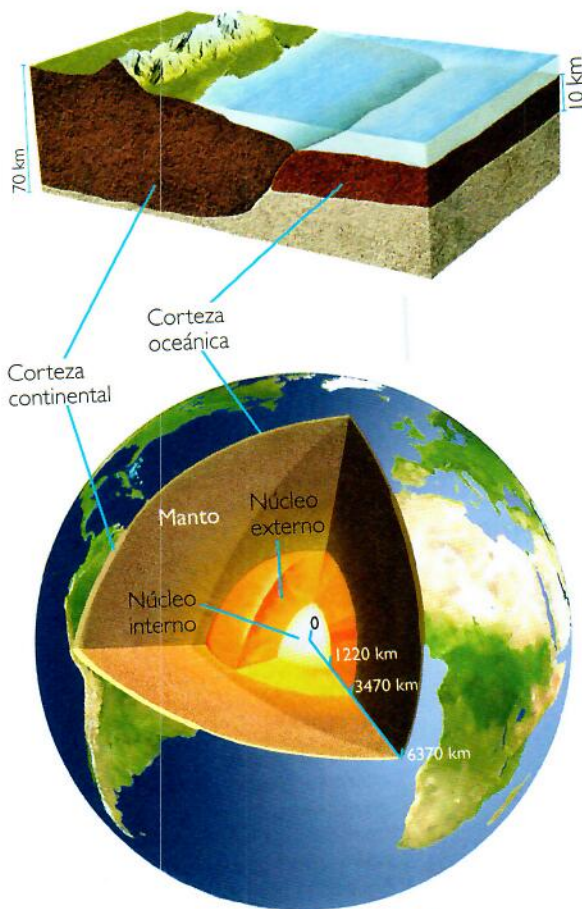
- **La corteza continental.** Su espesor es de unos 70 kilómetros. Forma los continentes y en ella la roca más abundante es el **granito**.
- **La corteza oceánica.** Su espesor es de unos 10 kilómetros. Forma los fondos oceánicos. La roca más abundante en ella es el **basalto**, de tipo volcánico. La corteza oceánica se origina por la intensa actividad volcánica de las cordilleras submarinas llamadas **dorsales oceánicas**.

- **El manto.** Capa intermedia que abarca desde la corteza hasta los 2900 kilómetros de profundidad. Su temperatura está comprendida entre 1000 °C y 3700 °C. Se divide en dos partes:

- **El manto superior.** Formado por rocas en estado sólido.
- **El manto inferior.** Compuesto en gran parte por rocas semifundidas. Este material recibe el nombre de **magma**.

- **El núcleo.** Capa más interna que ocupa más de la mitad de la esfera terrestre. Está formado por rocas compuestas de **hierro y níquel** sometidas a temperaturas altísimas, aproximadamente 4000 °C. Tiene dos partes:

- **El núcleo externo.** Es líquido y está agitado por violentas corrientes convectivas en su interior.
- **Núcleo interno.** Es sólido.





## La litósfera

La litósfera es la capa exterior de la esfera terrestre donde las rocas son rígidas y sólidas. Está formada por la corteza y por el manto superior.

La litósfera se compone por fragmentos que encajan entre sí como las piezas de un rompecabezas y que reciben el nombre de **placas tectónicas** o **litosféricas**. En ellas están los continentes y los océanos. Las **placas litosféricas** o **tectónicas** se desplazan muy lentamente (2 a 3 centímetros al año), debido a corrientes de convección que hacen circular el magma hacia la superficie y devolver el material rocoso hacia zonas más profundas.

Como hemos visto, las rocas que forman el manto inferior se encuentran en estado semifundido (magma) por lo que tienen una consistencia pastosa, es decir, entre líquida y sólida. Por eso, las placas que forman la litósfera flotan sobre el magma.

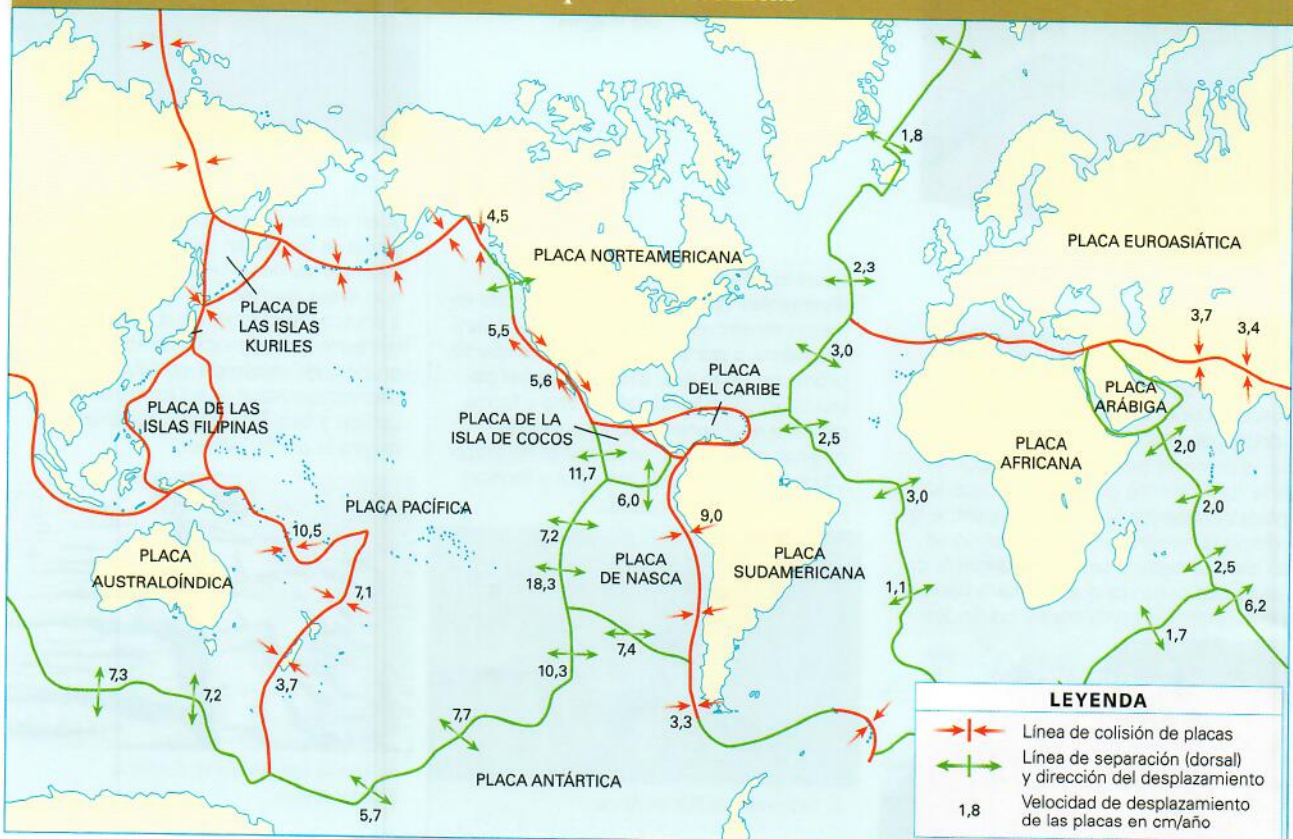
Según su corteza, oceánica o continental, se distinguen tres tipos de placas:

- **Las placas oceánicas.** Formadas solo por litósfera oceánica (fondo de los océanos). El espesor medio de la corteza es de 30 a 50 kilómetros.
- **Las placas continentales.** Formadas solo por la litósfera continental, con un espesor de 70 a 150 kilómetros, que puede llegar hasta los 300 kilómetros en las zonas más internas y antiguas de algunas placas, como Sudáfrica o Siberia.
- **Las placas mixtas.** Contienen litósfera continental y oceánica. Son las placas más comunes en la corteza terrestre. Tienen una parte sumergida, una continental y otra emergida.

### ¿SABÍAS QUE...?

En muchos lugares, las rocas de la corteza terrestre no aparecen desnudas, sino que están cubiertas por el suelo.

### Las placas tectónicas



© Santillana S.A.

Actualmente, se conocen ocho grandes placas y otras más pequeñas. Entre las grandes placas están la Africana, la Antártica, la Eurásica, la Indoaustraliana y la placa de Nasca. Se desplazan de 2 a 3 centímetros por año.

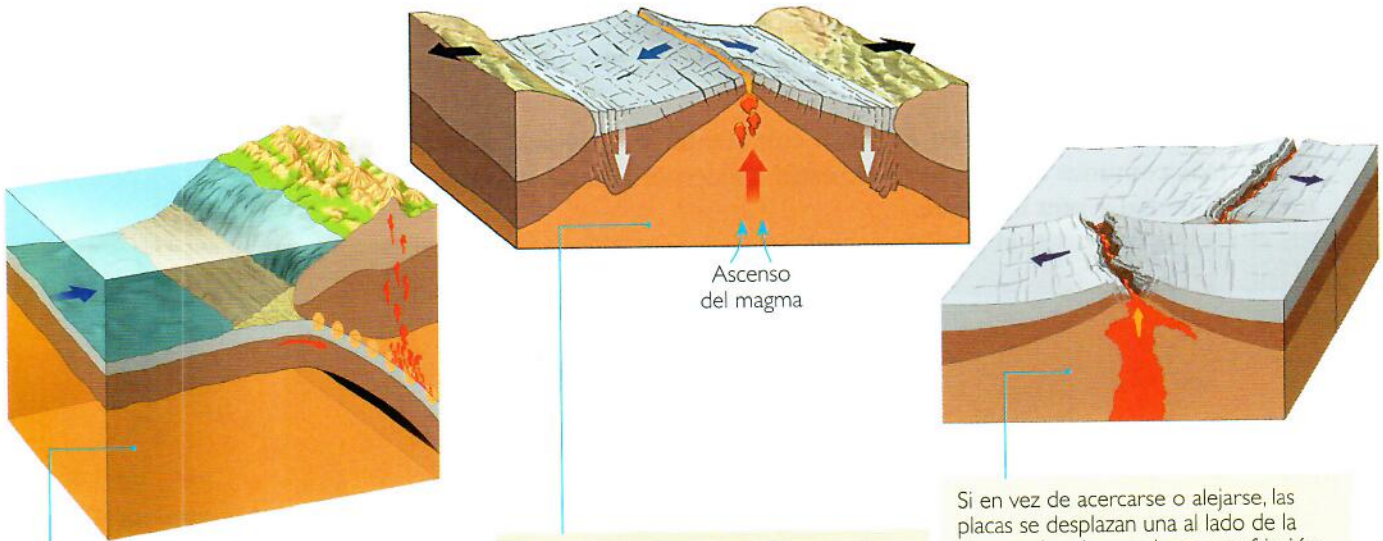


# La teoría de la tectónica de placas

Las placas flotan y se mueven casi imperceptiblemente sobre el fluido superior del manto y presentan fracturas por donde asciende el magma. Esto origina montañas, sismos y volcanes.

## El movimiento de las placas tectónicas

Los cambios de la corteza terrestre se deben principalmente al movimiento de las placas.



Si dos placas tectónicas son **convergentes** (se acercan) y se ponen en contacto, una puede ubicarse debajo de la otra, en un proceso que se llama subducción. Si una placa oceánica se coloca debajo de una continental, la litósfera oceánica se destruye porque se funde con el calor de la roca caliente (magma). Así sucedió con la placa continental Sudamericana, sobre la que se desplaza nuestro territorio, cuando se desplazó hacia el oeste y se encontró con la de Nasca, una placa oceánica que se movía hacia el este, lo que originó la cordillera de los Andes.

Cuando dos placas tectónicas son **divergentes** (se alejan), el magma brota en medio de ambas y se forma una cordillera submarina o dorsal. Las erupciones que se producen dejan a su alrededor capas de lava, cuyo peso hunde el terreno y forma pozos que, al llenarse de agua, pueden originar océanos. Así se formó el Atlántico. Otras veces, las capas emergen y forman cadenas de islas volcánicas.

Si en vez de acercarse o alejarse, las placas se desplazan una al lado de la otra, sus bordes producen una fricción que libera energía. Este hecho da lugar a bruscos temblores de la corteza terrestre que provocan sismos y erupciones volcánicas, con liberación de diferentes sustancias en forma de gases, cenizas y lava. Esta última, al enfriarse, origina la piedra pómez.



La cordillera de los Andes en el lago Titicaca, Perú



El Gran Valle del Rift, en África



La falla de San Andrés, en California, Estados Unidos



## La actividad en los bordes de las placas

Los bordes de las placas son las zonas de la litósfera donde la actividad geológica es más intensa. Esta actividad se manifiesta así:

- **El vulcanismo.** Tanto en los bordes de las placas como en las zonas próximas a los bordes convergentes y en las grandes fracturas de la litósfera se produce una intensa actividad volcánica.
- **Los terremotos.** Se originan por el rozamiento entre las placas, especialmente entre aquellas convergentes.
- **Las deformaciones rocosas.** En las zonas donde se produce convergencia entre placas, los materiales son intensamente deformados, presentando pliegues y fracturas.
- **El metamorfismo.** Las rocas afectadas por la compresión y por el incremento de temperatura experimentan cambios en su estructura y su composición mineralógica.
- **El magmatismo.** La fusión de las rocas para formar magma, ya sea dentro de la corteza o en la parte superior del manto, está ligada a los bordes de las placas.
- **La formación de relieves.** En las zonas de subducción, se produce un engrosamiento de la corteza que se manifiesta en la superficie como cadenas montañosas.

### PARA SABER MÁS

En 1915, el meteorólogo Alfred Wegener publicó *El origen de los continentes y océanos*, donde exponía la llamativa coincidencia entre los bordes de los continentes. La explicación más simple para esto era que hace unos 300 millones de años todos habrían formado una única masa continental, que posteriormente se habría fragmentado y dispersado. Wegener llamó Pangea a ese supercontinente.

DIOMEDIA



Islandia es una dorsal oceánica emergida, por lo que presenta una intensa actividad volcánica.



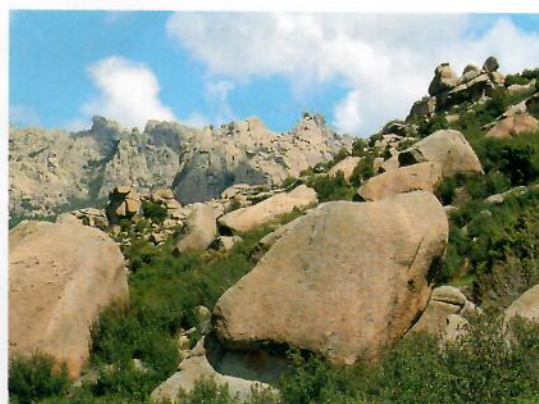
El Etna, en Italia, es un volcán situado sobre una zona de subducción.



Las Montañas Rocosas, en Estados Unidos, son consecuencia de la convergencia de dos placas.



Las zonas de subducción presentan una elevada sismicidad.



El granito de la corteza continental es un destilado formado por materiales de menor densidad, por ello no puede ser arrastrado de nuevo hacia el interior del manto en las zonas de subducción.



# Los procesos geológicos internos

## ¿SABÍAS QUE...?

Igual que la cera o la miel, el magma es más fluido cuanto más alta es su temperatura. Su fluidez o viscosidad determina la facilidad o dificultad con la que escapan los gases cuando el magma llega a la superficie. Igual que las burbujas de vapor salen con más facilidad y suavidad del agua que de un puré espeso, las burbujas de gas escapan suavemente de un magma muy caliente y fluido, mientras que producen explosiones y salpicaduras al desprenderse de un magma menos caliente y más viscoso.

Existen dos tipos de cambios en el relieve de la superficie terrestre: los procesos internos o endógenos y los procesos externos o exógenos. Los procesos internos se realizan en el interior de la Tierra y pueden producir erupción de volcanes y formación de cordilleras o terremotos.

## Los volcanes

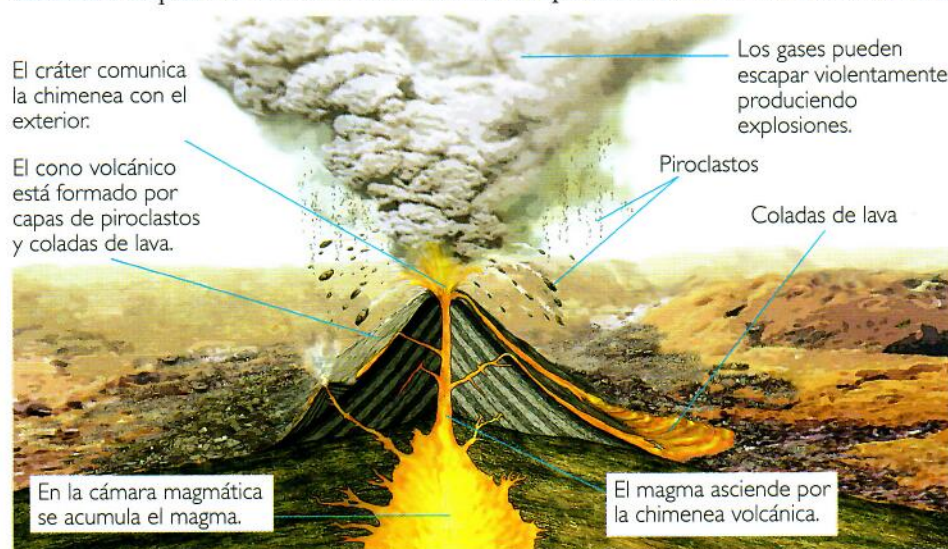
Los volcanes son aberturas de la corteza terrestre por donde el magma del interior de la Tierra sale hacia la superficie. Cuando este material rocoso fundido se encuentra dentro de la Tierra, se lo conoce como magma; una vez que ha salido al exterior, se lo conoce como lava.

Los volcanes son montañas cónicas que pueden o no estar en actividad (salida del magma hacia la superficie). Los volcanes típicos tienen cono volcánico, chimenea y cráter.

En una erupción volcánica, se expulsan materiales en tres estados:

- **Los gases.** Los más abundantes son el dióxido de carbono y el vapor de agua. Se expulsan también azufre y monóxido de carbono.
- **Los líquidos.** La lava es más fluida cuanto más alta es su temperatura. Si está a más de 1000 °C, fluye bien y forma coladas muy extensas que avanzan rápidamente. Si está a menos de 700 °C, es viscosa y avanza lentamente.
- **Los sólidos.** Reciben el nombre de piroclastos y corresponden a fragmentos de rocas lanzados al aire. Algunos salen del volcán en estado líquido y se solidifican por el contacto con el aire.

Un volcán constituye el único fenómeno natural que pone en comunicación directa la superficie terrestre con los niveles profundos de la corteza terrestre.

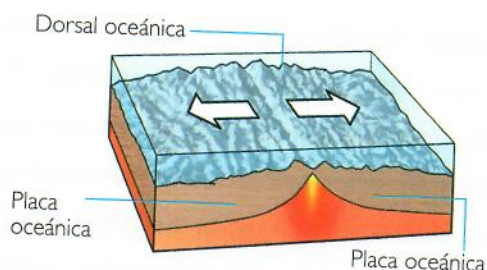
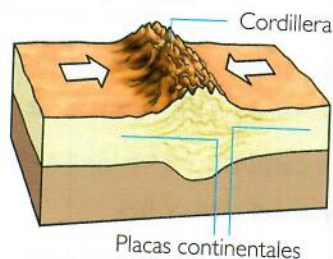




## La formación de cordilleras

Las cordilleras terrestres se forman cuando dos placas continentales colisionan y la corteza se acorta, se pliega o se levanta.

En el fondo de los mares, hay grandes cadenas de montañas llamadas dorsales. A todo su largo corre una gran grieta, a través de la cual se expulsa magma incandescente que al enfriarse origina nueva corteza oceánica y separa las placas.



## Los terremotos

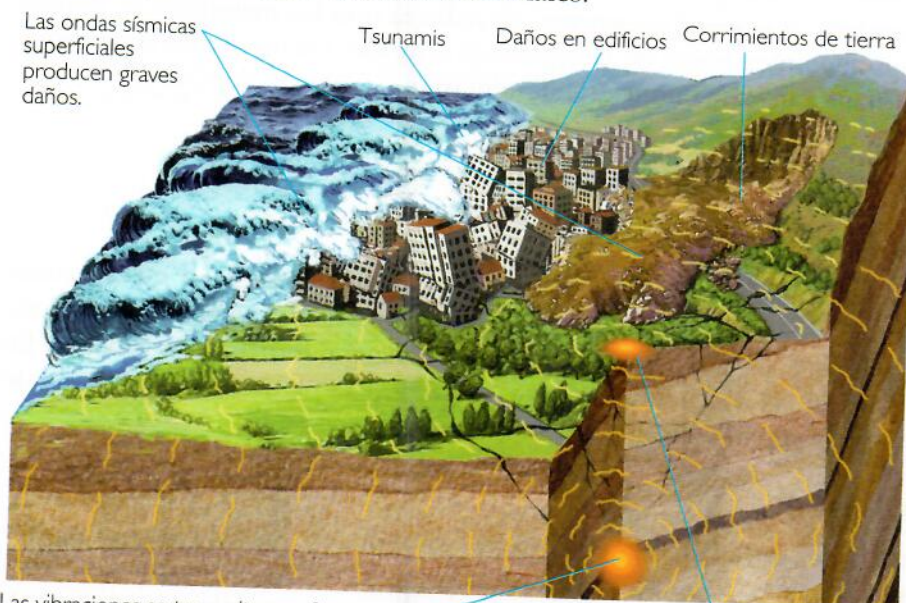
Se deben a las vibraciones producidas por movimientos bruscos o roturas de las placas tectónicas.

El lugar donde se produce la rotura recibe el nombre de **hipocentro** o foco sísmico. El punto de la superficie terrestre situado justo sobre el hipocentro es el **epicentro**, y es el lugar donde el terremoto se percibe en primer lugar y con mayor intensidad.

En un terremoto se producen vibraciones intensas que se prolongan durante varios segundos o incluso minutos. Cuanto más frías y rígidas son las rocas que se desplazan o se fracturan, más intensas son las vibraciones que se originan.

Las vibraciones del hipocentro se transmiten por el interior de la Tierra en todas las direcciones en forma de **ondas sísmicas**.

En el epicentro se forman ondas sísmicas superficiales, que se propagan y son las que ocasionan los daños materiales.



Las ondas sísmicas superficiales producen graves daños.

Tsunamis

Daños en edificios

Corrimientos de tierra

Las vibraciones se transmiten en forma de ondas por el interior de la Tierra a partir del hipocentro o foco sísmico.

Desde el epicentro, las vibraciones se transmiten en forma de ondas sísmicas superficiales.

### PARA SABER MÁS

La magnitud de un terremoto se mide con la **escala de Richter**, que indica la cantidad de energía liberada en el hipocentro. Cada grado de esta escala indica 10 veces más energía que el grado anterior.

### ¿SABÍAS QUE...?

La vibración producida en el hipocentro es similar a la que podemos percibir en las manos al romper un palo. Cuanto más rígido es el material que rompemos, más intensa es la vibración que percibimos en las manos.





# Los procesos geológicos externos



Las rocas de Marcahuasi han sufrido un proceso de meteorización.

Existen fuerzas que se presentan en el exterior de la superficie terrestre y dan origen a formaciones diversas. Todos los paisajes naturales que observamos son transformados por agentes externos. Entre ellos se cuentan, principalmente, el viento, el agua, los cambios de temperatura, los elementos químicos disueltos en el agua y en el aire, y los organismos vivos. Estos factores contribuyen a la formación del suelo.

## Los procesos externos

El desgaste del relieve se desarrolla a partir de tres procesos: la meteorización, el transporte y la sedimentación de materiales.

### La meteorización

Proceso de **desintegración**, fragmentación o **desgaste** de las rocas y suelos de la superficie terrestre debido a la acción de un agente físico o químico.

### El transporte

Se produce mediante el acarreo realizado por ríos, glaciares, vientos, mareas y corrientes, así como por efecto de la gravedad. La suma de los procesos de meteorización y transporte se denomina **erosión**. La **erosión** es, entonces, la extracción y transporte de materia disuelta o en forma de partículas.

### La sedimentación

Se produce al cesar el transporte, de manera que los materiales se depositan en diferentes zonas de la superficie terrestre. Dichas zonas se constituyen en las llamadas **cuencas sedimentarias** o áreas de depósito.

## Los agentes externos

### El viento

La **erosión eólica** se puede apreciar con mayor intensidad en las zonas áridas, donde el viento levanta y arrastra las partículas sueltas que golpean otras rocas y las van desgastando, dando origen a formas muy variadas. En cambio, en las zonas donde existe humedad, las partículas son difíciles de transportar debido al peso que adquieren.

### Las lluvias

El agua de lluvia también es un factor de erosión, pues al caer puede desgastar zonas sin vegetación, arrastrando las partículas más finas. Los ríos o las zonas deprimidas serán los depósitos de esos materiales. A este tipo de erosión se la denomina **erosión pluvial**.



Erosión y sedimentación de materiales



## EL SUELO

Los suelos no son simples acumulaciones de sedimentos. Se forman muy lentamente bajo la influencia de cinco factores:

- La roca madre. Material geológico original sobre el cual se forman los suelos. Es la que aporta al suelo sus componentes minerales.
- El clima. Infiuye en el proceso de formación del suelo. El agua aportada por las precipitaciones y la temperatura son los elementos climáticos más importantes.
- Los seres vivos. Desempeñan un papel fundamental. Los animales del suelo (lombrices, insectos, pequeños roedores, microorganismos, etc.) y las raíces de las plantas ayudan a mezclar los materiales y colaboran a airearlos. El humus es la materia orgánica parcialmente descompuesta que contienen los suelos, y también proviene de los restos de animales y de plantas. La capa vegetal protege el suelo de la erosión.
- La posición en que se forman los suelos también influye en su evolución.
- El paso del tiempo también hace cambiar los suelos.

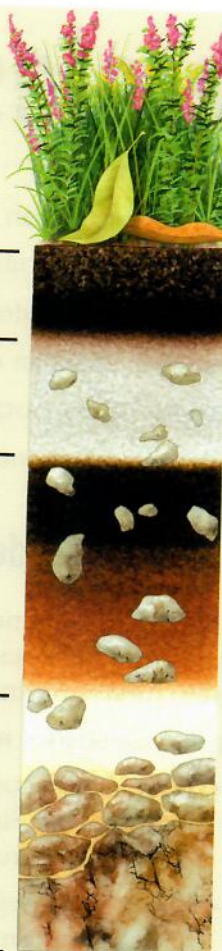
La diferente composición original de los materiales y la acumulación de las sustancias en determinadas zonas permite que se formen diversos tipos de suelos y que estos, muy frecuentemente, se presenten divididos en capas, llamadas horizontes.

Horizonte A

Horizonte B

Horizonte C

Roca madre



### Fragmentación de las rocas



El agua se filtra en las grietas de las rocas.



De noche, el agua se congela y aumenta su volumen.



Con el paso del tiempo, se producen fracturas en las rocas.

## FORMACIÓN DEL SUELO

- 1 El suelo se forma a partir de una masa de roca llamada roca madre, en la que solo crecen algunos musgos y líquenes, y queda expuesta a la acción de los gases de la atmósfera y la lluvia, en un proceso conocido como meteorización.
- 2 Durante este proceso, la acción conjunta de todos estos agentes actúa sobre la roca agrietándola, alterándola y descomponiéndola, hasta que se transforma en un manto superficial de arena y arcilla, llamado horizonte C. Sobre este sustrato de roca alterada ya pueden comenzar a crecer las plantas.
- 3 Los restos vegetales descompuestos se mezclan con la capa más superficial y constituyen el llamado horizonte A, que se hará cada vez más espeso. La lluvia que cae sobre este suelo en formación, se infiltra hacia el subsuelo y arrastra materiales, sobre todo arcillas, hasta zonas más profundas. Allí se acumulan en una capa denominada horizonte B o zona de acumulación.
- 4 Con el paso del tiempo, el progresivo proceso de infiltración de agua continúa, alterando la roca madre que subyace en el fondo, por lo que el suelo se hace cada vez más y más profundo, pudiendo observarse más horizontes.

1



2



3



4





# Los minerales y las rocas

Los minerales son materia terrestre sólida que forma las rocas. Es materia natural, inorgánica, de composición química y estructura interna fija. Están formados fundamentalmente por los elementos químicos que más abundan en la Tierra, que son ocho: oxígeno, silicio, aluminio, hierro, calcio, potasio, sodio y magnesio. Estos elementos se conocen como geoelementos o elementos geoquímicos.

## Las propiedades de los minerales

Cada mineral tiene propiedades físicas que sirven para identificarlo. Minerales de diferentes partes del mundo pueden tener la misma fórmula química, pero presentar distintas propiedades.

Las propiedades más importantes de los minerales son las siguientes:

- **Forma.** Algunos, como el oro, son amorfos, es decir, no tienen una forma definida. Sin embargo, la mayoría tiene forma geométrica (prismas, cubos, octaedros).
- **Color.** Varía según el mineral del que se trate. Por ejemplo, el azufre es amarillo, la esmeralda es verde y el yeso puede ser blanco o rojo.
- **Brillo.** Muchos minerales brillan. Algunos, como el cuarzo, tienen un brillo cristalino; otros, como la piritita y el oro, tienen un brillo metálico.
- **Densidad.** Cada uno tiene una densidad característica. Por ejemplo, el cinabrio es muy denso, y el yeso, poco denso.
- **Exfoliación.** Algunos pueden romperse en láminas. En cambio, se habla de fractura cuando un mineral se rompe de manera irregular.
- **Dureza.** El grado de dureza, es decir, la resistencia a ser rayado, se mide mediante la escala de Mohs, formada por 10 minerales de dureza distinta, colocados en orden, donde cada uno raya al anterior.

|                |                                                                                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |        |      |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
|                |  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | Blando | Duro |
|                | 1                                                                                    | 2                                                                                   | 3                                                                                   | 4                                                                                   | 5                                                                                   | 6                                                                                   | 7                                                                                    | 8                                                                                     | 9                                                                                     | 10                                                                                    |        |      |
| Dureza         |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |      |
| Mineral        | Talco                                                                                | Yeso                                                                                | Calcita                                                                             | Fluorita                                                                            | Apatita                                                                             | Feldespato                                                                          | Cuarzo                                                                               | Topacio                                                                               | Corindón                                                                              | Diamante                                                                              |        |      |
| Se raya con... | Uña                                                                                  | Uña                                                                                 | Moneda de cobre                                                                     | Clavo                                                                               | Vidrio                                                                              | Navaja                                                                              | Lima de acero                                                                        | Papel de lija                                                                         | No se raya                                                                            | No se raya                                                                            |        |      |

Escala de Mohs



| Los minerales y las rocas sedimentarias de interés industrial |                                                              |                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | Nombres                                                      | Usos                                                                                                                                          |
| Minerales                                                     | Cuarzo                                                       | Fabricación de vidrio.                                                                                                                        |
|                                                               | Arcilla                                                      | Fabricación de cerámicas, lozas y porcelanas; industria química; fabricación de cemento.                                                      |
|                                                               | Calcita y dolomita                                           | Fabricación de cemento; industria química como regulador del pH de aguas.                                                                     |
|                                                               | Yeso                                                         | Fabricación de moldes, esculturas, etc.                                                                                                       |
|                                                               | Halita                                                       | Industria alimentaria; industria química, en filtros descalcificadores de agua.                                                               |
| Rocas                                                         | Grava y arena (sedimentos sin consolidar o rocas trituradas) | Como material de construcción para relleno de desniveles, base para pavimentos y tendidos ferroviarios, cimentación, elaboración de hormigón. |
|                                                               | Arenisca, caliza, dolomía                                    | Piezas decorativas para construcción.                                                                                                         |
|                                                               | Carbón                                                       | Combustible; industria química en filtros de carbón activo.                                                                                   |
|                                                               | Petróleo                                                     | Industria química en la obtención de combustibles, plásticos, pinturas, disolventes, fertilizantes, etc.                                      |

## La extracción y el uso de los minerales y las rocas

Los minerales son sustancias con composición química y propiedades físicas definidas. La mayoría se encuentra formando las rocas, y otros, en estado puro. La actividad encargada de la extracción de los minerales metálicos y no metálicos es la minería. En minería, las menas son minerales de los que se extrae un elemento, por lo general, un metal, y la ganga es el mineral agregado a la mena que carece de valor económico.

Los minerales y las rocas son utilizados como materiales para fines industriales, para la construcción de viviendas, para la fabricación de vidrio y de pinturas, y para la confección de joyas. Pero los más usados son los minerales con contenido metálico.

El Perú cuenta con abundantes yacimientos mineros, que son acumulaciones significativas de minerales metálicos y no metálicos. Estos pueden ser explotados para así generar desarrollo económico, siempre y cuando se haga con responsabilidad social y ambiental.

### INFORMACIÓN REGIONAL

#### La escoria

Tras fundir la mena de hierro resulta un residuo conocido como escoria. Actualmente, los procesos industriales permiten extraer más minerales útiles a partir de dicho residuo.



Escoria mineral depositada en La Oroya, Junín

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre la gestión de los recursos minerales, consulta el libro *Enciclopedia didáctica de las ciencias naturales*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

### GLOSARIO

**Óxidos.** Compuestos químicos que contienen oxígeno.

**Silicatos.** Minerales con silicio y oxígeno.

**Roca.** Material de origen geológico variado constituido por minerales.

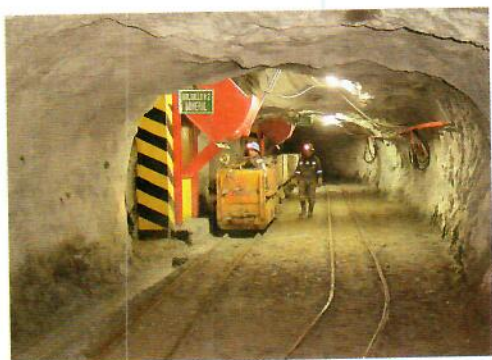


# Los recursos mineros en el Perú

Las reservas minerales del Perú están consideradas entre las mayores y más variadas del mundo. Nuestro país explota y exporta quince minerales metálicos distintos, como oro, cobre, cinc, plomo, plata y hierro. Esta producción, junto con la de hidrocarburos, como el petróleo y el gas, representa más del 60% de las exportaciones totales del Perú.

## Pequeña, mediana y gran minería

Las actividades mineras se clasifican en tres grupos según la cantidad de mineral extraído y de los capitales invertidos.



Mina de socavón



Mina a tajo abierto

- La **pequeña minería** es realizada, generalmente, por grupos familiares o por empresas que invierten capitales relativamente pequeños. Suelen ser producto de denuncias mineros, que son solicitudes que se hacen al Estado para recibir en concesión un área en la cual se realizará la explotación. Por lo general, está orientada a la explotación de canteras de algunos minerales no metálicos como el yeso o el mármol, o a la extracción de minerales metálicos que no requieren de un procesamiento complejo y caro, como en el caso de los lavaderos de oro. Las empresas mineras de este tipo extraen menos de 350 toneladas de material al día.
- La **mediana minería**, al igual que la pequeña minería, se limita básicamente a la extracción de minerales; en pocas ocasiones se encarga de procesarlos en fundiciones o refinerías. Sus capitales son nacionales y centran su actividad en la obtención de cinc, plomo, plata y estaño. Las empresas mineras de esta categoría extraen entre 351 y 5000 toneladas de minerales cada día.
- La **gran minería** se dedica a la extracción a gran escala (de 5000 a más toneladas de material al día). En esta categoría encontramos a las empresas cuyos montos de inversión son elevados y cuentan con la tecnología, las maquinarias y la mano de obra requerida. Además, suelen contar con fundiciones o con refinerías para procesar los minerales, que luego serán vendidos al extranjero. Por lo tanto, estas empresas extraen, procesan y exportan minerales. Practican este tipo de minería las grandes empresas extranjeras dedicadas a la explotación de cobre, plata, oro y cinc. Entre ellas se encuentran Southern Perú Copper Corporation (Moquegua), Antamina (Áncash), Minera Yanacocha (Cajamarca), Minera Barrick Misquichilca (La Libertad) y BHP Tintaya (Cusco).



## El petróleo

El petróleo es un combustible fósil constituido esencialmente por hidrógeno y carbono. La explotación de este recurso se realiza en las siguientes zonas de nuestro país:

- Costa norte: La Brea, Pariñas, Talara, Restín, Lobitos, El Alto y Los Órganos (Piura).
- Zócalo continental: costa de Piura.
- Selva: Trompeteros, Pavayacu, Capirona, Corrientes, Capahari, Yanayacu, Intuto, alrededor del río Marañón (Loreto) y en Contamana y Aguaytía (Ucayali).

## El gas natural

El gas natural es un recurso energético que, al igual que el petróleo, puede encontrarse en los subsuelos marinos y continentales. Es de origen natural y está formado por la mezcla de hidrocarburos en estado gaseoso.

El gas natural constituye una alternativa ante la crisis energética. Tiene grandes ventajas frente a otros combustibles fósiles: es más limpio (sus emisiones de dióxido de carbono son mucho menores), es más barato y, además, se le puede usar en las industrias, en los hogares y como combustible de vehículos.

La explotación de este recurso se realiza principalmente en tres regiones de nuestro país:

- Noroeste
- Aguaytía
- Camisea



Principales centros  
mineros, petroleros y  
de gas





# Problemas ambientales **globales**



Los países industrializados son los responsables de más del 80% de las emisiones de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera. Si se mantienen las emisiones al ritmo actual, se calcula que a finales de siglo la temperatura media de la Tierra podría elevarse hasta  $2^\circ\text{C}$  por encima de la actual. Una de las consecuencias más evidentes es el aumento del nivel del mar debido a la fusión del hielo en los polos.

El siglo XX se caracterizó por la actividad económica, la industrialización, el desarrollo de la tecnología y las comunicaciones, procesos que se han intensificado en el siglo XXI. Sin embargo, estos procesos también han tenido serias repercusiones en el medioambiente y en la dotación y calidad de los recursos disponibles.

## Los problemas ambientales

Gran parte de estos problemas ocurren por la forma en que se explotan económicamente los recursos naturales, ya que predomina el objetivo de lograr el mayor rendimiento en el menor tiempo posible. Así, en la búsqueda de mayores y más rápidas ganancias, se agotan los recursos que la naturaleza tarda años en reponer o se valoriza un recurso mientras que al mismo tiempo se desvaloriza otro. Cada vez es mayor la incidencia de la degradación ambiental en la vida de las personas y el desarrollo de sus actividades, por lo que es posible afirmar que la humanidad enfrenta actualmente dos grandes conflictos: las necesidades de una población creciente y la degradación del ambiente y de los recursos naturales.

## Los principales problemas ambientales globales

- **Aumento de las emisiones de dióxido de carbono** y otros gases a la atmósfera. Este problema se relaciona con el proceso de calentamiento global o intensificación del efecto invernadero, que está provocando un incremento gradual en la temperatura del planeta y una perturbación climática a nivel mundial.
- **Deterioro de la calidad de las aguas continentales y marinas.** Esta situación ha originado la disminución de los recursos pesqueros debido a procesos de contaminación.
- **Disminución del número y variedad de especies animales y vegetales** en los distintos continentes, como resultado de los procesos de desarrollo económico no consecuentes con el cuidado y protección del medioambiente.
- **Aumento de las áreas desérticas**, tanto por procesos naturales como por procesos relacionados con actividades productivas.
- **Pérdida de la capacidad productiva de los suelos**, debido en gran medida a prácticas agrícolas intensivas que no permiten una adecuada regeneración del suelo.
- **Aumento de la producción de los residuos tóxicos**, así como su transporte y depósito final.
- **Deterioro creciente de las condiciones ambientales en las grandes ciudades**, debido, entre otras causas, a la producción de residuos, al aumento en los niveles de ruido, al aire contaminado y a la contaminación del agua que usa la población.

Getty Images



En abril de 2010, se produjo una explosión en una plataforma petrolífera situada en el golfo de México y explotada por la compañía BP. En el accidente murieron 11 personas.

La torre se hundió y comenzó un derrame incontrolado de petróleo que se mantuvo durante meses ante la imposibilidad de sellar la fuga en la tubería. Se estima que ha sido el peor derrame de petróleo de la historia, y aunque los datos no son precisos, se calcula que se vertieron unos 700 millones de litros de petróleo, que causaron una absoluta catástrofe ecológica.



## El control y la prevención de impactos ambientales

Al igual que en otros países del mundo, la actividad humana en el Perú ha generado diversos problemas; por ejemplo, la pérdida de la cubierta vegetal, la alteración del curso de los ríos o la contaminación del suelo y del aire. Por esta razón, las industrias deben controlar el impacto negativo que pudieran generar.

Actualmente, diversas empresas mineras están empleando tecnologías que mitigan el impacto ambiental y controlan la contaminación.

### Para evitar la erosión originada por la eliminación de la cubierta vegetal

Rehabilitación de las áreas removidas colocando suelo orgánico y sembrando especies nativas. Colocación de redes plásticas como elementos de sostén de las plantas sembradas en los terrenos inclinados.



### Para eliminar la contaminación del agua

Construcción de pozas de sedimentación y realización permanente del control químico de la calidad del agua.

### Para disminuir la acumulación de desechos

Aplicación de programas de reciclaje y tratamiento o eliminación de los residuos según las leyes vigentes.



### Para evitar la contaminación del suelo

Colocación de geomembranas de plástico impenetrables con detectores de infiltración con los cuales se protege el suelo donde se trabaja.



## Algunos problemas persisten

Algunas empresas mineras aún no logran modernizar su producción. Generan importantes relaves que, junto con las actividades de miles de trabajadores clandestinos o informales, ocasionan un enorme impacto en los ecosistemas: deforestación, pérdida de la biodiversidad y contaminación.

Por ejemplo, en muchos yacimientos auríferos de la Amazonía se arroja a los ríos un gramo de mercurio por cada gramo de oro que se obtiene.

### EN LA WEB

<http://www.minam.gob.pe/legislaciones/sistema-nacional-de-evaluacion-de-impacto-ambiental/>

Página que presenta información sobre el sistema nacional de impacto ambiental en el Perú.





# Los desagües y los residuos **industriales**

La mayor parte de los centros urbanos hacen un mal manejo de los desagües y los residuos industriales. Además de contaminar el ambiente, afectan el desarrollo de la vida de las distintas especies y las redes tróficas a las que pertenecen.

Archivo diario La República



Muchas organizaciones no gubernamentales (ONG) luchan para evitar la contaminación del ambiente.

## Los problemas de la química industrial

Las industrias químicas vierten al ambiente grandes cantidades de productos residuales con efectos nocivos para toda la humanidad. Es decir, la actividad industrial química contamina el ambiente.

Existen leyes que regulan y tratan de evitar esos vertidos contaminantes. Hay también procedimientos técnicos para eliminarlos, en su mayoría. Pero, hoy por hoy, las leyes son permisivas, y los procedimientos, costosos, por lo que el problema aún permanece en nuestro mundo actual.

## La contaminación del suelo

El suelo que pisamos también sufre los efectos de la contaminación producida por la actividad química industrial. Sobre él se vierten productos extraños e indeseados, que modifican sus características naturales y terminan afectando a su composición química y a la vida que sustenta.

La contaminación de los suelos está causada por los siguientes agentes:

- **Los residuos sólidos.** La civilización ha traído consigo un espectacular aumento en la cantidad de residuos generados. Estos se vierten a veces de manera incontrolada, alterando el suelo.
- **Los vertidos industriales.** Los vertidos incontrolados de aceites, productos químicos, etc., pueden contaminar de tal manera el suelo, que este queda completamente inútil para actividades agrícolas.
- **Los productos agrícolas.** Las sustancias empleadas, por ejemplo, aquellas usadas para fumigar los cultivos, también pueden afectar al suelo, variando su composición o contribuyendo a la contaminación del agua.

El problema de la contaminación del suelo está asociado en muchas ocasiones a la contaminación del agua, pues las corrientes de agua arrastran y disuelven a lo largo de su recorrido algunos de los componentes químicos que se encuentran presentes en el suelo.



Los residuos de las actividades industriales y urbanas van a parar con frecuencia a vertederos incontrolados. Desde allí se extienden por la acción del viento o las lluvias y contaminan los terrenos circundantes.



## El reciclaje de residuos

El material inservible que queda después de haber realizado un trabajo u operación puede volver a ser utilizado, recicándolo para ser materia prima de un nuevo proceso. De esta manera, no solo se disminuye la acumulación de residuos, sino que se generan más procesos como fuentes de trabajo e ingresos.

La lixiviación del cobre es un procedimiento de extracción que se basa en la recuperación de los metales mediante un disolvente y luego se precipitan a su estado puro. En este proceso se recupera parte de la escoria del mineral y se emplea el ácido sulfúrico, que es un subproducto de la refinación.



Shutterstock

*Los desechos industriales madereros son materia prima para la fabricación de madera prensada, con la que se elaboran gabinetes, reposteros y otros.*

### El uso de los desechos industriales

La recuperación de materiales contribuye a mejorar la calidad de vida. Algunos beneficios y ventajas de su uso son los siguientes:

- Se reduce el volumen de residuos a ser eliminados en vertederos, rellenos o incinerados.
- Disminuyen los costos de recolección y disposición de los residuos.
- Se ahorra materia prima, pues el uso de materiales de desecho en la manufactura de productos nuevos ayuda a conservarla.
- Se ahorra energía, pues la manufactura de productos reciclados requiere menos de ella.
- Se protegen los recursos naturales. Al utilizar material reciclable para manufacturar nuevos productos, baja la contaminación.
- Hay remuneración económica en la venta y recuperación de desechos reciclables y reciclados.



Shutterstock

*Gracias a la optimización de los procesos de producción, se obtienen 62 latas de 350 mm<sup>3</sup> por cada kilogramo de aluminio reciclado.*

### ¿SABÍAS QUE...?

Si echamos un vistazo a nuestro alrededor, es fácil encontrar variedad de plásticos que han hecho más sencilla nuestra vida. Si nos fijamos en una botella tamaño familiar, observaremos que está fabricada a base de un plástico llamado PET, que significa polietilentereftalato. Este polímero ha sustituido al cristal en la industria de las bebidas refrescantes con gas, ya que ofrece diversas ventajas: es liviano, es más barato transportarlo, además, es más seguro almacenarlo y usarlo. El PET ofrece una elevada resistencia a la entrada de oxígeno en la botella; por esa razón, se utiliza también en recipientes de alimentos, como salsas, aceites, miel, frutos secos, mermeladas y vinos.

Sin embargo, este material es considerado un contaminante por ser muy resistente y no degradarse de forma natural, aunque sí es posible reciclar las botellas de PET. Mediante un proceso químico se puede "deshacer" la reacción química que tuvo lugar para su formación y obtener otra vez materias primas que, convenientemente purificadas, servirán para fabricar nuevo PET. En algunas partes del mundo, el PET reciclado se utiliza para hacer alfombras, edredones, cascos de embarcaciones, velas de veleros, etc.

### PARA SABER MÁS



#### Aprovechamiento de los desechos industriales

Un equipo de científicos de la Universidad Camilo Cienfuegos de Cuba trabaja en la obtención y el mejoramiento de enzimas que posibiliten el aprovechamiento racional de desechos industriales en productos que puedan ser usados por el ser humano.

Con la enzima de la quitosana, polímero logrado como desecho de la producción de la langosta y del suero de la leche después de secado, pueden hacerse filmes biodegradables.

Este equipo se mantiene en la búsqueda de alternativas productivas ambientalmente sostenibles, también en los métodos de transformación de subproductos como el bagazo del arroz, en biocombustibles.

Avenidaño, I. A. (12 de julio de 2007). "Investigadores de la Universidad de Matanzas protagonizan una revolución en la química supramolecular que apunta a la medicina asistida y a la obtención de materiales biodegradables".

*El Tiempo 21*, pp. 11-12.





# La contaminación del agua

El agua es imprescindible para el desarrollo de la vida. Los organismos vivos requieren un suministro continuo de ella. Un ser humano puede vivir alrededor de 50 días sin alimento, pero solo de 5 a 10 días sin agua.

## Las fuentes de contaminación del agua

En nuestros días, la calidad de agua es una preocupación. Por una parte, el agua potable disponible disminuye constantemente, y por otra, la calidad del agua se ve afectada por la contaminación.

Las actividades industriales, mineras, agrícolas y urbanas generan numerosos residuos que contaminan los ríos.

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

### La contaminación doméstica

Las aguas servidas que arrojan las viviendas a los desagües contienen materias fecales y detergentes. Los excrementos favorecen el desarrollo de bacterias que causan enfermedades.

### La contaminación industrial

Los desechos industriales que se arrojan al agua sin tratamiento son contaminantes, pues tienen residuos tóxicos, como los metales, cobre, cromo y mercurio, y los disolventes, las pinturas y los aceites, entre otros. También es contaminante el agua caliente que vierten algunas industrias, pues provoca un aumento en la temperatura del agua de los ríos y los mares, produciendo la muerte de muchos organismos que no pueden soportar tal cambio.

### Los derrames de petróleo

A veces, los barcos que transportan petróleo sufren accidentes y, como consecuencia, derraman ese combustible en mares y océanos, lo que origina mareas negras. Estos accidentes destruyen la flora y la fauna acuática.

### La contaminación rural

Al ser arrastrados por las lluvias, los fertilizantes y los pesticidas contaminan los ríos y los lagos. Por su parte, las filtraciones de las letrinas y los pozos sépticos ubicados en las cercanías de manantiales y ríos constituyen la principal fuente de contaminación en el ámbito rural.



## Otras formas de contaminar el agua

- Los **productos químicos tóxicos**. Como **pesticidas**, **detergentes** y otros **desechos industriales**.
- Los **metales pesados**. Como el **mercurio**, el **cadmio** y el **plomo**, son sustancias sumamente perjudiciales para los seres vivos. Estos metales llegan a los ríos y mares transportados principalmente por las aguas residuales de las industrias mineras y, en el caso del plomo, por las emisiones de los automóviles.
- El **petróleo**. Vertido accidentalmente al agua de los mares y ríos por los barcos que lo transportan. Producen las llamadas **mareas negras**. Estas causan la muerte de miles de algas y animales acuáticos.
- La **basura no biodegradable**. Como los plásticos, que se acumulan y solo después de muchos años logran degradarse. Muchos plásticos no se degradan a menos que el ser humano los manipule.



Eutrofización del lago Titicaca por efecto de las lentejas de agua que cubren su superficie

### La clasificación de los contaminantes

El rápido desarrollo industrial y agrícola genera grandes cantidades de residuos, los cuales, al no ser bien manejados, son arrojados directamente a los ríos y al mar, causando serios problemas.

Los contaminantes del agua pueden ser biológicos, químicos o físicos.

- Los **contaminantes biológicos**. Son los **desechos orgánicos**, como las materias fecales o los restos de alimentos. Estos materiales tienen la propiedad de descomponerse, es decir, son biodegradables.

La biodegradación se produce por **acción de las bacterias** que normalmente viven en el agua. Estas degradan o descomponen la materia en sustancias más sencillas. Por eso, los materiales biodegradables resultan menos dañinos que las sustancias que no se degradan.

Sin embargo, en los residuos biológicos también se desarrollan bacterias y protozoarios que causan enfermedades, como el cólera y la tifoidea.

- Los **contaminantes químicos**. Son compuestos químicamente producidos por las actividades domésticas, industriales, mineras y agropecuarias. **No suelen ser biodegradables**, por eso, se mantienen en el agua durante mucho tiempo. Además, pasan de unos organismos a otros a través de la cadena alimentaria, afectando a muchísimos seres vivos.

Los principales contaminantes químicos son el petróleo, los detergentes, los plaguicidas, los colorantes, los fertilizantes, los disolventes, los ácidos y los metales pesados, como el mercurio, el cadmio y el plomo.

- Los **contaminantes físicos**. Son los **materiales sólidos e inertes** que afectan la transparencia de las aguas. Por ejemplo, objetos de metal o plástico, maderas, cartones y vidrios. Estos objetos alteran la composición del agua.

### EN LA WEB

[http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/wikididactica/index.php/Archivo:Contaminaci%C3%B3n\\_del\\_agua.jpg](http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/wikididactica/index.php/Archivo:Contaminaci%C3%B3n_del_agua.jpg)

Página que presenta información sobre la contaminación del agua.

### GLOSARIO

#### Eutrofización.

Enriquecimiento de un ecosistema acuático con nutrientes que causa la proliferación de ciertas algas.

### ¿SABÍAS QUE...?

Los fertilizantes y los detergentes contaminan el agua de una manera especial. Estas sustancias proporcionan nutrientes que provocan el aumento de plantas acuáticas, como la lenteja de agua. Esta vegetación cubre la superficie del agua y bloquea el paso de la luz, dificultando la fotosíntesis de las algas que viven más abajo, lo que provoca su muerte. Así, lentamente los lagos se van convirtiendo en pantanos. Este fenómeno se observa claramente en el lago Titicaca.



Lenteja de agua





# La potabilización del agua

## ¿SABÍAS QUE...?

Las aguas de los ríos, los lagos y los mares reciben sustancias que las contaminan, pero la naturaleza dispone de un mecanismo que las purifica. Este proceso se denomina autodepuración y ocurre de diferentes formas. Una de ellas es el ciclo del agua, cuando se evapora y sube en forma de vapor, dejando minerales y otras sustancias disueltas en ella. Otra es la lluvia, cuando el agua que se incorpora al suelo pasa por capas de tierra, arena y rocas, filtrándose y purificándose de ese modo. Eso explica por qué el agua subterránea es limpia.

El agua que llega a nuestros caños es un producto muy valioso que no debemos desperdiciar.

## El agua potable

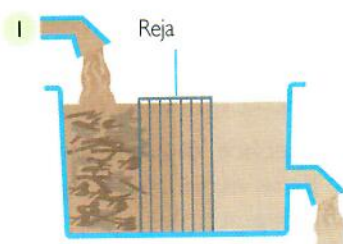
Para ser apta para el consumo humano, el agua debe ser sometida a un conjunto de tratamientos que la convierten en agua potable.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua tiene que cumplir los siguientes requisitos para ser potable:

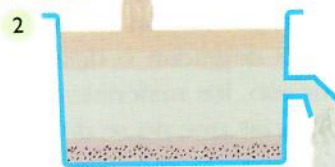
- No contener sustancias nocivas para la salud; es decir, debe carecer de contaminantes biológicos (microbios patógenos), químicos (orgánicos o inorgánicos) y radiactivos.
- Tener una proporción determinada de gases y de sales inorgánicas disueltas.
- Ser incolora o translúcida, inodora y de sabor agradable.

La potabilización del agua se realiza en las plantas potabilizadoras y se puede esquematizar de la siguiente manera:

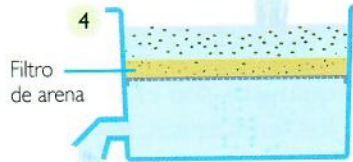
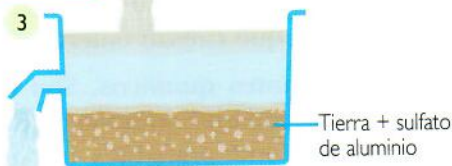
**1. Captación.** El agua de los ríos pasa a través de unas rejillas de hierro que impiden la entrada de piedras, troncos, ramas y pequeños seres vivos.



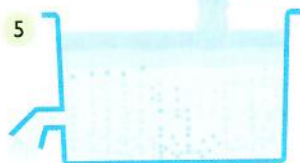
**2. Desarenación.** El agua ingresa a los desarenadores, que son estanques donde la arena se sedimenta. Aquí el agua recibe la primera dosis de cloro para matar las bacterias que contiene.



**3. Coagulación.** Se agregan al agua sustancias químicas, como el sulfato de aluminio, que, al reaccionar, forman una sustancia parecida a la gelatina, en la cual se pegan las partículas de tierra, formando coágulos. Los coágulos caen hacia el fondo de los depósitos.



**4. Filtración.** El agua pasa por unos filtros de arena donde quedan retenidos los coágulos que no sedimentaron y las partículas finas que aún quedan en el agua.



**5. Cloración final.** Se agrega la última dosis de cloro para eliminar todos los microbios.

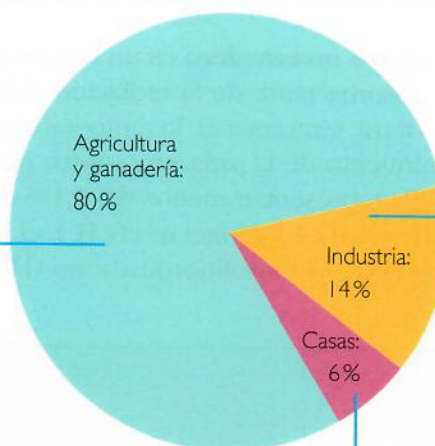


## Los usos del agua

Las actividades humanas dependen en gran medida del agua, pues esta es necesaria para la industria, la agricultura, la higiene personal, la limpieza, el transporte y hasta como medio de esparcimiento.

También hay usos del agua que no suponen consumo. Por ejemplo, en las centrales hidroeléctricas se utiliza el agua para mover las turbinas que generan electricidad y luego regresa a los ríos.

La mayor parte del agua disponible (un 80%) se destina a la agricultura y a la ganadería. Por ejemplo, por cada kilogramo de algodón que se cosecha, se utilizan unos 10 000 litros de agua, y por cada kilogramo de arroz, 4000 litros.



Las industrias consumen el 14% del agua. La usan como refrigerante de máquinas, como disolvente de muchas sustancias y como materia prima. Por ejemplo, para fabricar un kilogramo de papel se usan 250 litros de agua, y para un kilogramo de plástico, 2000 litros.

El consumo doméstico es el 6% restante. Incluye la limpieza y preparación de alimentos, la higiene personal y el agua que bebemos. En nuestro país, cada persona consume cerca de 150 litros de agua cada día.



Shutterstock

## El mal uso del agua

En nuestro país, la distribución del agua no es equitativa y su uso no es el más adecuado.

- Se **destruyen las fuentes de agua** por la tala y la quema de los bosques. Los árboles almacenan agua y luego la liberan hacia la atmósfera. Cuando estos se cortan, nada puede retener el agua, lo que conduce a un clima más seco.
- Se **contaminan los ríos y los lagos** por desagües de las ciudades y de las industrias, por los relaves mineros y los residuos de productos químicos (herbicidas, insecticidas, fertilizantes).
- Se **desperdicia** a pesar de que en muchos lugares, especialmente en Lima, es muy escasa. Una gotera sin resanar, un caño innecesariamente abierto o el riego con agua potable son solo algunos de los malos usos que hacemos del agua sin conciencia de ahorro.

Estos problemas deben ser solucionados porque perjudican tanto a la salud humana como a las actividades productivas y, sobre todo, al ambiente. Todos debemos cooperar para superarlos y conservar el agua. En el futuro, el agua será insuficiente, mientras que la población sigue creciendo.

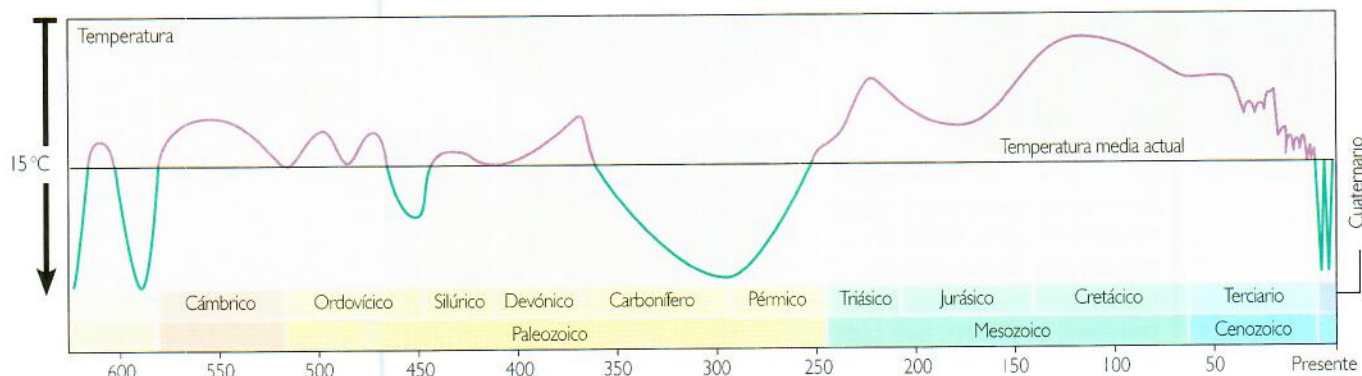


# El cambio climático

El cambio climático es un problema global. Afortunadamente, nosotros tenemos la capacidad de influir sobre el futuro del planeta.

## Alteración del efecto invernadero

El **efecto invernadero** es un fenómeno natural que permite que la atmósfera absorba parte de la radiación solar que es reflejada por la superficie de la Tierra. Gracias a él, la temperatura promedio es la adecuada para el mantenimiento de la vida en nuestro planeta. Los gases de efecto invernadero (GEI) representan menos del 0,1 % de la atmósfera e incluyen al dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), el perfluorocarbano (PFC), el hidrofluorocarbano (HFC) y el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ).



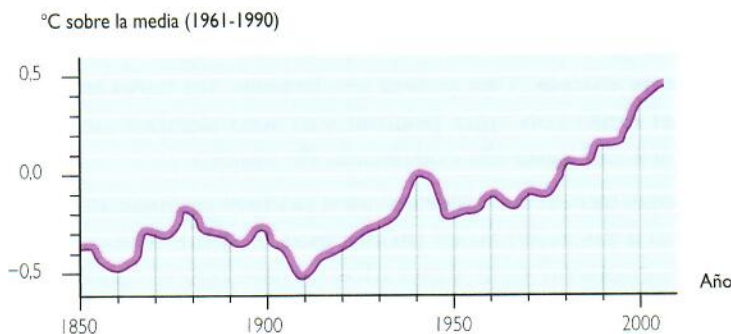
Las variaciones del clima siempre han existido en nuestro planeta como consecuencia de los fenómenos naturales.

Sin embargo, a partir de la **era industrial**, el ser humano ha provocado grandes cambios en la naturaleza, ocasionando que las concentraciones de estos gases en la atmósfera aumenten hasta transformar un mecanismo natural y esencial para la vida de la Tierra en el problema conocido como cambio climático.

Durante el último siglo, la **temperatura promedio** en todo el mundo **ha aumentado 0,74 °C**, llegando a subir hasta 1 °C en Europa. Esto supone un calentamiento extraordinariamente rápido para la Tierra.

### PARA SABER MÁS

Pequeños cambios en nuestro comportamiento cotidiano pueden evitar emisiones de gases de efecto invernadero sin afectar nuestra calidad de vida. Estas medidas incluso pueden ayudarnos a ahorrar dinero.

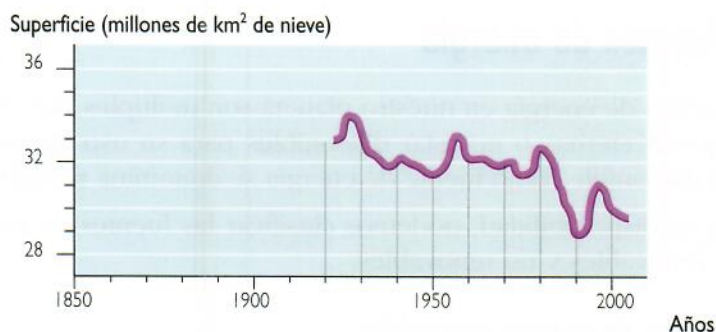




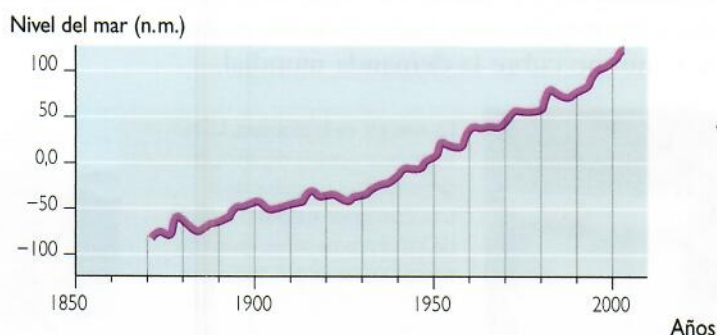
## Las consecuencias del cambio climático

Algunos indicadores actuales del calentamiento global son el derretimiento del hielo de los casquetes polares, la elevación del nivel del mar, el aumento de la frecuencia de huracanes, las sequías prolongadas y las inundaciones.

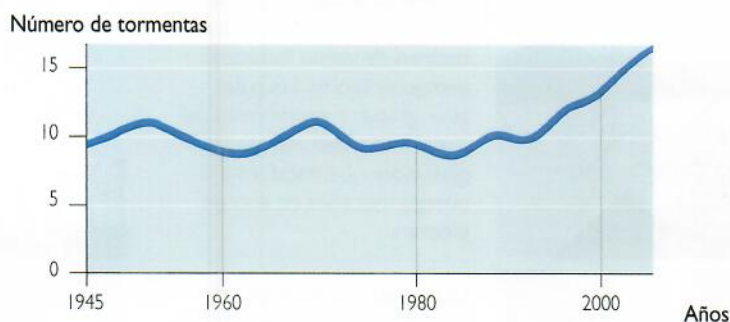
- La **disminución de la superficie cubierta por nieve** y del volumen de hielo en el Ártico (22% menos desde 1970). En el verano del 2007, el Paso del Noroeste (ruta marítima del Atlántico al Pacífico por el norte de Canadá) quedó libre de hielo por primera vez en la historia.



- El **aumento del nivel del mar**, entre 10 y 25 centímetros en el último siglo. Habría sido causado tanto por el hielo fundido como por el mayor volumen del agua caliente.



- El **incremento de la frecuencia de huracanes**, puesto que las aguas ecuatoriales más cálidas son una fuente perfecta de convección violenta y, por lo tanto, una fábrica de grandes tormentas tropicales.



- La **extinción de especies** es uno de los impactos globales más preocupantes sobre la biósfera. El número de especies diferentes en un lugar determinado, o en el planeta entero, se conoce como biodiversidad. La desaparición de especies produce, por lo tanto, una disminución de la biodiversidad, tanto en el área concreta ocupada por esa especie como en el planeta en su totalidad.

### ¿SABÍAS QUE...?

Entre 1995 y 2006, el planeta tuvo once de los doce años más calurosos en los registros de la temperatura global en la superficie desde 1850. El año 1998 marcó, en ese periodo, el récord más elevado.



El glaciar Quelccaya está localizado en el sureste del Perú, en la cordillera de Vilcanota. Es el glaciar más grande del trópico y se derrite a 200 metros por año. Se proyecta que para el 2100 habrá desaparecido.



El oso polar (*Ursus maritimus*) es el mayor carnívoro terrestre y vive sobre las zonas heladas del Ártico. Los efectos del cambio climático parecen ser su mayor problema, pues afectan intensamente a su hábitat.



# Los recursos energéticos

Se consideran recursos energéticos aquellos que pueden utilizarse como fuente de energía, ya sea directamente o a través de alguna transformación.

## Las fuentes de energía

### ¿SABÍAS QUE...?

El petróleo se está acabando. No es fácil predecir hasta cuándo durará, pero los expertos sugieren fechas probables entre 2020 y 2040.

Las fuentes de energía en nuestro planeta son múltiples, sin embargo, pueden no ser eternas o no estar disponibles para su uso inmediato. La sustancia disponible como fuente de energía se denomina **recurso energético**.

Según su disponibilidad, podemos clasificar las fuentes de energía en dos tipos: renovables y no renovables.

## Las fuentes de energía renovables

Las fuentes de energía renovables **se regeneran continuamente**. Por ejemplo, el sol, el viento, el movimiento de los ríos, las mareas, el calor interno de la tierra y la biomasa. La energía que se genera a partir de ellas es limpia, respetuosa con el ambiente y con emisiones casi nulas de dióxido de carbono y otros gases contaminantes. Sin embargo, su producción es muy costosa y aún no cubre la demanda mundial.

**La energía hidráulica.** Se obtiene al aprovechar una caída de agua natural o artificial. En las centrales hidroeléctricas, el agua se almacena en un embalse interponiendo una represa en el cauce de un río. Al abrir las compuertas de la represa, el agua cae con mucha fuerza, haciendo girar una turbina acoplada a un generador eléctrico, produciendo electricidad.



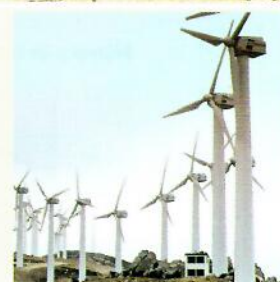
**La energía de la biomasa.** La biomasa es la materia orgánica de origen animal o vegetal de la transformación natural o artificial de los restos de seres vivos. Esta energía se obtiene al quemar la materia orgánica o transformándola en combustible, como el biodiésel. El proceso consume mucho petróleo. Muchos autos en Brasil funcionan con una mezcla de alcohol y gasolina.



**La energía solar.** Llegada desde el Sol hasta la Tierra en forma de radiación. Se puede usar por dos vías térmicas: empleándola directamente para calentar o convirtiéndola en electricidad mediante paneles solares.



**La energía eólica.** Producida por el viento. Se usan modernos molinos de viento llamados aerogeneradores. Las palas giran gracias al movimiento del aire y transmiten energía a un generador que transforma la energía mecánica en energía eléctrica.



**La energía geotérmica.** Proviene del calor almacenado en el interior de la Tierra. Se puede aprovechar mediante la perforación de la superficie terrestre, por ejemplo, en zonas volcánicas o en zonas de aguas termales, para calefacción y climatización de piscinas.



**La energía mareomotriz.** Se obtiene por el movimiento del agua del mar. Hay lugares donde la diferencia del nivel del agua entre la marea alta y la marea baja es de varios metros. Esta diferencia de altura se utiliza para generar electricidad.





## Las fuentes de energía no renovables

Las fuentes de energía no renovables no se regeneran a la escala humana del tiempo y, por lo tanto, sus reservas tienden a disminuir a medida que las consumimos. Por ejemplo, los combustibles fósiles y los minerales.

Los combustibles fósiles se formaron en el subsuelo terrestre durante millones de años a partir de restos de seres vivos y con ciertas condiciones de presión y temperatura. Contienen gran cantidad de energía química. Son el carbón mineral, el petróleo y el gas natural.

**El carbón mineral.** Se utiliza en las centrales térmicas y, en menor medida, en las casas para calefacción y cocción de alimentos.



**El petróleo.** Se emplea en las centrales térmicas y también para hacer funcionar motores de vehículos y maquinarias.



**El gas natural.** Se usa preferentemente en las cocinas y para calefacción, como combustible en ciertos vehículos y en las centrales térmicas.



Sociedad Nacional de  
Minería, Petróleo y Energía del Perú

### EN LA WEB

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2005/06/07/142710.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/06/07/142710.php)

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2005/10/31/147662.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/10/31/147662.php)

[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2005/12/15/147824.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/12/15/147824.php)

Páginas que presentan infografías digitales sobre el carbón, el petróleo y el gas natural.

La mayor parte de la energía utilizada en el mundo procede de fuentes no renovables. Su empleo produce grandes problemas de contaminación atmosférica y un incremento del efecto invernadero debido a las emisiones de dióxido de carbono y otros gases, resultantes de su combustión.

## LA ENERGÍA NUCLEAR

En las centrales nucleares, se utiliza un material radiactivo, normalmente uranio, que al desintegrarse emite una radiación que calienta el agua de forma muy eficaz produciendo vapor.

El vapor a elevadas temperaturas y elevada presión se emplea para hacer funcionar un generador de electricidad.







# El efecto invernadero y el calentamiento global

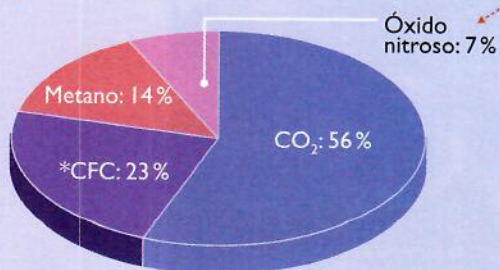
Además del oxígeno que necesitamos para respirar, el aire de la atmósfera contiene otros gases. Entre ellos, el dióxido de carbono que impide, mediante un proceso conocido como efecto invernadero, que el calor del Sol se escape hacia el espacio. Desde el comienzo de la era industrial, se observa un incremento de la temperatura terrestre como consecuencia del aumento de la proporción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Este fenómeno negativo se conoce como calentamiento global.

El efecto invernadero es un fenómeno natural que beneficia la vida del planeta. De no ser por él, la temperatura de la Tierra sería de 18 °C bajo cero.

Algunos gases como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano y el vapor de agua son llamados gases de invernadero, pues atrapan el calor del Sol en las capas inferiores de la atmósfera. Sin ellos, nuestro planeta se congelaría y nada podría vivir en él.

Como ocurre en un invernadero, la radiación del Sol calienta el aire que hay dentro del lugar, y el cristal o el plástico que lo recubre no deja que el calor salga. En la Tierra, la función de la cubierta aislante la cumplen el dióxido de carbono y otros gases de invernadero, como el metano o el óxido nítrico.

## Los gases de invernadero



\* Compuestos clorofluorocarbonados  
Principales gases de invernadero y su contribución al calentamiento global

Una parte de la radiación solar es absorbida por la superficie de la Tierra y la otra parte se refleja.

Atmósfera

ENERGÍA SOLAR

Los gases de invernadero retienen gran parte del calor reflejado.

El resto del calor sale hacia el espacio.

El calentamiento global también ocasionará que se evapore más agua de los océanos. El vapor de agua, a su vez, actúa como gas de invernadero, lo que genera un mayor calentamiento y un efecto amplificador.

Capa de ozono

Estratósfera

Tropósfera



## Las principales fuentes de emisión de gases de invernadero



### Plantas termoeléctricas.

Generan energía eléctrica a partir de carbón. Emiten 2,5 millones de toneladas de  $\text{CO}_2$  al año.



### Industrias plásticas, quema de combustibles.

Producen óxido nítrico, cuyo efecto es tres veces mayor que el del  $\text{CO}_2$  y se combina para crear la lluvia ácida.



### Ganadería y agricultura intensivas.

Producen la descomposición de la materia orgánica en metano que, como gas de invernadero, es 58 veces más potente que el  $\text{CO}_2$ .

### Aerosoles, espumas y refrigeración.

Generan clorofluorocarburos (CFC), cuyo poder invernadero es miles de veces mayor que el del  $\text{CO}_2$ , y participan en la expansión del agujero de ozono.



**Vehículos.** Funcionan mediante la quema de combustibles fósiles. Emiten 1,5 millones de toneladas de  $\text{CO}_2$  al año.

Si el calor sigue incrementándose, los hielos polares se derretirán. Esto provocará la inundación de las zonas costeras.

El calentamiento global es producto de la acción humana y se relaciona con la emisión a la atmósfera de grandes cantidades de gases de efecto invernadero.

Los gases de efecto invernadero impiden que el calor sea reflejado hacia el espacio; esto aumenta la temperatura dentro de la atmósfera.

Desde la década de 1990 en adelante, los veranos han sido los más calurosos desde que se llevan registros. De hecho, las olas de calor extremo causaron muchas muertes en Europa y Asia.

ENERGÍA SOLAR

Radiaciones solares

En zonas alejadas del mar, el calentamiento produce la evaporación del agua del suelo y, por lo tanto, aridez. Esto afecta las actividades agropecuarias ocasionando sequías, desertización e incendios forestales.

## La fotosíntesis contra el calentamiento global

Los vegetales aprovechan el gas dióxido de carbono, la energía solar y el agua para crear su propio alimento a partir de un proceso llamado fotosíntesis. Esta transformación química es altamente beneficiosa, ya que no solo produce glucosa, el alimento que permite que las plantas crezcan, sino también el gas oxígeno que necesitamos para respirar.



La tala indiscriminada de árboles incrementa el calentamiento global. Al disminuir la cantidad de árboles, una gran proporción de dióxido de carbono queda en la atmósfera sin ser utilizado para realizar la fotosíntesis.



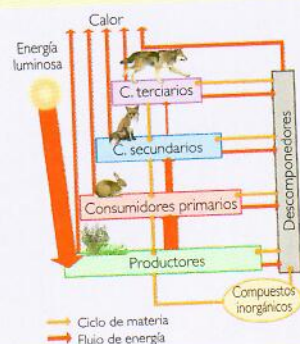
# Resumen

## Ideas principales

### DINÁMICA DE LA TIERRA

#### Ciclos biogeoquímicos

- Los ciclos biogeoquímicos muestran el recorrido de la materia a través de los seres vivos y el medio que habitan. La materia se recicla continuamente en los ecosistemas.
- La materia existe en cantidades limitadas; por ello, es reciclada en ciclos biogeoquímicos.
- Los ciclos biogeoquímicos pueden verse alterados por la contaminación ambiental, el mal manejo de los suelos, la deforestación, etc. Las consecuencias de dichas alteraciones pueden ser fatales para todo el planeta.



#### Dinámica terrestre

- La litósfera está dividida en placas tectónicas en constante movimiento, lo que ocasiona terremotos y erupciones volcánicas.
- Los volcanes son grietas en la superficie terrestre que expulsan gases, lava, cenizas, etc.
- Los sismos son vibraciones de la corteza terrestre. Debemos estar alertas y prevenidos, pues el Perú está en una zona altamente sísmica.
- La corteza es la capa más delgada y en ella se encuentran las rocas y los minerales.
- El relieve de la Tierra se ve afectado por procesos y agentes externos, así como por procesos geológicos internos.
- Los minerales se clasifican según su forma, color, brillo, densidad, exfoliación y dureza.
- La actividad minera en el Perú comprende la pequeña, mediana y gran minería, según la cantidad de mineral extraído.



#### Impactos ambientales

- Gran parte de los problemas ambientales ocurren por la forma en que se explotan los recursos naturales. Entre los problemas más preocupantes tenemos:
- Aumento de las emisiones de dióxido de carbono.
  - Deterioro de la calidad de las aguas continentales y marinas.
  - Disminución de la variedad de especies.
  - Deterioro de las condiciones ambientales en las grandes ciudades.



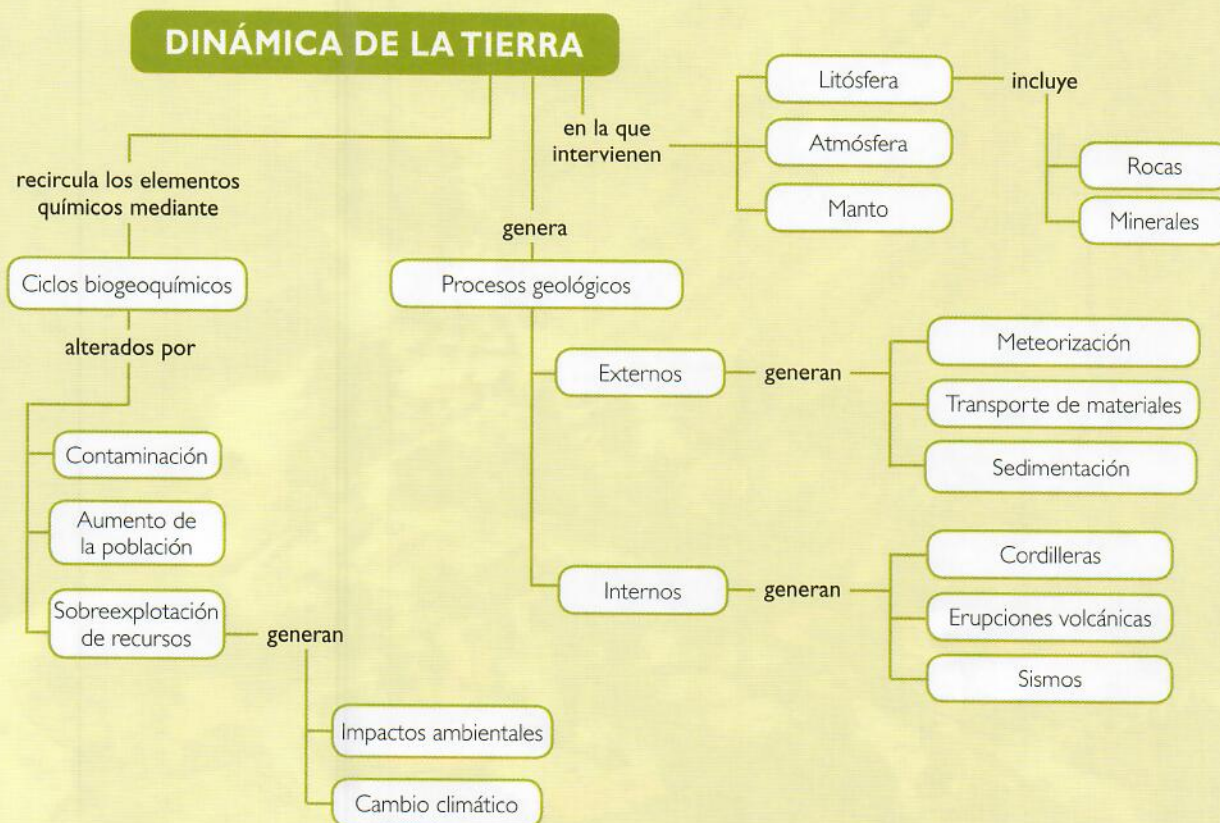
#### Cambio climático

- El cambio climático es un problema global que implica la modificación del clima respecto con el historial climático a una escala global o regional.
- Son numerosas las consecuencias del cambio climático, entre ellas tenemos las siguientes: la disminución de la superficie cubierta por nieve, el aumento del nivel del mar, el incremento de la frecuencia de huracanes, la extinción de peces.





## Organizador visual: mapa conceptual



### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En estas fuentes, encontrarás información acerca de los procesos geológicos de la Tierra, los ciclos biogeoquímicos, los recursos energéticos y problemas ambientales, que reforzarán lo aprendido.

- Lexus editores. (2010). *La biblia de las ciencias naturales*. Lima: Autor.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (s.f.). *Proyecto Biósfera*. Recuperado de [http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/3ESO/cambios\\_ecosistemas/index.htm](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/3ESO/cambios_ecosistemas/index.htm)
- Díaz Martín, J. (s.f.). *Recursostic educacion*. Recuperado de [http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena4/3quincena4\\_presenta\\_1a.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena4/3quincena4_presenta_1a.htm)

#### Para ampliar

Andrew Stanton (Dir., 2008), *WALL·E*, Estados Unidos.

Debido a la contaminación, la Tierra está cubierta de basura. Para limpiarla y volver a hacer de ella un mundo habitable, sus pobladores dejaron el planeta e instalaron millones de robots. Sin embargo, la programación de estos falló, con excepción de WALL·E. Tras 700 años dedicado a hacer las tareas para las que fue construido, WALL·E descubre un nuevo objetivo en su vida cuando conoce a una elegante robot de búsqueda llamada EVE. Esta se da cuenta de que, sin querer, WALL·E ha dado con la clave para el futuro del planeta, y regresa inmediatamente al espacio para informar sobre sus descubrimientos a los humanos, quienes llevan mucho tiempo esperando con impaciencia la noticia de que pueden volver a casa con garantías de seguridad.





### IDEAS CLAVE

- La electricidad estática
- El campo eléctrico
- La capacidad eléctrica y los condensadores
- La electrodinámica: corriente eléctrica
- La asociación de resistencias
- Las aplicaciones de la corriente eléctrica
- El magnetismo y el electromagnetismo
- Las centrales hidroeléctricas
- Las fuentes alternativas de energía



## 9

# La electricidad y el magnetismo

## LEEMOS

### La electricidad a tu alrededor

Estamos acostumbrados a llegar a casa y con tan solo apretar un botón poner en funcionamiento dispositivos electrónicos, como la televisión, la computadora, la licuadora, la refrigeradora, las lámparas, etc. Sin embargo, ¿te has preguntado de dónde proviene esa energía eléctrica? ¿Cómo se genera?

La electricidad está presente en todas partes y la naturaleza no es una excepción. La mayor parte de la energía que utilizamos en nuestra vida diaria es energía eléctrica, pero esto no sería posible si no se hubieran desarrollado sistemas capaces de generar, distribuir y consumir este tipo de energía.

En nuestro país, la mayor parte de la energía proviene de centrales hidroeléctricas que producen electricidad a partir de la energía mecánica del agua almacenada en un embalse, la cual cae y empuja unas turbinas acopladas a un generador que está conectado a un transformador donde la energía cinética se convierte en energía eléctrica en forma de corriente o flujo, la cual es distribuida por los tendidos eléctricos.

*¿Qué es la electricidad? ¿Cómo se produce? ¿Cómo se transmite la electricidad? ¿Cómo sería nuestro mundo sin ella? ¿Qué tipos de centrales energéticas hay en tu localidad?*

La mayor parte de la energía eléctrica en el Perú proviene de centrales hidroeléctricas.

Carlos Díez Polanco

## LO QUE DEBEMOS APRENDER

Al finalizar esta unidad, podrás identificar los conceptos sobre electricidad, magnetismo y electromagnetismo. Asimismo, lograrás analizar problemas relevantes sobre la corriente eléctrica y relacionar magnitudes en un circuito eléctrico con sus unidades. De la misma manera, serás capaz de valorar la importancia que ha tenido la electricidad en el desarrollo industrial y tecnológico de nuestra sociedad.



## Introducción a la unidad

La electricidad es un fenómeno físico que se origina en los protones y los electrones. El magnetismo es la propiedad que presentan ciertos materiales de atraer al hierro, al níquel y al cobalto, como consecuencia del movimiento de sus electrones.

La electricidad y el magnetismo tienen múltiples aplicaciones. En el siglo XIX, se descubrió que juntos daban lugar a fenómenos electromagnéticos. Esto generó la producción

de electricidad a gran escala, el desarrollo de las comunicaciones y la invención de múltiples aparatos eléctricos. Además, los fenómenos electromagnéticos tienen una importancia enorme en nuestra sociedad.

El celular, el televisor y el microondas son solo algunos ejemplos de aplicaciones de los fenómenos electromagnéticos. En esta unidad descubrirás qué es la electricidad y trabajarás con ella en forma segura.

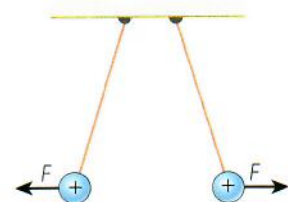
# La electricidad **estática**



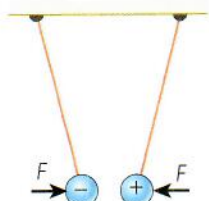
Una barra de ámbar atrae pequeños trozos de papel después de haber sido frotada con piel de animal.



Una lámina de vidrio, al ser frotada con seda, atrae pequeños trozos de papel.



Cargas de igual signo se repelen



Cargas de distinto signo se atraen

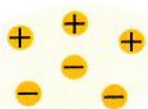
Todos hemos experimentado alguna vez lo que ocurre cuando nos sacamos una prenda de vestir de tela sintética: mientras la retiramos, se escuchan chasquidos, y si la acercamos a nuestra cabeza, puede erizarnos el cabello.

## La electrostática

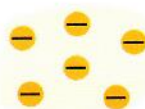
La **electrostática** es la parte de la física que se ocupa de los fenómenos eléctricos generados por las cargas eléctricas en reposo.

Generalmente, los cuerpos que nos rodean se presentan en estado eléctricamente neutro, y ello se debe a que la carga positiva (protones) del núcleo de los átomos es exactamente igual a la carga negativa (electrones).

Ahora bien, si por cualquier causa (por ejemplo, frotamiento) algunos de los electrones periféricos poco atraídos por el núcleo pasan de un cuerpo a otro, se dice que el cuerpo que los ha recibido ha quedado cargado negativamente, y el que los ha perdido, se ha cargado positivamente. Por esta razón, se denomina **carga eléctrica** o cantidad de electricidad ( $q$ ) al **exceso o defecto de electrones que posee un cuerpo con respecto al estado neutro**.



Modelo de un cuerpo neutro



Modelo de un cuerpo con carga negativa



Modelo de un cuerpo con carga positiva

Hoy sabemos que existen dos tipos de cargas que se denominan **cargas positivas** y **cargas negativas**. Las partículas cargadas con signos iguales ejercen fuerza de repulsión entre sí, y las partículas cargadas con signos diferentes, fuerza de atracción entre sí.



La carga se conserva, es decir, no puede ser destruida. Cuando el vidrio se frota con seda, pierde sus electrones. Esto significa que la seda los ha ganado; entonces el vidrio queda cargado positivamente, y la seda, cargada negativamente. Así, podemos afirmar que cuando frotamos dos objetos, estos se cargan eléctricamente con cargas de distinto signo.

En toda transferencia de cargas eléctricas, la cantidad de carga de un sistema aislado es constante.

## La electrización

La electrización es la propiedad de ciertos cuerpos para ganar o perder electrones. Si ganan electrones, se cargan negativamente, y si pierden electrones, se cargan positivamente. Existen varias formas de electrizar un cuerpo.

## Medios de transmisión eléctrica

Todos los cuerpos tienen la propiedad de ser electrizados, pero no todos permiten el paso de electricidad con la misma facilidad. Dependiendo de la facilidad que tengan los cuerpos para transmitir electricidad, se clasifican en conductores, aislantes y semiconductores.

### Los conductores

Ciertos materiales permiten que las cargas eléctricas se desplacen con gran facilidad de una región del material a otra. Estos materiales reciben el nombre de conductores. Esto se debe a que en un metal, por ejemplo, los electrones exteriores de los átomos no están ligados a ningún núcleo y se mueven libremente (están sueltos); decimos entonces que casi todos los metales son buenos conductores. Son ejemplos de buenos conductores el cuerpo de los animales, el aire húmedo, el agua, etc.



### Los aislantes

Algunos materiales en los que existen pocos electrones en las capas exteriores del átomo impiden que la carga eléctrica se desplace con gran facilidad. Estos materiales reciben el nombre de aislantes. La mayor parte de los no metales son aislantes. Los gases, como el aire, son normalmente malos conductores; solo conducen electricidad en condiciones especiales.

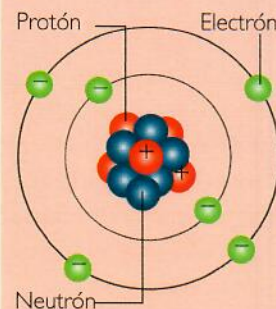


### Los semiconductores

Los semiconductores tienen propiedades intermedias entre los buenos conductores y los buenos aislantes.

### PARA SABER MÁS

Toda la materia está formada por átomos. Observa el siguiente modelo atómico:



El átomo está formado por tres tipos de partículas: electrones (se encuentran en la periferia), protones y neutrones (forman el núcleo del átomo).

Los electrones, por convención poseen carga negativa; los protones presentan igual cantidad de carga que los electrones, pero positiva; y los neutrones, como su nombre lo indica, no tienen carga, son neutros. Los átomos eléctricamente neutros son aquellos que tienen igual número de electrones y de protones.

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre la electricidad estática, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.





# Los superconductores

## Su origen

El descubrimiento de la superconductividad se remonta a 1908, año en el que el físico holandés Heike Kamerlingh Onnes llegó a enfriar el helio a una temperatura próxima al cero absoluto. Esta experiencia le permitió observar fenómenos desconocidos hasta entonces y casi inconcebibles para los científicos de la época, como la superconductividad.

Para lograr estas bajas temperaturas, es necesario poner las muestras en contacto con helio líquido, elemento difícil de obtener y que requiere de procesos complicados y costosos para mantenerse en su fase líquida. Desde entonces se inició una búsqueda ininterrumpida para obtener aleaciones que alcanzaron la fase superconductora a temperaturas más elevadas.

La curiosidad que Kamerlingh Onnes sentía hacia el comportamiento de la materia a bajas temperaturas, lo condujo al descubrimiento de la superconductividad experimentando con el mercurio. Esto fue posible porque había conseguido la licuación del helio que permitió enfriar los materiales a temperaturas próximas al cero absoluto ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

## ¿Qué son los superconductores?

Para entender qué son superconductores, debemos recordar algunos conceptos básicos. Los metales son materiales que conducen bien el calor y la electricidad. Cuando una corriente eléctrica circula por un hilo conductor, este se calienta, como ocurre con las estufas y los calentadores eléctricos.

El fenómeno descrito, conocido como **efecto Joule**, se debe a que los metales presentan cierta resistencia al paso de la corriente eléctrica por su interior; ya que cuando se mueven, chocan con los átomos del material que están vibrando. En un material superconductor esto no ocurre. Estos materiales no ofrecen ninguna resistencia al paso de la corriente eléctrica continua por debajo de una cierta temperatura.

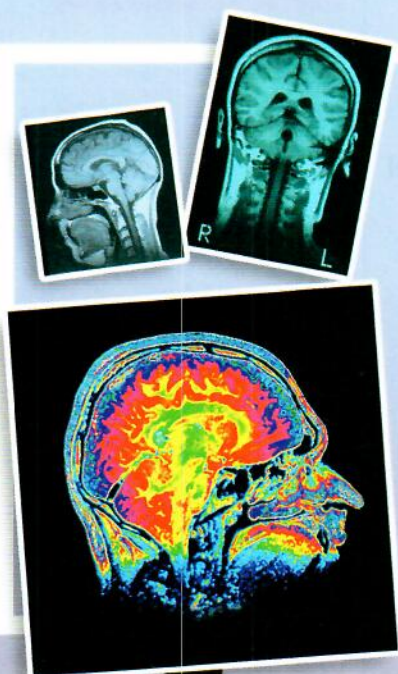
Los electrones se agrupan en parejas interaccionando con los átomos del material, de manera que logran sintonizar su movimiento con el de los átomos, desplazándose sin chocar con ellos.

Esto significa que no se calientan, por lo que no hay pérdida de energía al transportar la corriente eléctrica debido al efecto Joule.

## Las aplicaciones en la medicina

Un uso comercial muy importante de los magnetos superconductivos son los analizadores de resonancia magnética. Estos dispositivos se usan en el campo de la medicina como una herramienta de diagnóstico. Esencialmente, el campo magnético intenso que genera el superconductor estimula que el núcleo de los átomos emita radiación, la cual se usa para producir la imagen de una sección transversal del cuerpo de un paciente o de sus órganos internos.

De hecho, no solo se obtiene la forma y la densidad de un órgano, sino que esta técnica es capaz de analizar químicamente el tejido que está revisando. Las ventajas obvias de este procedimiento son la detección temprana y el diagnóstico preciso de las enfermedades o anomalías en el tejido humano.





## El transporte de energía eléctrica y la superconductividad

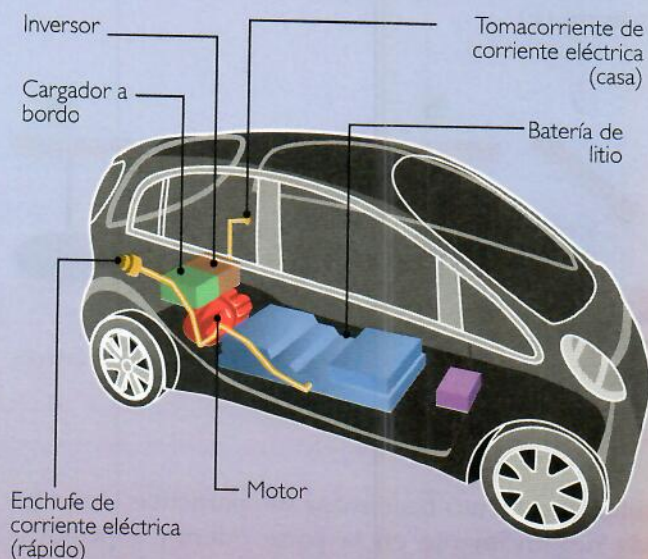
En Estados Unidos, el Departamento de Energía anunció el primer proyecto de uso comercial a gran escala de los superconductores de alta temperatura. En este país existe la idea de instalar cables superconductores de unos 130 metros en una subestación eléctrica de Detroit. Aquí se sustituirán los cables de cobre de forma que la nueva instalación tendrá una capacidad tres veces mayor; es decir, casi 24 000 voltios. De esta manera, se puede reducir el costo de recibo de luz al compensarse con el porcentaje de energía eléctrica que se disipa en forma de calor debido a la gran resistencia eléctrica que presentan los cables conductores de plata que normalmente se usan. No obstante, el principal inconveniente para realizar dicho proyecto es el elevado costo, pues se requieren al menos 5,5 millones de dólares.

### GLOSARIO

**Inversor.** Convierte corriente continua a corriente alterna. Llamado también transformador.

## Los superconductores magnéticos de almacenamiento de energía

Mediante este sistema se puede cargar una bobina superconductora de electricidad y luego cerrarla formando un anillo. Si analizamos de manera teórica el funcionamiento de este sistema, la corriente circularía sin pérdidas y al utilizarla solo tendríamos que abrirla y extraer la cantidad necesaria. Dicho sistema funcionaría muy bien para almacenar energía en vehículos eléctricos.





# La electrización

Los protones permanecen fijos al núcleo y los electrones pueden pasar de un cuerpo a otro, es decir, tienen mayor movilidad.

## Las formas de cargar un cuerpo

Podemos cargar eléctricamente un cuerpo usando tres métodos:

- **Por fricción.** Como ya lo hemos visto, ocurre cuando dos objetos **se frotan mutuamente**. Este método es óptimo para dos cuerpos aislantes dieléctricos, ya que estos mantienen la carga eléctrica en las superficies donde fueron frotados.

- **Por contacto.** Este es un buen método para cargar eléctricamente cuerpos conductores (metales).

Se pone **en contacto** el metal inicialmente neutro y aislado con un cuerpo previamente cargado. El conductor queda cargado eléctricamente con el mismo signo del cuerpo cargado que lo tocó.

- **Por inducción.** En este método, un cuerpo previamente cargado (inductor) **se aproxima** a un objeto de metal (inducido); en este se acumulará una cantidad de electrones en un extremo del cuerpo, cargándose positivamente en el otro extremo (a).

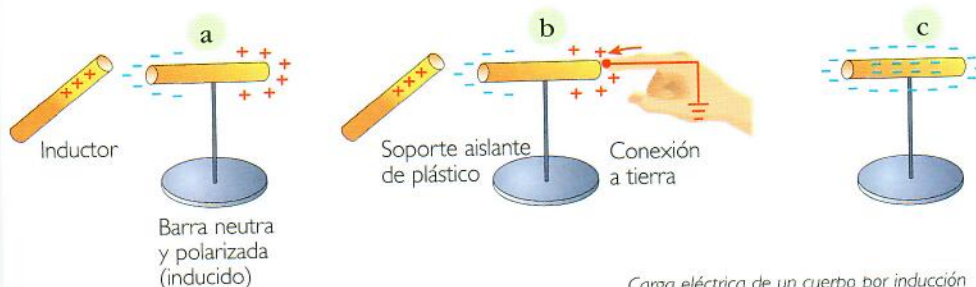
Aprovechando este efecto por inducción, podemos quitarle o cederle cargas conectándolo a tierra. En **b**, la conexión a tierra se realiza con un cable conductor que toca la zona positiva; de esta manera, la barra gana electrones de la tierra y queda finalmente cargada negativamente, luego de retirar la conexión a tierra (**c**).



El vidrio pierde electrones y queda cargado positivamente.



El ámbar gana electrones y queda cargado negativamente.



Carga eléctrica de un cuerpo por inducción



Electrización atmosférica

## La electrización en la atmósfera

Las nubes se electrizan cuando el viento hace rozar sus partículas. Así, una nube puede estar cargada negativamente en la parte inferior y positivamente en la parte superior. Esto puede producir descargas eléctricas entre las propias nubes, o entre las nubes y la tierra.

Una nube cargada negativamente en su parte inferior atrae las cargas positivas más cercanas y altas de la Tierra. Si la diferencia de carga entre la nube y la Tierra es grande, se produce una descarga en forma de chispa, lo que conocemos como rayo.

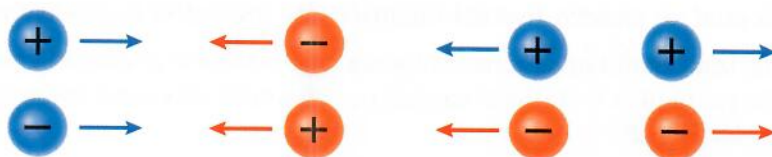


## Las fuerzas entre cargas eléctricas

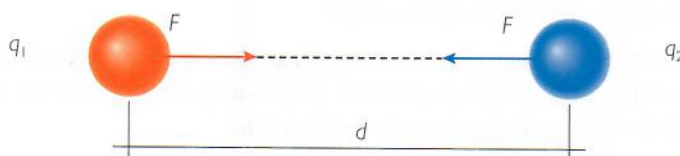
La atracción o repulsión entre las cargas se manifiesta como la **fuerza** que actúa sobre ellas, la cual está en función de la **distancia** y el valor de la **carga** de estas.

El físico francés **Charles Coulomb** (1736-1806), mediante una balanza de torsión, estudió las fuerzas con las que se atraían o se repelían los cuerpos cargados y llegó a las siguientes conclusiones:

- Las fuerzas entre dos partículas cargadas están dirigidas a lo largo de la línea que las une.
- La fuerza que se ejerce entre dos cargas puntuales es atractiva si las cargas son de signos opuestos, y repulsiva si las cargas tienen el mismo signo.



La fuerza de atracción o repulsión que ejercen dos cargas puntuales  $q_1$  y  $q_2$  es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.



Donde:

$F$ : fuerza eléctrica en *newtons* (N).

$q_1$  y  $q_2$ : cantidad de cargas en coulomb (C).

$d$ : distancia entre las cargas, en metros (m).

$k$ : constante de proporcionalidad ( $9 \times 10^9 \text{ N} \times \text{m}^2/\text{C}^2$ )

$$F = k \frac{|q_1 \times q_2|}{d^2}$$

### EJEMPLO RESUELTO 1

Calcula el valor de la fuerza que ejercen entre sí dos cargas puntuales, cuyos valores son  $3 \mu\text{C}$  y  $4 \mu\text{C}$  y que se encuentran separadas por una distancia de  $1 \text{ cm}$  ( $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$ ).

1. Calculamos la fuerza a partir de la ley de Coulomb:

$$F = k \frac{|q_1 \times q_2|}{d^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \text{ N} \times \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot \frac{(3 \times 10^{-6} \text{ C})(4 \times 10^{-6} \text{ C})}{(1 \times 10^{-2} \text{ m})^2}$$

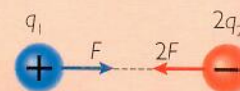
$$F = 1080 \text{ N}$$

El valor de la fuerza de atracción entre las cargas es de  $1080 \text{ N}$ .



### PARA SABER MÁS

La carga y la fuerza son directamente proporcionales. Ello quiere decir que si la carga  $q_1$  se duplica, el valor de las fuerzas se duplica; si  $q_2$  se triplica, las fuerzas también se triplican; y si  $q_1$  se duplica y  $q_2$  se triplica, el valor de las fuerzas es seis veces mayor.



### GLOSARIO

#### Cargas puntuales.

Cargas en las que no se consideran las dimensiones del cuerpo cargado.

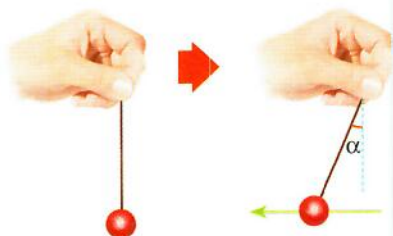
### CIENTÍFICOS CÉLEBRES

James Charles Coulomb (1736-1806) fue un físico e ingeniero francés. Uno de sus grandes aportes fue la formulación de la ley de atracción entre cargas eléctricas, la cual es una de las más importantes en las reacciones atómicas. Fue el primer científico en establecer las leyes cuantitativas de la electrostática, además de realizar muchas investigaciones sobre magnetismo, fricción y electricidad. Realizó investigaciones sobre las fuerzas de rozamiento y sobre molinos de viento, así como acerca de la elasticidad de los metales y las fibras de seda. La unidad de carga eléctrica del sistema internacional lleva el nombre de coulomb (simbolizado C) en su honor.

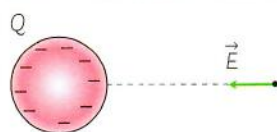
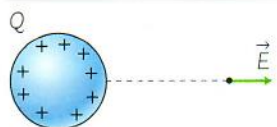




# El campo eléctrico



Una carga de prueba positiva nos indica la presencia de un campo eléctrico.



La dirección del vector campo eléctrico es igual a la de la fuerza que actúa en la carga de prueba positiva.

Así como la Tierra origina un campo gravitatorio en el espacio que la rodea ejerciendo una fuerza sobre cualquier objeto, del mismo modo, podemos describir la interacción entre dos partículas que tengan cargas eléctricas.

## Definición de campo eléctrico

Se define el campo eléctrico como el espacio situado alrededor de una carga en la cual se ejercen fuerzas eléctricas de atracción o repulsión.

Para caracterizar cuantitativamente la fuerza que actúa en el campo eléctrico sobre las partículas y cuerpos cargados, utilizamos el vector intensidad del campo eléctrico  $E$ .

## Intensidad del campo eléctrico

La intensidad del campo magnético es una magnitud vectorial que mide la acción del campo eléctrico en cada punto de la región alrededor de la carga.

Para determinar el campo eléctrico en un punto del espacio influenciado por este, se utiliza una carga de prueba positiva  $q_0$  muy pequeña y se mide la intensidad de fuerza  $F$  que actúa sobre ella.

El vector intensidad del campo eléctrico  $\vec{E}$  es el cociente entre la fuerza  $\vec{F}$  y la magnitud de la carga de prueba  $q_0$ .



Donde:

$F$ : fuerza eléctrica en *newtons* (N).

$q_0$ : carga eléctrica en coulomb (C).

$E$ : intensidad del campo eléctrico en N/C.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

Si una región está influenciada por los campos de varias cargas, el campo eléctrico resultante es la suma vectorial del campo producido por cada carga. Este hecho se conoce como el principio de superposición.

$$\vec{E}_R = \Sigma \vec{E}$$

### EJEMPLO RESUELTO 2

Calcula la fuerza que experimenta una carga eléctrica positiva de  $10 \mu\text{C}$  cuando se coloca dentro de un campo eléctrico de valor  $800 \text{ N/C}$  dirigido hacia la derecha.

1. Calculamos la fuerza eléctrica usando la intensidad del campo eléctrico.

$$E = \frac{F}{q_0} \rightarrow F = q_0 \times E = (10^{-6} \text{ C}) \times (800 \text{ N/C}) = 8 \times 10^{-4} \text{ N}$$

La fuerza eléctrica es igual a  $8 \times 10^{-4} \text{ N}$  y está dirigida hacia la derecha.

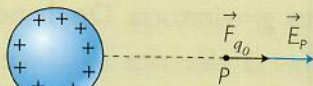


## El campo eléctrico producido por una esfera o carga puntual

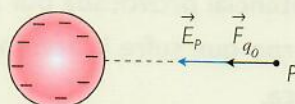
Vamos a calcular el campo eléctrico en el punto del espacio que rodea a una esfera de carga eléctrica  $Q$ . Para ello, consideramos que en el punto  $P$  se coloca una carga positiva  $q_0$ .

Se pueden presentar dos casos dependiendo del signo de la carga  $Q$ .

- Si  $Q$  es positiva, la fuerza eléctrica sobre la carga de prueba positiva será de repulsión.



- Si  $Q$  es negativa, la fuerza eléctrica sobre la carga de prueba positiva será de atracción.



Sea cual sea el signo, la magnitud de la fuerza es siempre la misma. Entonces, la magnitud de los campos eléctricos también es igual.

$$E_p = \frac{F_p}{q_0} = \frac{|Qq_0|}{d^2} \rightarrow E_p = k \frac{|Q|}{d^2}$$

### EJEMPLO RESUELTO 3

Determine el módulo de la intensidad a 30 cm de una partícula con  $+6 \mu\text{C}$ .



Aplicamos la ecuación:

$$E_1 = k \frac{|Q|}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0,3 \text{ m})^2} = 6 \times 10^5 \text{ N/C}$$

## Las líneas de fuerza

Las líneas de fuerza son las líneas que se utilizan para representar gráficamente un campo eléctrico.

Estas líneas tienen las siguientes características:

- Las líneas de campo de una carga positiva son líneas salientes y las líneas de campo de una carga negativa son líneas entrantes, mientras que las líneas de fuerza se originan en las cargas positivas y terminan en las cargas negativas.
- El sentido de las líneas de fuerza en todos los puntos es el mismo que el del campo eléctrico. Las líneas de fuerza se trazan de tal modo que la tangente a ellas en cada punto coincide con la dirección del vector  $E$ .
- La intensidad del campo eléctrico es proporcional a la densidad de líneas de fuerza, esto es, al número de líneas por unidad de área que atraviesan por una superficie normal a la dirección del campo.
- Las líneas de fuerza nunca se cruzan.

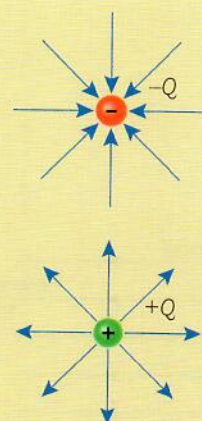
### PARA SABER MÁS

Si en un punto dado del espacio, varias partículas cargadas crean campos eléctricos cuyas intensidades son:

$$\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3, \dots, \vec{E}_n$$

$$\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

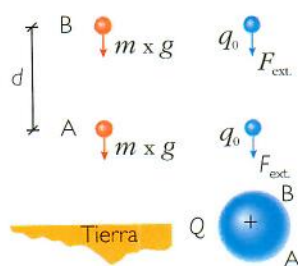
La intensidad resultante será la suma vectorial de las intensidades parciales.



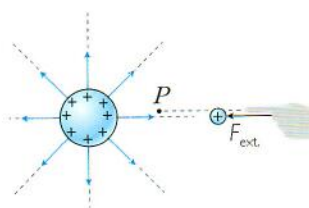
Líneas entrantes para cargas negativas y líneas salientes para cargas positivas



# La energía potencial eléctrica y el potencial eléctrico



La energía potencial gravitatoria es análoga a la energía potencial eléctrica.



La energía potencial eléctrica que posee una carga en un punto es igual al trabajo externo que se realiza para llevar la carga del infinito hasta dicho punto.

Al referirnos a la energía potencial gravitatoria, sabemos que un cuerpo se encuentra a una altura de la superficie de la Tierra donde adquiere una energía potencial provocada por esta fuerza gravitatoria. De manera similar, un cuerpo que sufre la acción de una fuerza eléctrica adquiere energía eléctrica.

## La energía potencial eléctrica

La energía asociada al campo eléctrico es de tipo potencial, a la que denominaremos energía potencial eléctrica en un punto del campo.

$$U = k \times \frac{Q \times q_0}{d}$$

Donde:

$U$ : energía potencial eléctrica en *joules* (J).

$Q$  y  $q_0$ : cargas eléctricas en coulomb (C).

$d$ : distancia de separación en metros (m).

### EJEMPLO RESUELTO 4

Una carga de  $-2 \mu\text{C}$  es colocada a 3 cm de una carga de  $+20 \mu\text{C}$ . ¿Cuál es la energía eléctrica del sistema?

Calculamos la energía potencial:

$$U = k \times \frac{Q \times q_0}{d} \rightarrow U = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \times \frac{-2 \times 10^{-6} \text{ C} \times 20 \times 10^{-6} \text{ C}}{0,003 \text{ m}} = -12 \text{ J}$$

Observa que la energía potencial puede resultar positiva o negativa.

## El potencial eléctrico

El potencial eléctrico en un punto del campo eléctrico es una magnitud física escalar que expresa el trabajo a realizarse para llevar una unidad de carga desde el infinito hasta dicho punto lejano.

$$V_p = \frac{W_{\infty \rightarrow p}}{q_0}$$

Donde:

$W$ : trabajo en *joules* (J).

$q_0$ : carga de prueba en coulomb (C).

$V_p$ : potencial eléctrico en  $P$  en volt (V).

Reemplazando en la ecuación anterior, el potencial eléctrico se puede calcular:

$$V_p = \frac{k \times Q}{d_0}$$

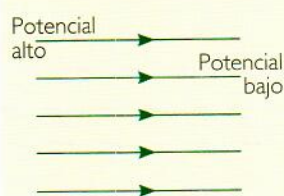
Donde:

$V_p$ : potencial eléctrico en volt (V).

$Q$ : cantidad de carga de la partícula fija en coulomb (C).

$d_0$ : distancia entre la carga  $Q$  y el punto  $P$  en metros (m).

La unidad del potencial eléctrico es joule/coulomb (J/C) o volt (V).



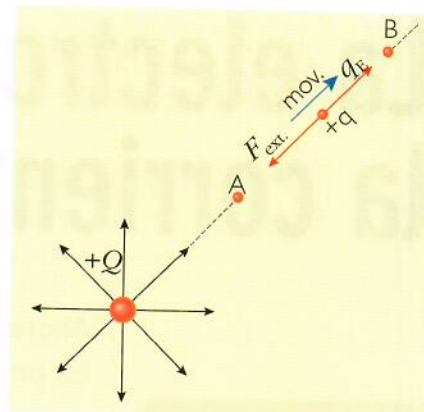
Las líneas de fuerza apuntan en la dirección en la que disminuye el potencial.



## El potencial generado por una carga puntual

Cuando tratamos de evaluar el trabajo realizado contra las fuerzas del campo, observamos que la fuerza externa varía mientras la carga se desplaza desde A hasta B. En estas condiciones, la fuerza externa no es constante, por lo que su valor solo se puede evaluar mediante el empleo de métodos matemáticos que no están a nuestro alcance. Con el empleo de estos métodos, se demuestra que una carga puntual  $Q$  en el vacío se establece en un punto P, situado a una distancia  $d$  de esta carga y un potencial  $V$  dado por:

$$V = k \frac{Q}{d} \quad \text{Si } v = 0$$



Para que la carga se desplace de A hasta B, el campo eléctrico debe efectuar trabajo sobre ella.

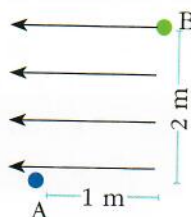
## Las diferencias de potencial

La diferencia de potencial entre dos puntos A y B,  $V_B - V_A$ , es la razón del trabajo del campo eléctrico por unidad de carga que se emplea para mover una carga  $q$  desde el punto A hasta el punto B dentro del campo eléctrico a velocidad constante.

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

### EJEMPLO RESUELTO 5

En cierto campo eléctrico, el punto A está a un potencial de 30 voltios, y el punto B, a 70 voltios. Para mover una carga de  $2 \mu\text{C}$  desde A hasta B, ¿qué trabajo se requiere?



1. Aplicamos la ecuación:

$$V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

2. Despejamos  $W_{A \rightarrow B}$  y reemplazamos datos, ya que el trabajo realizado por un agente externo para trasladar una carga  $q$  dentro de un campo eléctrico solo depende de los potenciales de partida y de llegada.

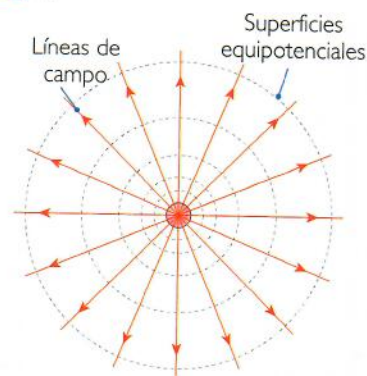
$$W_{A \rightarrow B} = q (V_B - V_A) = 2 \times 10^{-6} \text{ C} (70 \text{ V} - 30 \text{ V}) = 8 \times 10^{-5} \text{ J}$$

3. El trabajo realizado para mover la carga es de  $8 \times 10^{-5} \text{ J}$ .

## La superficie equipotencial

La superficie equipotencial es aquella que está formada por todos los puntos que tienen el mismo potencial. Presenta estas características:

- La diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera de una superficie equipotencial es cero; por lo tanto, el trabajo realizado para mover una carga por una superficie equipotencial es cero.
- Las superficies equipotenciales son perpendiculares a las líneas de campo.

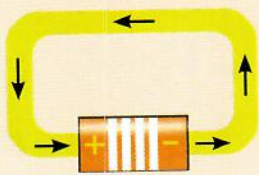




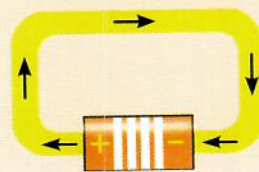
# La electrodinámica: la corriente eléctrica

## PARA SABER MÁS

En un circuito, los electrones se desplazan del polo negativo al polo positivo. Este es el **sentido real** de la corriente eléctrica.



En el **sentido convencional**, la corriente se desplaza del polo positivo al polo negativo. La razón es que se estableció el sentido de la corriente antes de conocer la existencia de los electrones.



Ahora, estudiaremos los fenómenos electrodinámicos usando los principios de conservación de la carga y de la energía.

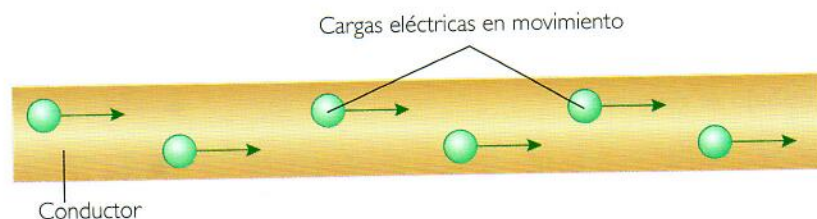
## Definición de electrodinámica

La electrodinámica es la parte de la física que estudia los fenómenos eléctricos relacionados con las cargas eléctricas en movimiento.

## La corriente eléctrica

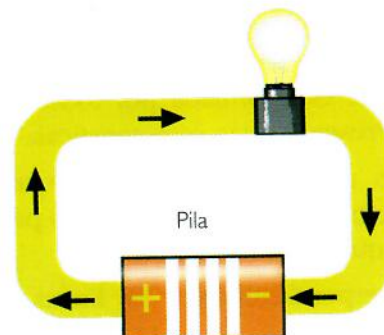
Cuando enciendes la luz, el televisor, el microondas, la calculadora, etc., estás poniendo en movimiento a las cargas eléctricas; es decir, estableces una corriente eléctrica a través de los conductores del aparato eléctrico.

El concepto de corriente eléctrica se refiere al flujo de las cargas eléctricas en una dirección determinada, a través de un cable metálico o cualquier otro conductor por acción de un campo eléctrico o una diferencia de potencial haciendo un recorrido cerrado.



Cuando las cargas eléctricas completan un recorrido que les permite volver al punto de partida, tenemos un circuito eléctrico que posibilita el paso de corriente eléctrica. Cuando encendemos una linterna, una lámpara o un equipo de música, hacemos circular una corriente por un circuito eléctrico.

Para que las cargas se puedan mover por un circuito de forma continua es necesario que, al llegar al final del mismo, algún dispositivo (una pila, por ejemplo) les aporte energía para que reinicien el camino.

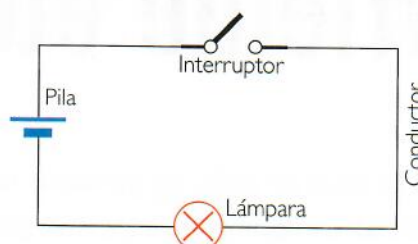
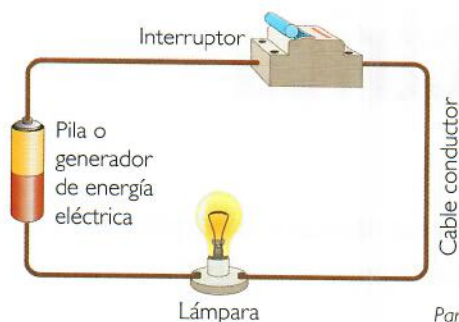


Las cargas eléctricas recorren el circuito hasta que la pila se agota.

En el proceso se realiza un trabajo, como encender el foco. Para que las cargas realicen este recorrido de forma continua, es necesario que la pila proporcione energía para reiniciar el circuito.



Los elementos de un circuito eléctrico son una lámpara para generar luz, pilas o fuentes de energía eléctrica, el interruptor que abre o cierra el circuito y un cable que permite el paso de cargas eléctricas.

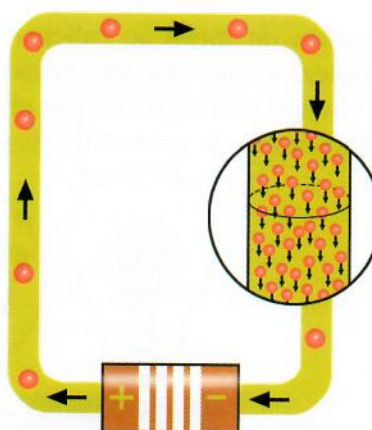


Para estudiar un circuito, se hace una representación simbólica equivalente al circuito de los elementos que comprende.

## La intensidad de corriente

Imagina que puedes hacer un corte transversal en un conductor y contar las cargas que pasan por allí en cada segundo.

Definimos la intensidad de corriente eléctrica como la **cantidad de carga por unidad de tiempo** que atraviesa la sección transversal de un hilo conductor.



$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Donde:

$I$ : intensidad de corriente eléctrica en amperios (A).

$\Delta q$ : cantidad de carga eléctrica en coulombs (C).

$\Delta t$ : tiempo en segundos (s).

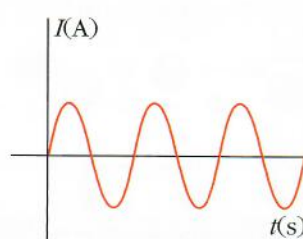
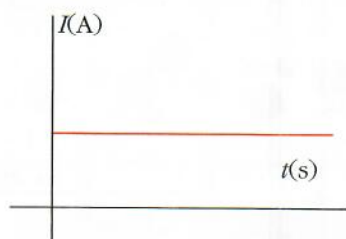
Los tipos de corriente pueden ser:

- **La corriente continua (CC) o (DC).** La intensidad de corriente es constante y se dirige en una sola dirección.

Esta corriente se obtiene de las pilas y baterías llamadas en general fuentes continuas.

- **La corriente alterna (CA) o (AC).** La intensidad de corriente y su sentido varían con cierta frecuencia.

Esta corriente se obtiene de los generadores eléctricos y centrales hidroeléctricas llamados en general fuentes alternas.



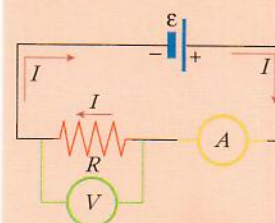
### EN LA WEB

<http://www.educacontic.es/blog/simuladores-de-circuitos-electricos-y-electronicos-en-linea>

Página que incluye simuladores de circuitos eléctricos.

### ¿SABÍAS QUE...?

Todo circuito real diseñado en el laboratorio se puede representar mediante un esquema.





# El efecto luminoso de la corriente eléctrica

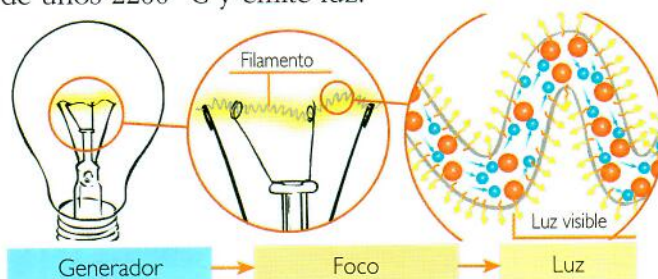
## ¿SABÍAS QUE...?

Las lámparas de bajo consumo, por ejemplo, consumen cinco veces menos energía que los focos de incandescencia tradicionales.

Hasta hace un siglo, las personas usaban luz natural o la luz producida al quemar un combustible (aceite, gas, etc.). Ahora, la luz artificial proviene de la electricidad.

## Las lámparas de incandescencia

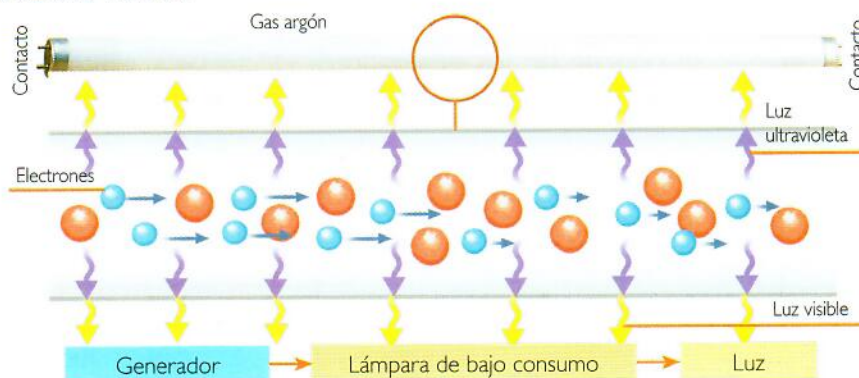
Cuando un metal se calienta mucho, se vuelve incandescente; es decir, empieza a emitir luz. En el caso de un **foco de incandescencia**, por ejemplo, al circular una corriente por el metal del filamento (wolframio) alcanza una temperatura de unos 2200 °C y emite luz.



El filamento es muy fino y largo (mide unos 2 metros de largo en un foco), está enrollado y su resistencia eléctrica es grande y se calienta mucho debido al efecto térmico de la corriente eléctrica. Esto hace que los átomos del filamento emitan luz. Este método es poco eficiente: la mayor parte de la energía empleada se convierte en calor y, en general, se desaprovecha.

## Las lámparas fluorescentes

En una **lámpara fluorescente** (lámpara de bajo consumo), un gas se ioniza y libera electrones que emiten luz ultravioleta. Esta luz choca con las paredes de la lámpara, que están recubiertas con una sustancia fluorescente, y se emite luz visible.



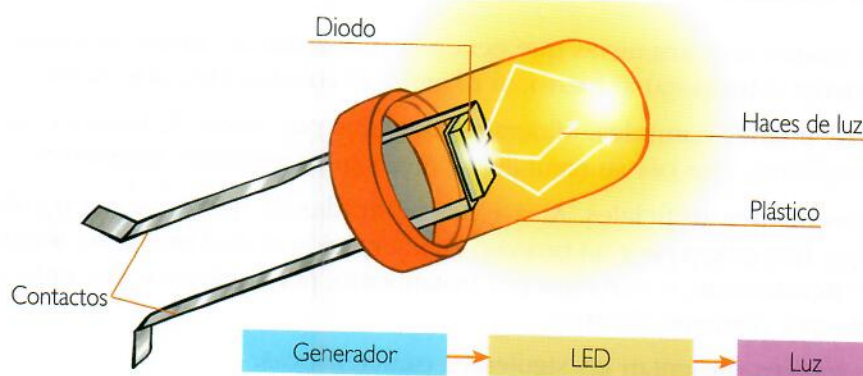
Las lámparas de bajo consumo tienen una vida mucho más larga que las de incandescencia, que se funden con facilidad (se rompe el filamento).



Una lámpara de bajo consumo emite cinco veces más luz que una lámpara de incandescencia de la misma potencia eléctrica. Es decir, la luz emitida por una lámpara de bajo consumo de 8 W es equivalente a la emitida por un foco de incandescencia de 40 W.

## Los diodos LED

En un diodo LED (*light-emitting diode*), los electrones caen de un nivel energético a otro y emiten la diferencia de energía en forma de luz. Los diodos son más eficientes que las lámparas de incandescencia o las lámparas fluorescentes, pero su costo es elevado aún para utilizarlos como fuente de iluminación en hogares u oficinas.

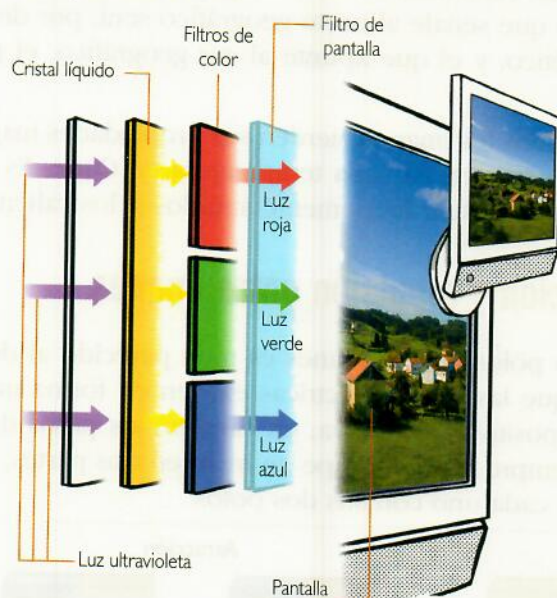


Desde hace años, los LED se emplean en equipos electrónicos (de color rojo o verde), en semáforos y en las luces traseras de los automóviles, por ejemplo.

### En la vida diaria

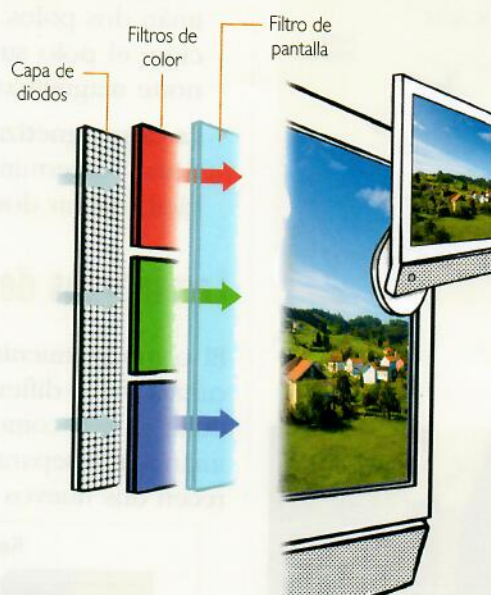
Muchos aparatos electrónicos disponen de pantallas para mostrar la información generada. En pocos años, los televisores LCD y LED sustituyeron a los televisores de tubo, mucho más voluminosos y pesados.

#### LCD = pantalla de cristal



En un televisor LCD existen varias capas. Una luz ultravioleta generada en el interior llega hasta ellas. La corriente eléctrica provoca que unas partes de la capa de cristal líquido (píxeles) dejen pasar la luz y otras no. Luego, unos filtros de color producen la imagen en la pantalla.

#### LED = diodo emisor de luz



Un televisor LED utiliza la misma tecnología que los LCD, pero sustituye el cristal líquido y la luz ultravioleta por LED microscópicos. Esta tecnología se está imponiendo por su mayor calidad de imagen y por ser más ecológica (menor consumo energético y uso de materiales menos contaminantes).



# El magnetismo



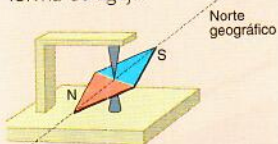
La magnetita es un imán en estado natural.

## ¿SABÍAS QUE...?

Las expresiones "polo norte" y "polo sur" derivan sus nombres de la forma como se comporta un imán debido al campo magnético de la Tierra.

Si suspendemos un imán por su centro de gravedad, este se orienta de tal forma que su polo sur magnético apunta al norte geográfico.

Este fenómeno se observa mejor cuando el imán tiene forma de aguja.



Todo imán suspendido desde su centro de gravedad se orienta de tal manera que uno de sus polos apunta al norte geográfico.



La fuerza ejercida por el imán aumenta cuando disminuye la distancia.

En el siglo IV a. C., en la región de Magnesia, se descubrió un mineral que tenía la propiedad de atraer los objetos que contenían hierro. Debido al nombre de la región, este mineral fue bautizado como magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), y la mencionada propiedad se denominó magnetismo.

## Los imanes

Los imanes son sustancias que tienen la propiedad de atraer en forma permanente o temporal al hierro, al níquel y al cobalto. Hay dos clases:

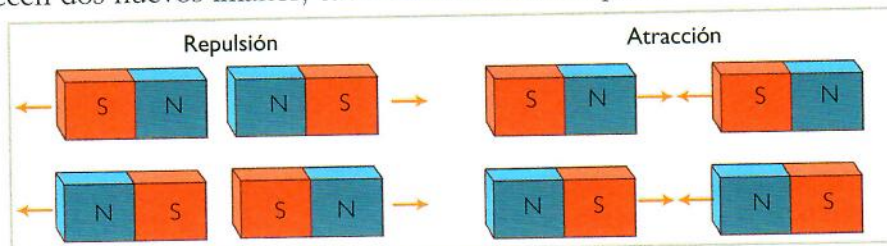
- **Los imanes naturales.** Minerales formados por óxido de hierro, como la magnetita, que por su naturaleza presentan propiedades magnéticas.
- **Los imanes artificiales.** Aleaciones fabricadas de hierro, níquel o cobalto que han pasado por un proceso de imantación el cual puede ser temporal o permanente, y se realiza por frotamiento, por contacto o por inducción de una corriente eléctrica.

Los imanes presentan las siguientes características:

- **La orientación magnética.** Todo imán en forma de barra, suspendido o sujeto desde su centro de gravedad, y libre para girar se orienta de tal manera que uno de sus extremos –siempre el mismo– apunta hacia el norte geográfico, y su extremo opuesto, hacia el sur geográfico. Esta propiedad es el fundamento de la brújula.
- **Los polos magnéticos.** La característica anterior permite asignarle a un imán dos polos. El polo que señale al norte geográfico será, por definición, el polo sur magnético, y el que apunte al sur geográfico, el polo norte magnético.
- **La desmagnetización.** Todos los imanes pierden sus propiedades magnéticas a determinada temperatura, llamada temperatura de Curie. Es más fácil separar dos imanes que están fuertemente atraídos si los calientas.

## Las fuerzas de atracción y repulsión entre imanes

El comportamiento de los polos de los imanes es muy parecido al de las cargas, pero difieren en que las cargas eléctricas existen en forma individual, ya sea como carga positiva o negativa; en cambio, los polos de un imán son inseparables. Siempre que se rompe un imán en dos partes, aparecen dos nuevos imanes, cada uno con sus dos polos.



Los polos iguales se repelen (izquierda), mientras que los polos opuestos se atraen (derecha).



## Las propiedades magnéticas de sustancias químicas

Cuando un electrón rota o gira, genera un campo magnético; es decir, actúa como un microimán. Así se pueden explicar las propiedades magnéticas de las sustancias químicas. El espín de un electrón consiste en el giro de un electrón alrededor de su propio eje.

En átomos con dos o más electrones, los espines electrónicos suelen aparearse y cancelar los campos magnéticos.

Cuando los espines electrónicos no se aparean o se cancelan parcialmente, estos materiales son fuertemente **magnéticos** y se denominan **ferromagnéticos**. En ellos existe un fuerte acoplamiento o interacción entre átomos vecinos, formando así grandes **dominios magnéticos** en los cuales los espines están alineados.

Los **materiales paramagnéticos** son aquellos cuyos dominios se alinean al ser colocados cerca de un imán, y al alejarse, no quedan magnetizados. Los **materiales diamagnéticos**, como la plata, el grafito y el agua, alinean sus dominios en sentido contrario (repulsión) cuando son sometidos a campos muy intensos en imanes.

## El campo magnético

Los imanes poseen un campo magnético que ejerce fuerzas a distancia. Se dice que en una región del espacio existe un campo magnético si un imán o una brújula sienten la acción de una fuerza magnética de atracción o repulsión.

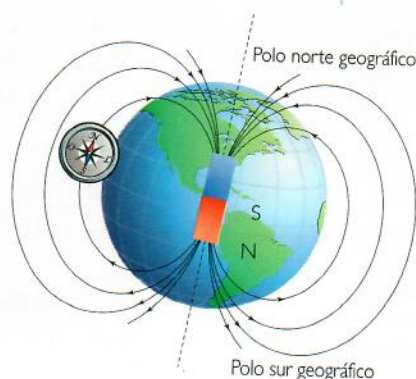
Si sobre un imán en forma de barra esparcimos limadura de hierro, observamos que esta se mueve y orienta formando determinadas trayectorias, las cuales se denominan **líneas de campo magnético** y sirven para representar el mencionado campo.

Las líneas de campo deben tener una orientación para indicar el sentido en el que actúa el campo magnético. Se asume por convención que las líneas de fuerza tienen la dirección en la que apunta el norte de una brújula. Si colocamos varias brújulas en una línea de fuerza, observaremos que el norte de esta indica que la línea de campo se orienta del norte al sur del imán.

## El campo magnético terrestre

La Tierra tiene en su núcleo una gran cantidad de hierro fundido, que hace que se comporte como un gran imán.

El hecho de que el polo norte de la brújula siempre apunte aproximadamente al norte geográfico nos indica que cerca al norte geográfico está el sur magnético de la Tierra y el sur geográfico está cerca al norte magnético. El campo magnético terrestre nos protege de partículas cargadas que provienen del espacio y que podrían causarnos daño si lograran ingresar a la superficie terrestre.

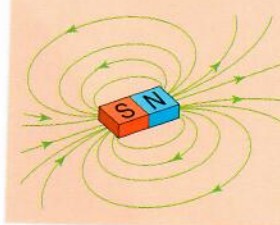
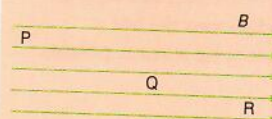


Campo magnético terrestre. El polo norte magnético queda en el polo sur geográfico, y el polo sur magnético, en el polo norte geográfico.

### ¿SABÍAS QUE...?

- En un punto, la línea de campo es tangente a la dirección del campo magnético.
- El número de líneas es proporcional a la intensidad de campo magnético. Donde haya mayor aglomeración de líneas, mayor será la intensidad de campo magnético.

Un campo magnético uniforme se representa mediante líneas de campo paralelos. En este campo, el valor del campo magnético  $B$  es constante en cualquier punto  $BP = BQ = B_R$ .



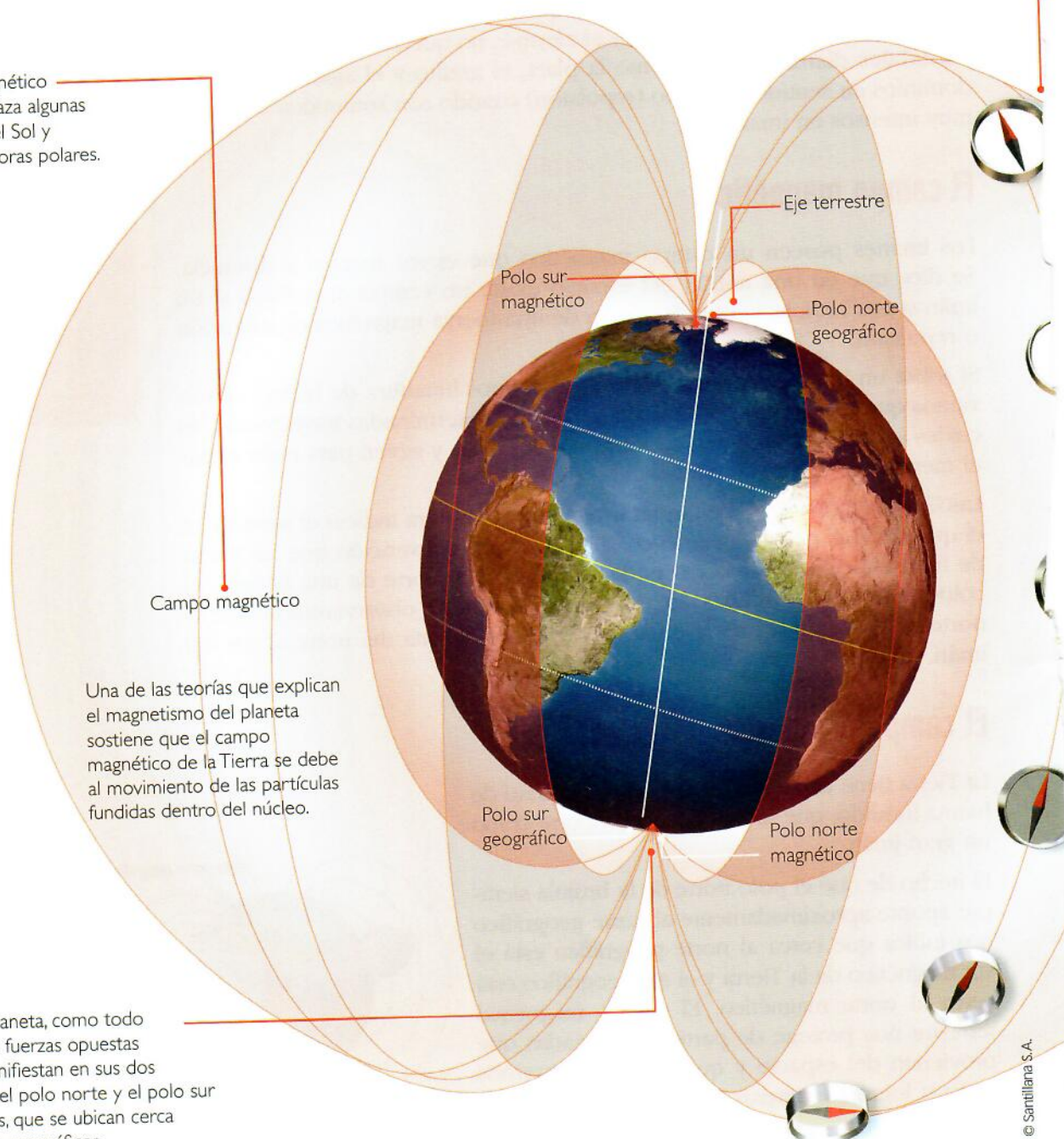


# ¿Acaso la Tierra actúa como un **imán**?



Durante muchos siglos, los navegantes cruzaron el mar con sus brújulas sin saber por qué indicaban el norte. Hoy se sabe que nuestro planeta es un imán gigantesco, debido a que en su interior hay materiales magnéticos, y que, como todos los imanes, tiene dos polos. Cada uno de ellos se encuentra ubicado muy cerca de uno de los polos geográficos. Esto hace que cada uno de los polos de la Tierra atraiga al polo opuesto de la aguja de la brújula.

El campo magnético terrestre rechaza algunas radiaciones del Sol y genera las auroras polares.



Campo magnético

Una de las teorías que explican el magnetismo del planeta sostiene que el campo magnético de la Tierra se debe al movimiento de las partículas fundidas dentro del núcleo.

Nuestro planeta, como todo imán, tiene fuerzas opuestas que se manifiestan en sus dos extremos: el polo norte y el polo sur magnéticos, que se ubican cerca a los polos geográficos.





### La piedra imán

La palabra *magnetismo* proviene de la magnetita o piedra imán, una roca conformada por óxido de hierro que tiene propiedades magnéticas. La roca lleva este nombre debido a que abundaba en Magnesia, una región asiática.

Inclinación de la  
aguja de la brújula

### ¿Cómo funciona la brújula?

Cuando se acercan dos imanes, el polo sur de uno de ellos es atraído por el polo norte del otro. De la misma manera, el imán de la brújula es atraído por otro gran imán: la Tierra. El imán de la brújula es una aguja que gira con libertad sobre un eje.



Polo norte  
magnético

El norte magnético  
de la brújula se orienta  
hacia el norte geográfico  
porque es atraído por  
un polo sur magnético.

Polo sur magnético

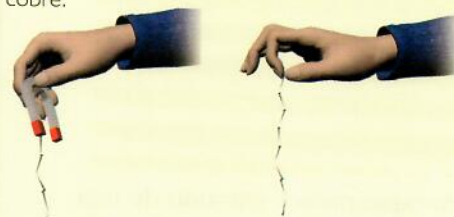
El sur magnético de la  
brújula mira hacia el sur  
geográfico porque es  
atraído por un polo norte  
magnético.

### Las propiedades de los imanes

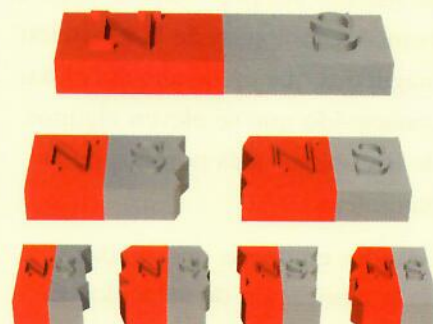
Solo algunos materiales metálicos pueden ser atraídos por campos magnéticos e incluso actuar como imanes. Por ejemplo, el hierro, el acero, el níquel y el cobalto.



Los imanes no atraen ni rechazan objetos elaborados a base de madera, vidrio o cobre.



Un imán puede convertir en imanes a otros objetos; solo es necesario que estos contengan los metales imantables. Cuando retiramos el imán, el magnetismo entre esos objetos perdura por un tiempo.

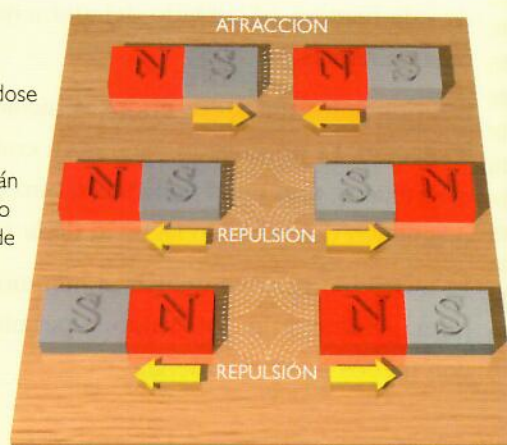


Si rompemos un imán, las cargas vuelven a migrar hacia los polos. Así se obtienen numerosos imanes.

### Los imanes y el magnetismo

Los imanes o magnetos actúan sobre ciertos materiales moviéndolos sin tocarlos o adhiriéndose a ellos. Esto sucede porque, en los imanes, las cargas eléctricas se encuentran ordenadas y alineadas creando campos magnéticos, y no están desordenadas ni se neutralizan como en el resto de los objetos. Este campo de fuerza es capaz de atraer a los átomos de signo opuesto de otros materiales. El magnetismo es la propiedad que tienen los imanes de atraerse o repelerse con otros objetos.

Los imanes tienen dos extremos: el polo norte y el polo sur, hacia los que se dirigen las cargas eléctricas.







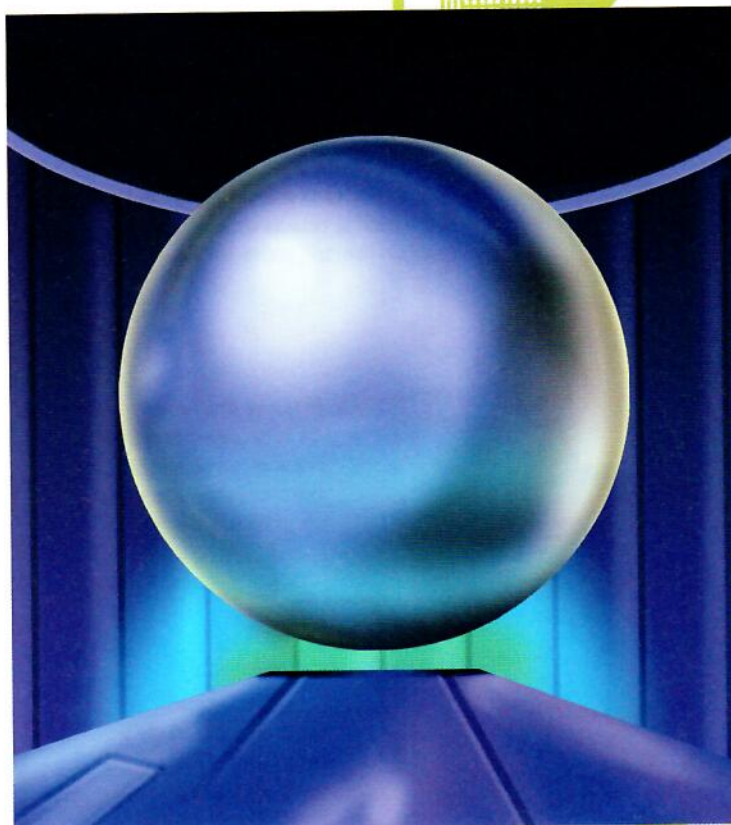
# Levitación magnética en los automóviles

Aunque parece extraído de una película de ciencia ficción, ver vehículos que leviten sobre las carreteras no es algo que esté fuera de nuestro alcance. Todo se debe al avance tecnológico de la levitación magnética que en la actualidad ha conseguido que se eleven algunos de los objetos más pesados de la naturaleza.

Grandes empresas encargadas de la fabricación de vehículos ya inician su trabajo con prototipos que funcionan gracias a la levitación magnética aportando, de esta manera, al cuidado del ambiente al fabricar vehículos menos contaminantes.

Los principios utilizados en los vehículos son la propulsión y la levitación. La propulsión magnética consiste en generar campos magnéticos, uno en el vehículo y otro en la pista, donde el campo magnético del vehículo sigue al de la pista.

La levitación permite reducir al mínimo la fricción entre el vehículo y la pista, generando menor ruido, y permite alcanzar velocidades más altas con menos gasto de energía.



© Santilana S.A.



BMW desarrolló el Mini E, el cual utiliza una serie de imanes en algunas partes móviles y fijas del vehículo. La única energía que necesita este prototipo es el de la batería para arrancar el vehículo



El Peugeot ELA es un diseño sin ruedas y es un nuevo concepto en automóviles con potentes imanes que eliminan la fricción con la autopista. Aunque es necesario que en las vías también haya sistemas de imanes para que funcione, el Peugeot ELA es totalmente sostenible, ya que cuenta con paneles solares en el techo para alimentar su motor eléctrico.



El Nissan 400-C Motivity fue diseñado por Tryi Yeh y está acondicionado con un sistema maglev (levitación magnética) en cada una de sus ruedas.

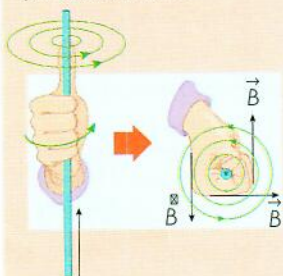




# El electromagnetismo

## PARA SABER MÁS...

Para determinar la dirección de las líneas de fuerza generadas por un elemento de corriente, usaremos la regla de la mano derecha: esta consiste en alinear el conductor indicando con el pulgar la dirección de la corriente. La dirección de las líneas de campo está dada por la dirección de los dedos que envuelven al conductor.



Para trazar el vector campo magnético en un punto, debemos recordar que este es tangente a las líneas de fuerza, por lo tanto, perpendicular al radio de una línea de fuerza.

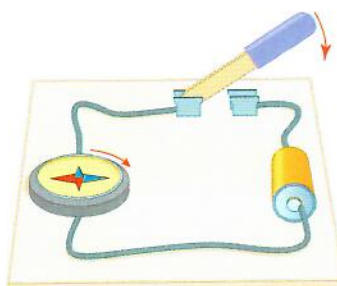
Hasta finales del siglo XVII se suponía que los fenómenos magnéticos eran absolutamente independientes de los eléctricos. Sin embargo, debido a la gran similitud entre las fuerzas eléctricas y magnéticas, a principios del siglo XVIII se empezó a considerar la posibilidad de que existiera relación entre ellas.

## La experiencia de Ørsted

El físico danés Hans Christian Ørsted (1777-1851) encontró una forma de generar campos magnéticos sin el uso de imanes.

Comprobó que al colocar una brújula sobre un cable conductor, esta giraba bruscamente cuando se hacía pasar corriente a través del cable. Observó que la aguja se orientaba en la dirección perpendicular al cable.

La brújula se orienta perpendicularmente a la corriente del conductor.



Al invertir la dirección de la corriente, la aguja giraba  $180^\circ$  y cambiaba su dirección. De este modo, se colocaba nuevamente en forma perpendicular al cable.

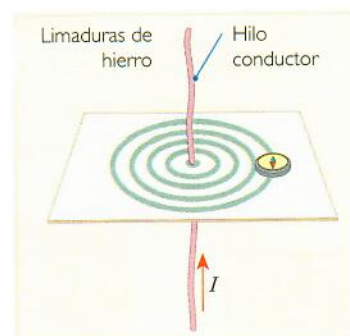
Con este experimento, Ørsted demostró que las corrientes eléctricas generan un campo magnético a su alrededor.

Si rociamos limadura de hierro alrededor del conductor con corriente, observaremos que las líneas de fuerza son circulares y con centro en el conductor.

Para determinar la dirección de estas líneas, podemos ayudarnos con una brújula. Si el sentido de la corriente se invierte, la brújula también cambia su sentido.

Concluimos lo siguiente:

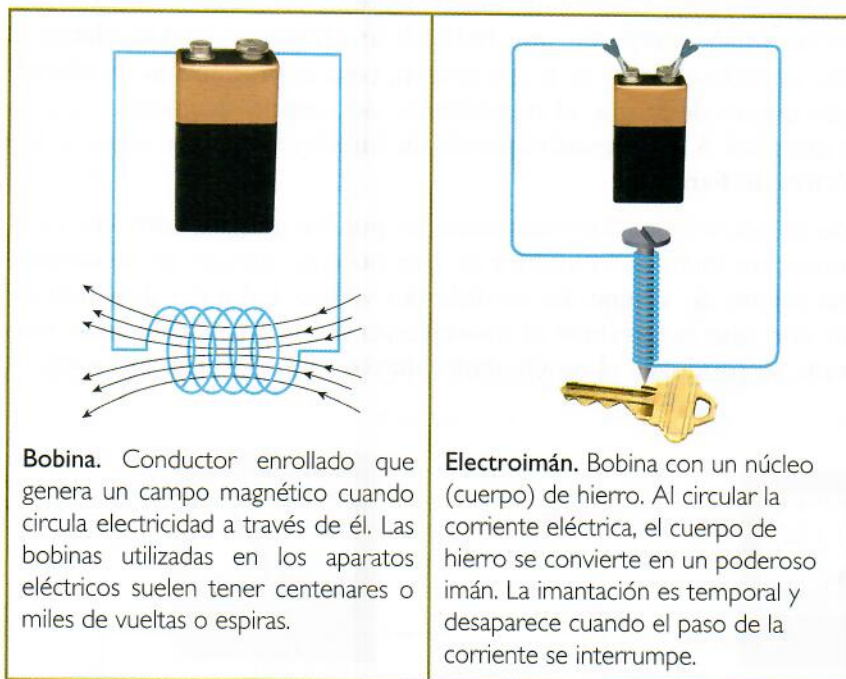
1. La corriente eléctrica que circula en un alambre genera un campo magnético cuyas líneas de fuerza son circulares con centro en el conductor.
2. La dirección de las líneas de fuerza depende de la dirección de la corriente.
3. Las líneas de campo forman circunferencias concéntricas alrededor de un alambre conductor, como revela el patrón de la limadura de hierro.





## La corriente eléctrica causante de magnetismo

La corriente eléctrica hace que algunos objetos se comporten como imanes. Estos objetos son las bobinas y los electroimanes.



### EN LA WEB

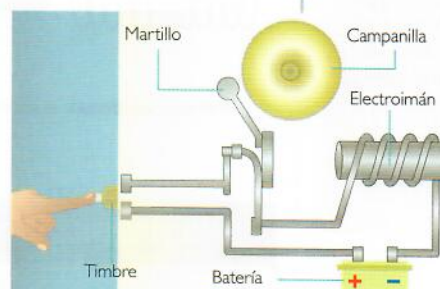
[http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/iv.-electromagnetismo](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/iv.-electromagnetismo)

Página interactiva que presenta información sobre el electromagnetismo.

### El timbre eléctrico

Un timbre eléctrico está provisto de un electroimán conectado a una pila.

Cuando la corriente pasa por un timbre, el núcleo (cuerpo) de hierro se transforma en un imán y atrae el martillo, que golpea la campanilla. En ese momento, el circuito se abre, con lo que el electroimán se desactiva. Luego, el martillo vuelve a su posición inicial para que se cierre de nuevo el circuito y se vuelva a repetir el proceso.



### CIENTÍFICOS CÉLEBRES

Hans Christian Ørsted (Rudkøbing, Dinamarca, 1777-Copenhague, 1851) fue un físico y químico danés que descubrió la acción magnética de las corrientes eléctricas.

Desde muy joven se interesó por la química, la historia natural y la literatura. Al cumplir los 20 años, comenzó los estudios de farmacia influido por su padre, quien era farmacéutico. Tres años después, se licenció en Medicina. Sin embargo, su pasión por la química fue una de las razones por las que se interesó por los trabajos de M. Ritter sobre el galvanismo. Tras varios estudios de especialización fue nombrado, en 1804, profesor de Física en la Universidad de Copenhague.

Sus trabajos principales de investigación estuvieron centrados en el electromagnetismo, es decir, buscó las conexiones entre el magnetismo y la electricidad. Ørsted consiguió demostrar tal relación, de un modo muy intuitivo. En 1820, realizó un experimento que puso de manifiesto la producción de campos magnéticos por parte de los conductores al ser atravesados por una corriente. Fue también el primero en aislar el aluminio (1825).





## La experiencia de Faraday

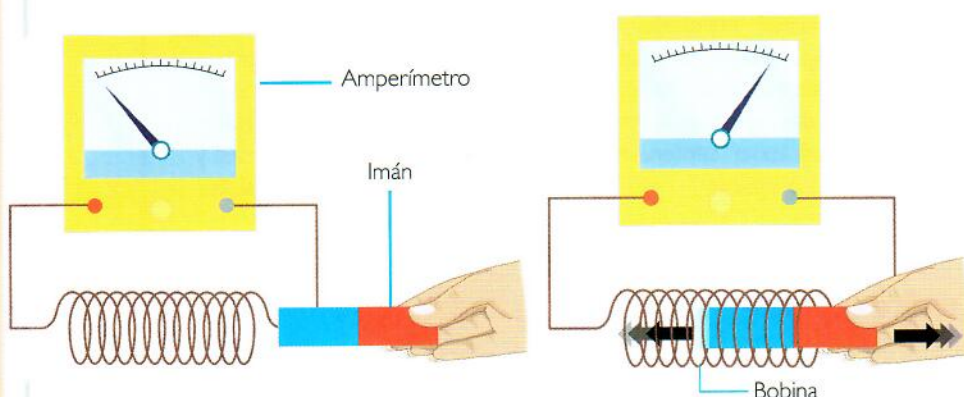
El hecho de que la corriente eléctrica cree un campo magnético hizo que los físicos se preguntaran si los imanes producían corriente eléctrica. En 1831, el físico Michael Faraday demostró experimentalmente que cuando se mueve un imán dentro de una bobina, se obtiene corriente eléctrica. En cambio, cuando el imán ya no se mueve, cesa la producción de electricidad. Esto quiere decir que el movimiento del campo magnético origina corriente eléctrica. A este descubrimiento de Faraday se conoce como la **ley de inducción de Faraday**.

A partir de la inducción electromagnética, es posible generar corriente eléctrica al mover un imán en el interior de una bobina, aunque no se disponga de una fuente de voltaje. La medida del voltaje inducido depende de la rapidez con que se produce el movimiento del imán, pues cuanto más rápidamente se produzca el movimiento, mayor será el voltaje inducido.

### PARA SABER MÁS...

Dentro de un conductor el campo eléctrico es nulo, aunque este sea hueco; por ejemplo, en el interior de una caja metálica, incluso si las paredes de la caja tienen forma de malla. Esto es lo que se conoce con el nombre de **jaula de Faraday** en honor de Michael Faraday.

La jaula de Faraday se suele utilizar para aislar instrumentos muy sensibles a campos eléctricos. Una demostración sencilla del efecto de la jaula es ver cómo un aparato de radio pierde la emisora que previamente ha sintonizado al colocarlo en el interior de la jaula. Las ondas de radio son ondas electromagnéticas. Una onda electromagnética consiste en campos eléctricos y magnéticos que varían en el espacio y en el tiempo.



Mientras se introduce el imán en la bobina, se registra el paso de la corriente a través de ella.

### CIENTÍFICOS CÉLEBRES

Michael Faraday (Newington, Gran Bretaña, 1791-Londres, 1867), físico y químico británico, fue conocido principalmente por sus descubrimientos de la inducción electromagnética y de las leyes de la electrólisis. Fue un excelente experimentador que transmitió sus ideas en un lenguaje claro y simple.

- Estudió el descubrimiento de Ørsted y repitió todos sus experimentos. A partir de ello, hizo su primer descubrimiento en electromagnetismo, el principio del motor eléctrico.
- Trazó el campo magnético alrededor de un conductor por el que circula una corriente eléctrica.
- Descubrió la inducción electromagnética
- Postuló dos leyes fundamentales de la electrólisis: que la masa de una sustancia depositada por una corriente eléctrica es proporcional a la cantidad de electricidad que pasa por el electrolito y que las cantidades de sustancias electrolíticas depositadas por la acción de una misma cantidad de electricidad son proporcionales a las masas equivalentes de las sustancias.
- Descubrió el efecto magnetoóptico que consiste en la desviación del plano de polarización de la luz como resultado de un campo magnético, al atravesar un material transparente como el vidrio. Se trataba del primer caso conocido de interacción entre el magnetismo y la luz.
- Demostró que un recinto metálico (caja o jaula de Faraday) forma una pantalla eléctrica.





## Los alternadores de corriente eléctrica

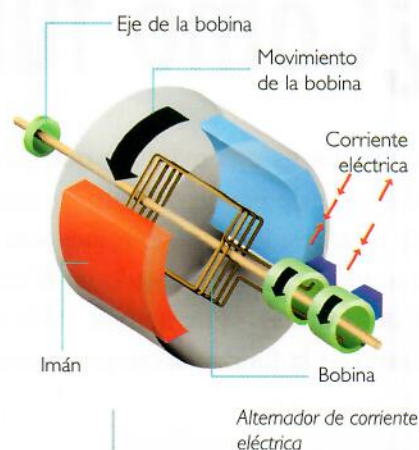
A las corrientes eléctricas obtenidas a partir de una bobina y un imán se las llama corrientes inducidas y son de gran importancia porque permiten la obtención industrial de energía sin tener que recurrir a pilas o baterías.

El alternador es un **tipo de generador** de corriente eléctrica (inducida) que encontramos, por ejemplo, en todas las centrales eléctricas.

El alternador más sencillo consta de un imán y de una bobina que gira en el campo magnético creado por el imán. A medida que la bobina gira, el campo magnético sufre variaciones. Esto se traduce en la producción de corriente eléctrica.

Para que un generador funcione hace falta una fuente externa de energía (hidráulica, térmica, eólica, nuclear) que haga que la bobina gire. De este modo, un alternador **transforma energía mecánica** (movimiento) **en energía eléctrica**.

Los automóviles también tienen alternadores que producen la corriente eléctrica necesaria para los circuitos de arranque, el funcionamiento de los faros y del aire acondicionado, etc.



## El efecto químico de la corriente

El químico inglés **Humphry Davy** (1778-1829) realizó experiencias electroquímicas. En 1843, se empleaban plata y otros metales nobles para recubrir metales más baratos. Más tarde se hicieron los baños de níquel (niquelado). El baño de cromo se realizó hacia 1925 (cromado).

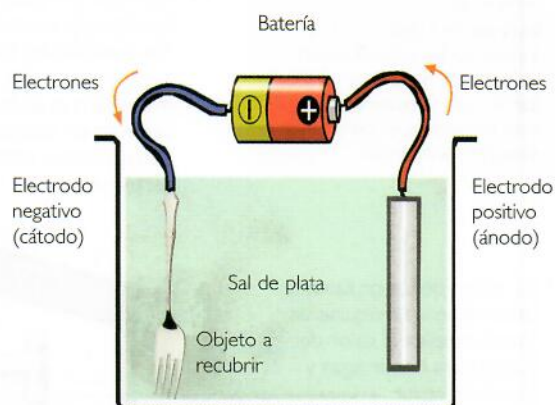
La corriente eléctrica puede aprovecharse para recubrir objetos metálicos con una fina capa de otro metal. Esta técnica se conoce con el nombre de **galvanoplastia**.

Las funciones del galvanizado son varias:

- **Proteger** una superficie metálica de la corrosión; por ejemplo, depositando una capa de cinc o cobalto sobre objetos elaborados con hierro u otro metal.
- **Adornar** una pieza metálica con un recubrimiento más atractivo. Se utilizan el cobre, el oro, la plata o el estaño.
- **Mejorar** propiedades eléctricas u ópticas. Como unos metales son mejores conductores que otros, podemos recubrir una pieza elaborada con un metal resistente; por ejemplo, con otro metal, con el objetivo de aumentar su conductividad eléctrica.

El galvanizado se aplica en numerosos objetos metálicos: cubiertos, joyas, planchas empleadas en la construcción o en la industria automovilística, hilos conductores, utensilios de cocina, piezas dentales de sustitución, etc.

El mecanismo de la galvanoplastia es sencillo. Se produce una corriente eléctrica dentro de una disolución de sal de plata denominado electrolito. En el cátodo o electrodo negativo situamos el objeto que queremos recubrir con el metal del electrolito (plata).







# ¿Cómo funcionan los motores?

Un motor es una máquina que produce movimiento gracias al aporte de energía. Según la energía que utilicen, existen varios tipos de motores: los más comunes son los motores térmicos, que usan el calor liberado en la combustión de un gas, de un líquido o de una mezcla de ambos; y los motores eléctricos, que funcionan gracias a la fuerza electromagnética producida por la corriente eléctrica.

## Los cuatro tiempos

El motor de combustión interna funciona con cuatro tiempos:

**Admisión.** El pistón comienza a descender. Se abre la válvula de admisión y entra la mezcla de aire-combustible.

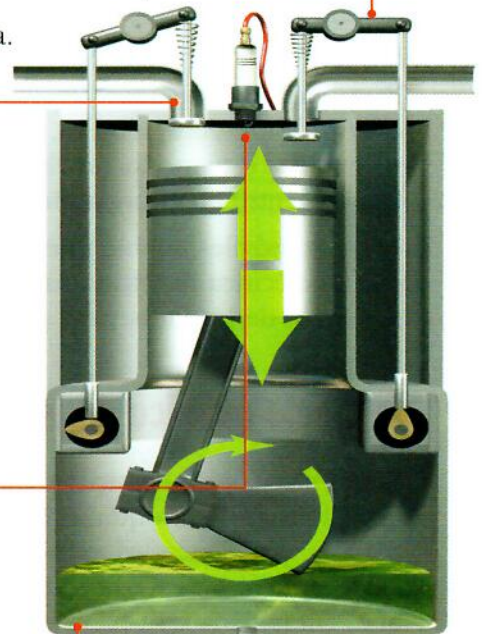
**Compresión.** La compresión ocurre en todas las válvulas cerradas: el pistón asciende y va haciendo presión sobre la mezcla.

**Explosión.** La chispa de la bujía inflama la mezcla y la fuerza que ello provoca impulsa el pistón hacia abajo.

**Escape.** El pistón comienza a ascender. Se abre la válvula de escape. Los gases de la combustión salen hacia el exterior, empujados por el movimiento del pistón.

2. Los motores de combustión interna están constituidos por un bloque con unos orificios llamados cilindros, en cuyo interior se desplaza un émbolo (o pistón). En su movimiento de vaivén, el émbolo hace rotar un eje llamado cigüeñal. El descenso del pistón se produce al explotar la mezcla aire-combustible en el interior del cilindro, lo que se consigue mediante una chispa eléctrica que es generada por una bujía.
3. La rotación del cigüeñal va abriendo y cerrando unas válvulas: las de admisión controlan la entrada de la mezcla, y las de escape, la salida de los gases producidos por la combustión.
4. Para que un motor de combustión interna funcione, es necesario ponerlo en movimiento. Por ejemplo, los automóviles de principios del siglo xx se ponían en marcha haciendo girar una manivela que se hallaba en la parte delantera del vehículo; en cambio, los autos actuales cuentan con un motor eléctrico llamado burro de arranque.

1. Los motores de combustión interna se llaman así porque en su interior se quema algún tipo de combustible, generalmente gasolina o gasoil.

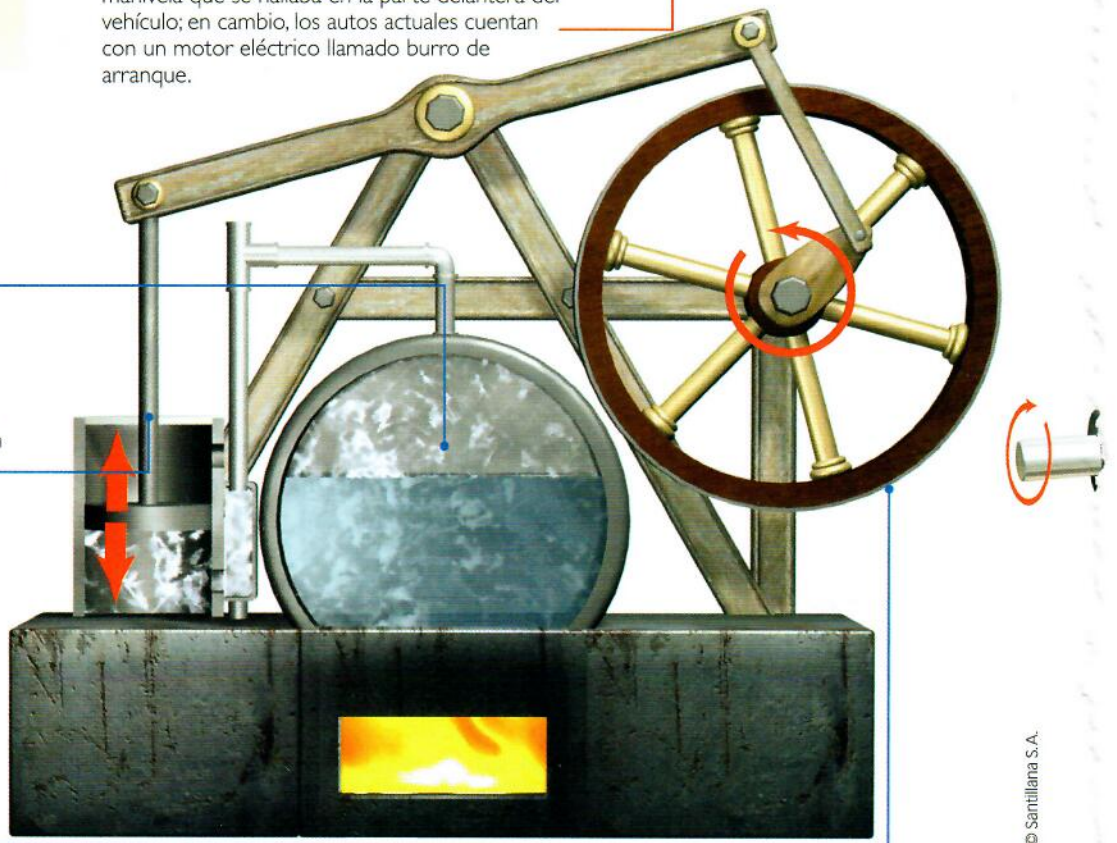


1. El motor de vapor, llamado generalmente máquina de vapor, emplea el calor del fuego para hervir agua y producir vapor.

2. El vapor de agua empuja el pistón, que se encuentra dentro de un cilindro, de un lado a otro.

3. El pistón se une a una rueda a través de una biela, que es una pieza que convierte un movimiento de vaivén en uno de rotación.

Por eso, mientras el pistón se desplaza de un lado al otro, la rueda gira.



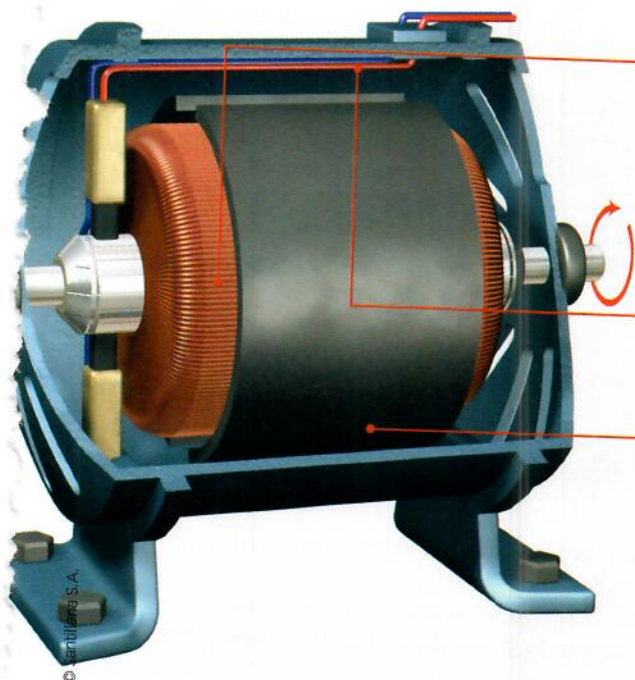


1. El motor de combustión interna diésel, llamado así en honor a su inventor, el ingeniero alemán Rudolf Diesel, es similar en muchos aspectos al motor de combustión interna, pero difiere en el tipo de combustible empleado y en el sistema de encendido. Como la combustión se produce sin necesidad de chispas, no tiene bujías.



2. El aire entra en el cilindro a través de la válvula de admisión y es aspirado por el movimiento descendente del pistón. Luego, el movimiento ascendente del pistón comprime el aire que, de ese modo, alcanza una temperatura muy alta.

3. Un inyector introduce combustible, que se enciende por la alta temperatura del aire comprimido que empuja el pistón hacia abajo. El movimiento ascendente y descendente del pistón se transmite al cigüeñal.



## Las últimas investigaciones

En el 2006, un equipo de investigadores japoneses dio a conocer los resultados de un estudio en el transcurso del cual lograron que una bacteria pusiera en funcionamiento un micromotor.

Los científicos introdujeron la bacteria *Mycoplasma mobile* dentro de un motor muy pequeño, en forma de flor. Luego de sucesivos experimentos, consiguieron que la bacteria produjera una velocidad del motor de, aproximadamente, dos revoluciones por minuto. Esto es posible porque la bacteria posee una proteína que la induce a moverse en una dirección.

## Los barcos

Para hacer girar las hélices de los barcos, se utiliza un motor llamado turbina a vapor. El vapor que proviene de una caldera choca contra las paletas de una turbina que hacen girar su eje con mucha velocidad.



## Los autos ecológicos

Los motores de aire comprimido utilizan el aire a presión como fuerza motriz y, si bien se usan desde hace mucho tiempo, su aplicación en automóviles es reciente. La ventaja de los autos con este tipo de motores es que no emiten gases contaminantes.



1. Los motores eléctricos de corriente continua poseen en su interior un electroimán, que es una pieza de hierro con un cable enrollado que se encuentra fijado a un eje. El electroimán se comporta como un imán cuando circula electricidad a través de él. Si la corriente invierte su sentido, los polos también se invierten.

2. Cuando el motor se enciende, la electricidad circula a través de los cables y el electroimán genera un campo magnético. El motor se diseña para que cada media vuelta cambie el sentido de la corriente dentro de los cables, de manera que el electroimán invierte sus polos.

3. Como el electroimán tiene la capacidad de invertir sus polos, se instala en el exterior otro imán en posición fija que atrae y repele alternativamente los polos del electroimán situado en el interior, haciéndolo girar sobre su eje. Así, la energía eléctrica se transforma en energía mecánica.



# Las centrales eléctricas

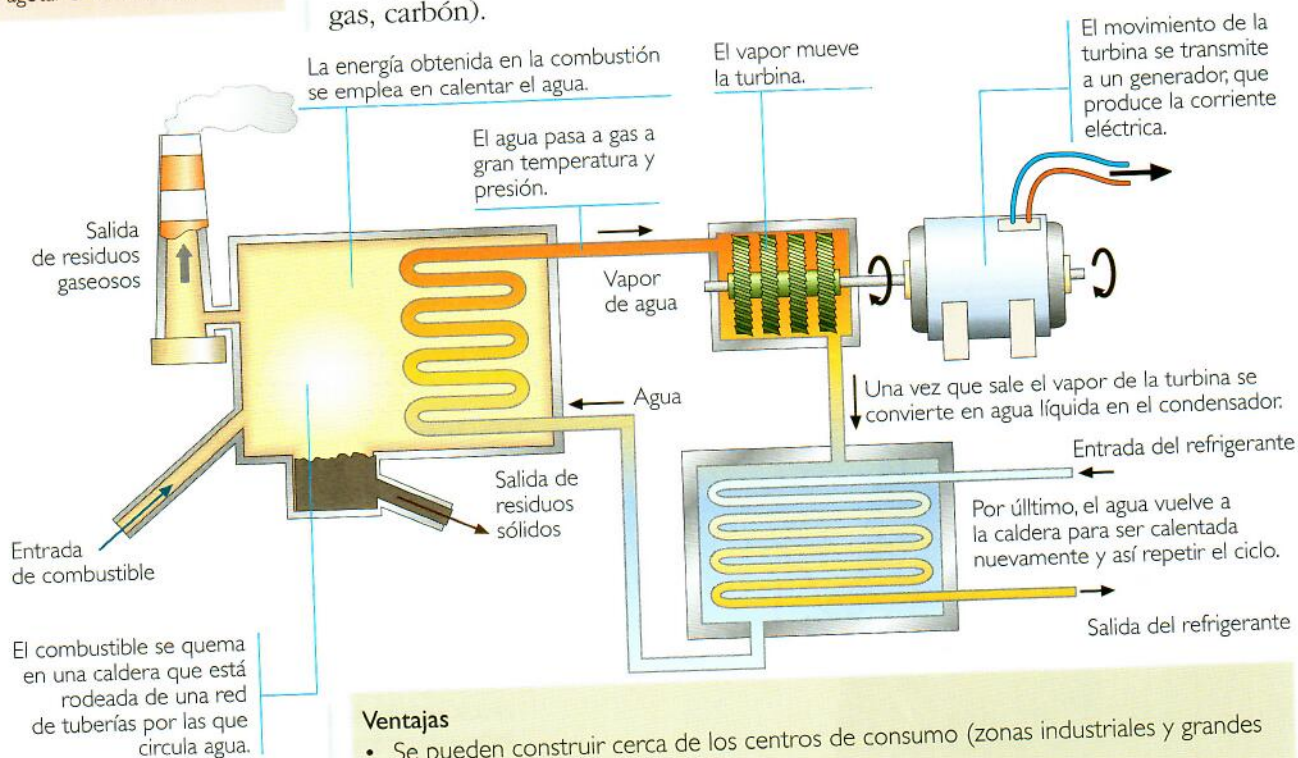
## ¿SABÍAS QUE...?

En las centrales térmicas nucleares, se bombardean núcleos de átomos de uranio con neutrones. Algunos se parten, dando lugar a núcleos más pequeños. En este proceso se emite una gran cantidad de energía (energía nuclear) y de neutrones que, a su vez, pueden romper otros núcleos. Cuando ocurre esto, se produce una reacción en cadena. Un núcleo produce la fisión de otros núcleos, y estos, a su vez, la de otros, y así hasta agotar el combustible.

En la mayoría de centrales, se genera corriente alterna, haciendo girar el motor (electroimanes) mediante la turbina, la cual es movida por vapor de agua o el viento.

## Las centrales térmicas

En las centrales eléctricas térmicas, la energía mecánica necesaria para mover la turbina se consigue a través del vapor obtenido al hacer hervir el agua en una caldera. El vapor de agua a presión se hace circular hasta una turbina. El chorro de vapor mueve las palas de la turbina y este movimiento se transmite a un alternador, donde se produce la energía eléctrica. Según la fuente de energía que utilicen para calentar el agua y producir el vapor que moverá la turbina, las centrales eléctricas térmicas se clasifican en tres tipos: centrales de combustible fósil, centrales solares y centrales nucleares. Las que más se utilizan son las que funcionan con combustible fósil (diésel, gas, carbón).



### Ventajas

- Se pueden construir cerca de los centros de consumo (zonas industriales y grandes ciudades). La inversión no es muy alta.
- Permiten aumentar la producción de electricidad para compensar la menor producción de las hidroeléctricas en época de sequía.

### Desventajas

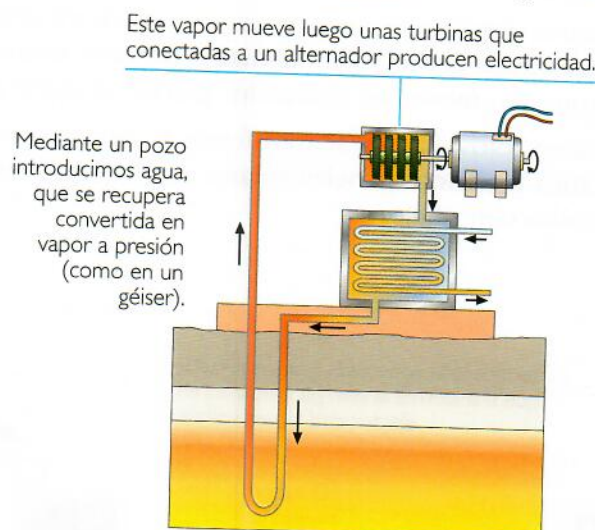
- Producen contaminación atmosférica, especialmente cuando se quema carbón y petróleo con un alto porcentaje de azufre.
- Eliminan calor en los ríos, produciendo contaminación térmica. El agua caliente disminuye la solubilidad del oxígeno, afectando la vida de peces y otros organismos acuáticos.



## Las centrales geotérmicas

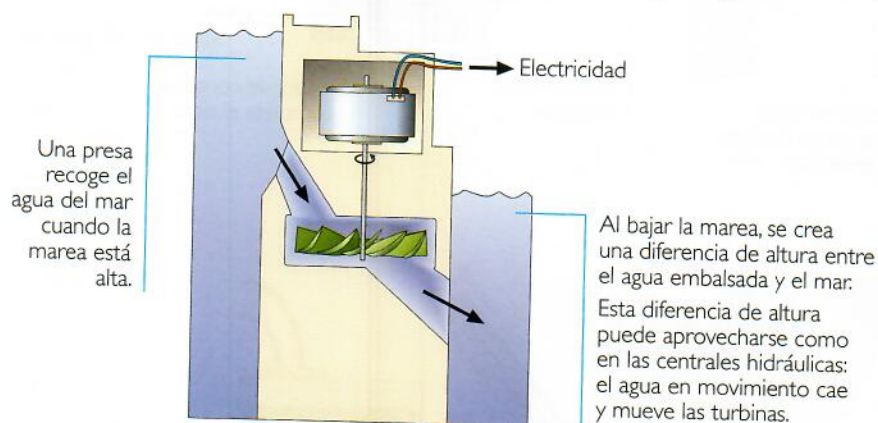
El interior de la Tierra es una fuente continua de calor. En algunas zonas, este calor aflora a la superficie y puede ser aprovechado para calentar agua, producir energía eléctrica, etc.

La energía del interior terrestre se llama **energía geotérmica**. Esta fuente de energía es aprovechable sobre todo en zonas volcánicas, donde la diferencia de temperatura entre el interior terrestre y la superficie es mayor.



## Las centrales mareomotrices

Para aprovechar el movimiento de subida y bajada del agua durante las mareas, se construyen centrales mareomotrices cerca de la costa. Aunque la diferencia entre la marea alta y baja en mitad del océano es de apenas 1 metro, en algunas costas esta diferencia llega a alcanzar los 15 metros. En estas zonas es interesante aprovechar las mareas para generar energía.



### PARA SABER MÁS

A finales de la década de los setenta, se empezó a producir energía a partir de la biomasa procedente de residuos forestales y agrícolas, paja, aserrín, estiércol de animales o basura urbana.

La energía de la biomasa se puede utilizar para producir energía eléctrica. Para ello, se fermenta en tanques o digestores. Producto de la fermentación se obtiene metano (biogás), que se usa como combustible en generadores.

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre las fuentes de energía, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Módulo de Biblioteca del Minedu.

### EN LA WEB

<http://www.planetseed.com/es/relatedarticle/fuentes-alternativas-de-energia-utilizadas-en-la-actualidad>

Página que presenta información sobre las fuentes alternativas de energía.



## Las centrales solares

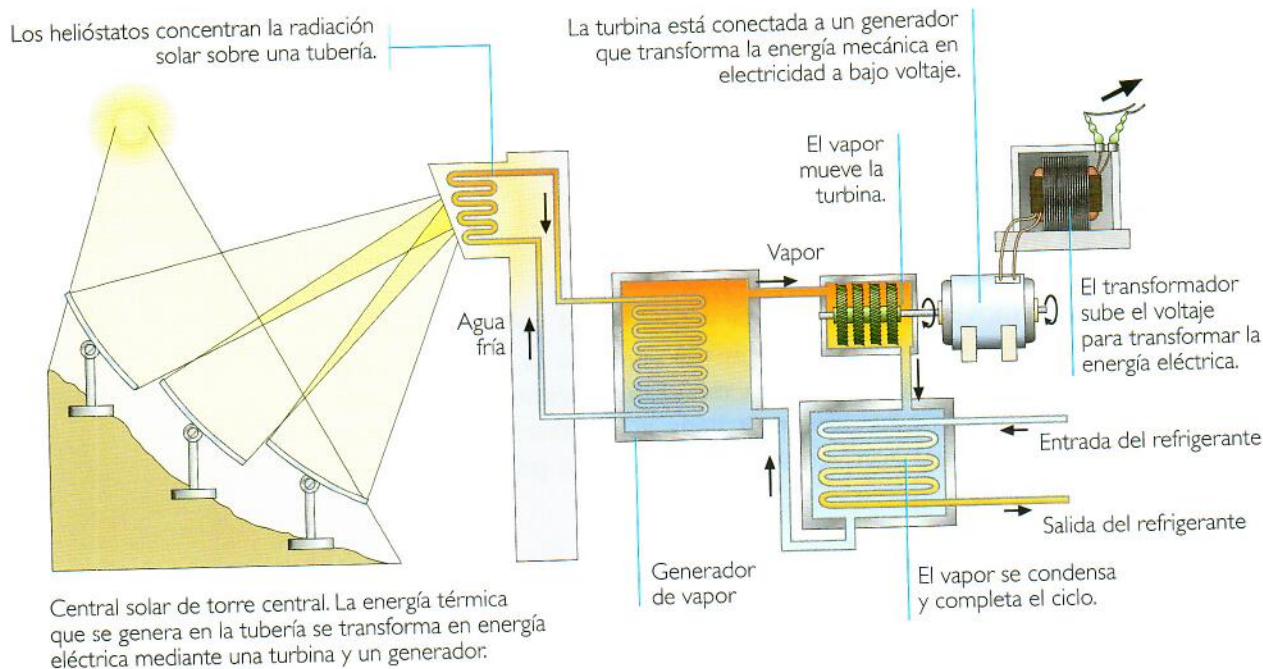
El Sol es la principal fuente de energía sobre la Tierra y una fuente de energía inagotable limpia. Actualmente, la energía solar se utiliza para producir energía eléctrica.

Podemos diferenciar dos tipos de centrales solares eléctricas dependiendo de cómo se realice la transformación energética: centrales solares **térmicas** y centrales solares **fotovoltaicas**.

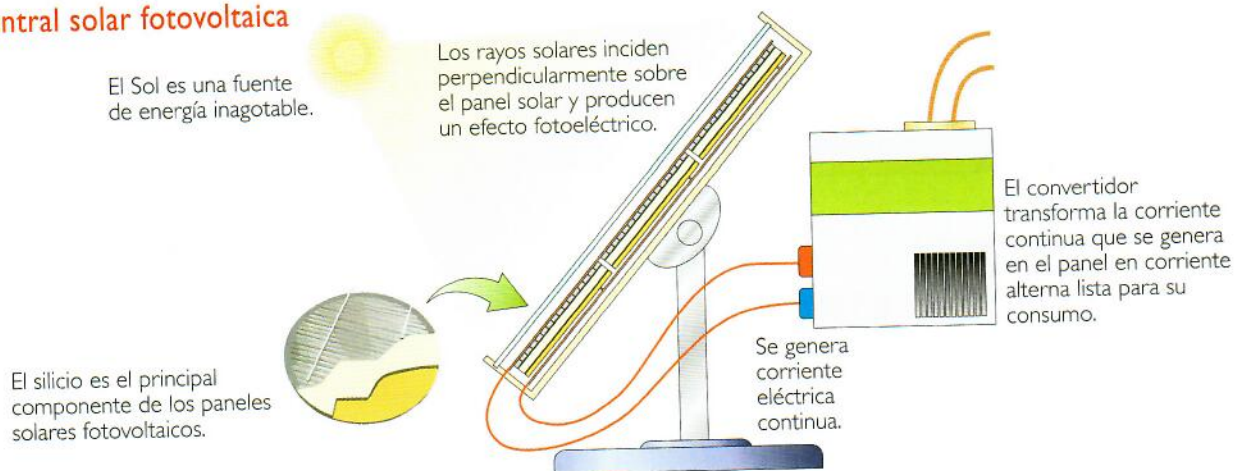
En las centrales solares térmicas se consigue la generación eléctrica a partir del calentamiento del agua con el cual, mediante un ciclo termodinámico convencional, se consigue mover un alternador gracias al vapor generado.

En las centrales solares fotovoltaicas, se transforma la radiación solar directa en energía eléctrica mediante paneles solares conformados por células fotovoltaicas fabricadas con silicio.

### Central solar térmica



### Central solar fotovoltaica





## Las centrales eólicas

Las centrales eólicas transforman la energía del viento en energía eléctrica a través de los aerogeneradores. Estos tienen un alternador en la parte superior. Las aspas hacen las veces de turbina, y al girar, mueven el alternador para producir electricidad. Esta tecnología es reciente y se está aplicando con éxito en muchos países desarrollados.

El multiplicador está acoplado al rotor y es un sistema de transmisión por engranajes que aumenta la velocidad de giro del rotor.

El generador es el dispositivo que transforma el movimiento de giro del multiplicador (a alta velocidad) en electricidad.

El rotor es el elemento que convierte la energía del viento en energía mecánica. Está formado por varias palas que tienen la misma forma que el ala de avión y giran cuando sopla el viento. Los que mejor funcionan y mayor rendimiento tienen son los de tres palas, conocidos como tripala.

La góndola es la parte que se soporta encima de la torre que contiene al multiplicador y al generador.

La torre mantiene la góndola a gran altura, donde la velocidad del viento es mayor.

En el transformador, la electricidad generada es transformada a alta tensión para su óptimo transporte por la red.

### Ventajas

- Usan una fuente de energía inagotable y limpia.

### Desventajas

- Solo se pueden instalar en lugares donde sopla viento.
- Se necesitan muchos aerogeneradores para que la central sea rentable, lo que puede afectar el ecosistema del lugar.

### ¿SABÍAS QUE...?

Cuando los ingenieros diseñan los aerogeneradores, deben tener en cuenta que el número de palas óptimo de la turbina depende de lo siguiente:

- La velocidad del viento.
- La estabilidad cuando se mueve.
- El rendimiento.
- El peso y el precio de los materiales.

Cuando el viento tiene velocidades muy altas, es suficiente con un número pequeño de palas. Además, los aerogeneradores con un número impar de palas son más estables.

### EN LA BIBLIOTECA

Para conocer más sobre las energía solar y eólica, consulta el libro *La Biblia de la Física y Química*, del Modelo de Biblioteca del Minedu.



# ¿Qué es una **central solar** fotovoltaica?

La energía eléctrica puede producirse en centrales hidroeléctricas, a partir de la energía del movimiento del agua; en centrales eólicas, a partir de la energía del viento; en centrales térmicas, a partir de la energía química almacenada en combustibles; y también en centrales solares fotovoltaicas, a partir de la energía de la luz que proviene del Sol.



Para obtener un mayor rendimiento de la captación de la luz solar, los paneles fotovoltaicos se disponen sobre un dispositivo que va girando para seguir la trayectoria aparente del Sol como si fueran girasoles.

Gracias a la acción del dispositivo rotatorio, los rayos del Sol se proyectan casi perpendicularmente sobre los paneles fotovoltaicos.

Una vez que la corriente eléctrica es convertida, se distribuye a través de un complejo tendido eléctrico.

Los paneles contienen un conjunto de células solares que transforman la energía de la luz solar en energía eléctrica.



## Las ventajas y las desventajas de la energía solar

Al igual que las centrales eólicas, las centrales solares no contaminan la atmósfera y producen energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable, es decir, que no se agotan. Hasta el momento, las desventajas de una central solar fotovoltaica son dos: por un lado, para ser productiva debe instalarse en una zona geográfica donde haya suficiente Sol durante todo el año, y por otro, la cantidad de corriente generada es pequeña si se la compara con la que se produce en una central térmica o en una hidroeléctrica.



La corriente eléctrica que generan las células solares puede consumirse directamente o almacenarse en una serie de baterías de acumuladores, semejantes a las que se emplean en los vehículos, para utilizar en los momentos en que la demanda aumenta. El almacenamiento es particularmente útil porque el mayor consumo de electricidad suele darse por la noche, y en ese momento las células no reciben energía del Sol.

Como las células solares generan corriente eléctrica continua y en nuestros hogares utilizamos corriente alterna, el convertidor adapta la corriente para el consumo hogareño.



Este tipo de energía presenta una enorme ventaja para el ambiente, ya que es renovable e inagotable y no requiere tanto mantenimiento como otros sistemas de obtención de energía.

## El silicio

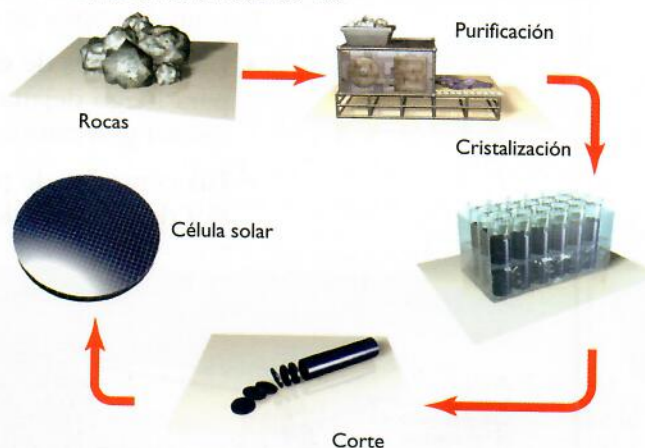
El ser humano ha utilizado el silicio desde los tiempos más remotos; por ejemplo, para fabricar utensilios en la Edad de Piedra. Actualmente, se utilizan grandes cantidades de silicio en la fabricación de dispositivos electrónicos. El silicio no se encuentra puro en la naturaleza, sino en forma de sílice, que es un óxido de silicio. La sílice es el material que constituye el cuarzo, uno de los minerales más comunes; está presente en la arena que se emplea en la construcción y, fundida, se la utiliza para la fabricación del vidrio.



## El proceso de fabricación de una célula solar

A partir de rocas con alto contenido de cuarzo, comienza un proceso de purificación y de obtención del silicio. Luego, el silicio es sometido a un proceso de fundido y de cristalización hasta que se obtiene un cristal muy puro, que presenta el aspecto de un lingote.

A continuación, se procede a cortar los lingotes en obleas que suelen tener un tamaño de entre 2 y 4 mm. Por último, se somete la oblea a un proceso para obtener distintas texturas: la cara de la oblea que recibirá la incidencia de la luz solar debe tener la textura de una rejilla para favorecer el paso de la luz; en cambio, la otra cara ha de ser lisa.



## El funcionamiento de una célula solar

Las células solares, también llamadas fotovoltaicas, están hechas principalmente de silicio. Este mineral se caracteriza por emitir electrones cuando entra en contacto con la luz solar. Estos electrones, al circular, constituyen una corriente eléctrica.





## Las centrales hidroeléctricas

Cuando conectamos a la red domiciliaria un artefacto eléctrico, en su interior circula corriente originada por distintas formas de energía, como la hidráulica, la solar, la eólica, etc. En general, la corriente eléctrica proviene de centrales hidroeléctricas y es transportada por redes hasta nuestros hogares.

### ¿SABÍAS QUE...?

En el Perú, 60% del total de la electricidad se genera a través de centrales hidroeléctricas, dado el gran potencial hídrico de nuestros ríos, lagos y lagunas. El otro 40% es generado en centrales térmicas, cuyo combustible principal es todavía el petróleo.

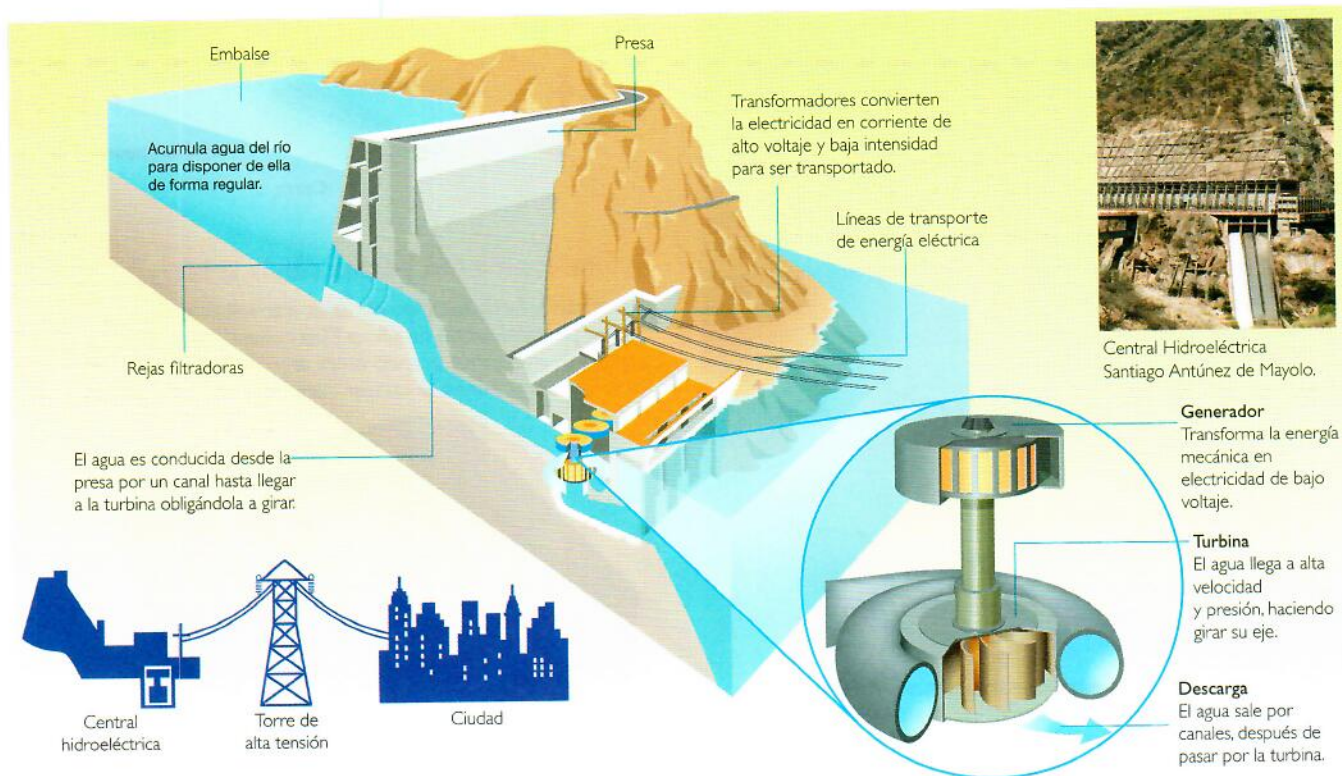
Por ello, es importante proteger nuestras fuentes de energía, especialmente a través del manejo adecuado de las cuencas hidrográficas.

Una central hidroeléctrica es una instalación donde se almacenan grandes cantidades de agua, ya sea por represamiento natural o artificial, que posteriormente se deja en libertad, generando energía por el efecto de su caída desde cierta altura. Los elementos principales que la conforman son una **presa**, que contiene el agua del río y la almacena en un embalse; los **rebo-saderos**, elementos que liberan parte del agua retenida sin que pase por la sala de máquinas; los **destructoros de energía**, que evitan que el agua que cae desde la altura cause erosiones en el terreno; las **turbinas**, que transforman la energía cinética del agua en energía mecánica; la **sala de máquinas**, lugar donde se sitúan las máquinas y los elementos que regulan y controlan la central y los **canales y tuberías**, que llevan el agua hacia estas turbinas.

En las plantas hidroeléctricas, se encuentra una serie de generadores que contienen un electroimán, que es una columna de hierro donde se enrollan alambres, a modo de bobina. Los alambres no tocan la columna.

Existen dos tipos de centrales hidroeléctricas:

- Las **centrales de embalse**, en las cuales el agua se acumula en represas, para luego dejarla caer desde gran altura, transformando la energía potencial gravitatoria del agua en energía cinética.
- Las **centrales de paso**, las que aprovechan directamente la energía cinética de un curso de agua, como la de un río, para hacer rotar las turbinas.



Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía del Perú

© Santillana S.A.



## La generación, la transmisión y la distribución de la corriente eléctrica

En el Perú, las empresas eléctricas se dividen en tres grupos: generadoras, transmisoras y distribuidoras. Las **empresas generadoras** pueden ser centrales hidroeléctricas como la **Central Hidroeléctrica Santiago Antúnez de Mayolo**, que tiene una potencia aproximada de 450 MW, o la **central térmica de Iquitos**, de aproximadamente 20 MW. En general, una central eléctrica produce una fuerza electromotriz de aproximadamente 20 000 V.

Las **empresas transmisoras** elevan el voltaje a unos 220 000 V por medio de unos transformadores, lo cual hace que la corriente disminuya considerablemente; esto evitará que en la transmisión se disipe gran parte de la energía por el efecto joule. Esta corriente de baja intensidad se transmite a través de los cables, conocidos como de alta tensión, hasta llegar a unas estaciones en las ciudades donde el voltaje se reduce por medio de transformadores a unos 22 000 V.

Las **empresas distribuidoras** se encargan de la distribución de la corriente a las casas y fábricas de la localidad; para las casas el voltaje se reduce a unos 220 V usando transformadores.



Alternador de una central hidroeléctrica

### Las centrales hidroeléctricas en el Perú

Conforman, desde el año 2000, el Sistema Interconectado Nacional.

- **El Sistema Interconectado Centro-Norte.** Las principales centrales hidroeléctricas que componen este sistema son:

| Nombres                    | Ubicación    | Potencia         |
|----------------------------|--------------|------------------|
| Carhuaquero                | Cajamarca    | 75 megavatios    |
| Cañón del Pato             | Áncash       | 154 megavatios   |
| Gallito Ciego              | Cajamarca    | 34 megavatios    |
| Santiago Antúnez de Mayolo | Huancavelica | 798 megavatios   |
| Restitución                | Huancavelica | 210 megavatios   |
| Cahua                      | Lima         | 41 megavatios    |
| Huinco                     | Lima         | 262 megavatios   |
| Huancabamba                | Piura        | 0,146 megavatios |
| Pariac                     | Áncash       | 46,07 megavatios |

- **El Sistema Interconectado Sur.** En este sistema se hallan las siguientes centrales hidroeléctricas:

| Nombres       | Ubicación | Potencia         |
|---------------|-----------|------------------|
| Charcani V    | Arequipa  | 136,8 megavatios |
| Machu Picchu  | Cusco     | 110 megavatios   |
| Aricota 1 y 2 | Tacna     | 35,7 megavatios  |
| San Gabán     | Puno      | 110 megavatios   |



Central Hidroeléctrica de Huinco, Lima



# La transmisión de la energía eléctrica

## ¿SABÍAS QUE...?

En una instalación eléctrica es importante conectar todos los aparatos eléctricos a tierra. Esta conexión hace que, si por algún desperfecto, un aparato se vuelve conductor de electricidad, su carga se desvíe a tierra (normalmente al suelo).

La energía eléctrica que se produce en las centrales debe llegar a las casas, fábricas y demás instalaciones para que se pueda utilizar.

## El transporte y la distribución de la electricidad

Para usar la electricidad es necesario llevar la corriente eléctrica desde las centrales productoras hasta los lugares en los que se consume, es decir, es necesario transportarla y distribuirla por los **cables eléctricos**.

La cantidad de energía que se transporta en la unidad de tiempo depende de las características de la línea eléctrica, esto es, del cable.

Para comprender mejor el proceso de transporte y distribución debemos repasar el concepto de **potencia eléctrica**.

La **potencia eléctrica** ( $P$ ) es la energía eléctrica consumida por unidad de tiempo.

Donde:

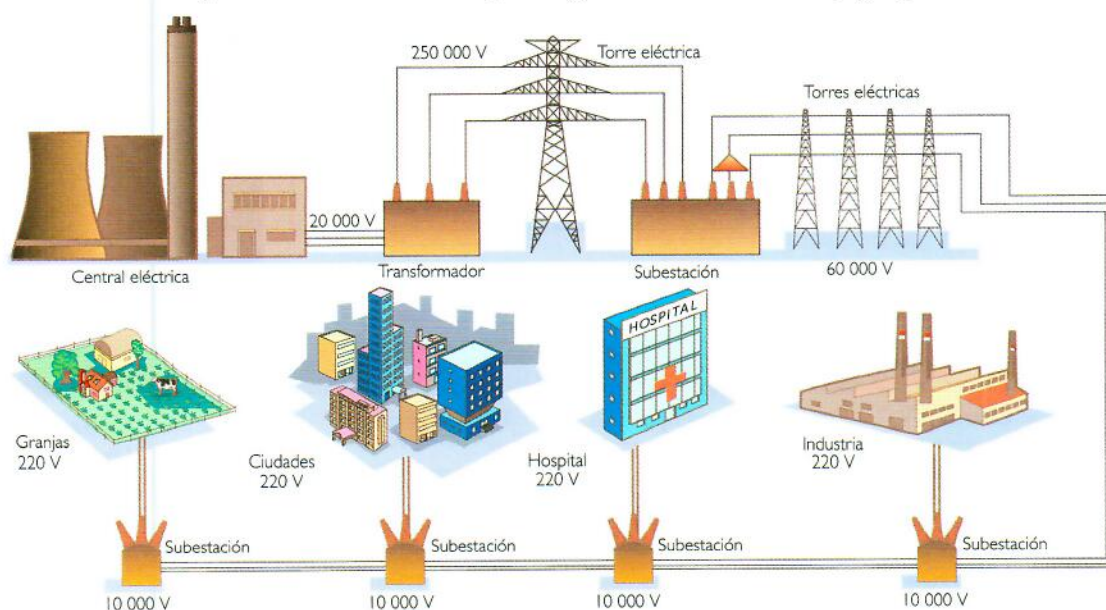
$$P = V \times I$$

$P$ : potencia expresada en J/s, lo que se llama watts o vatios (W).

$V$ : tensión expresada en voltios (V).

$I$ : intensidad expresada en amperes (A).

La electricidad tiene un voltaje a la salida del generador entre 13 000 V y 20 000 V. La transmisión de la energía eléctrica se efectúa elevando previamente el voltaje a unos 250 000 V. La electricidad viaja por cables de alta tensión hasta una subestación cerca de un poblado o ciudad. El voltaje va bajando hasta los 220 V que requieren las viviendas y pequeñas industrias.





## El impacto en el transporte

La energía eléctrica se transporta a través de líneas de alta tensión a lo largo de todo el territorio.

El peligro de que se produzcan descargas e incendios obliga a que no se dejen crecer árboles debajo de las líneas, lo que conlleva un impacto ambiental terrestre. También altera la vida de las aves del lugar.



La corriente que circula por los cables crea efectos magnéticos. En la actualidad, existe un debate sobre si estos efectos pueden producir alteraciones en la salud de los seres vivos que habitan cerca a ellos.

## La distribución y el consumo

La electricidad en el país se distribuye en los núcleos urbanos a una tensión de 220 V por medio de una red de distribución que puede ser aérea o subterránea.

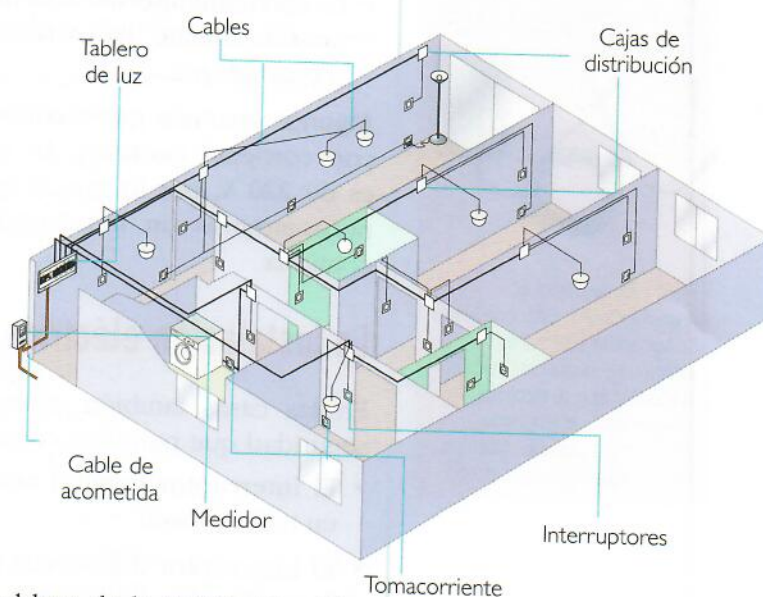
Desde la red distribuidora hasta las viviendas se tiende un cable subterráneo llamado de acometida que llega hasta el medidor de electricidad.

El medidor sirve para cortar el suministro de electricidad cuando sea necesario o para proteger las instalaciones de las viviendas de posibles sobrecargas de tensión. También tiene unos aparatos contadores para medir la electricidad que se consume. Normalmente, está situado fuera de la vivienda.

En el interior de la vivienda, se encuentra el tablero de la instalación eléctrica. En él se aprecia un interruptor general con el que se puede cortar el suministro de electricidad. También hay unos pequeños interruptores, cada uno de los cuales corresponde a los diferentes circuitos en que se distribuye la electricidad por la vivienda.

En una vivienda, por lo general, hay dos circuitos: uno de iluminación y otro de tomacorrientes.

- En el **circuito de iluminación**, se conectan los focos de luz.
- En el **circuito de tomacorrientes**, se enchufan los electrodomésticos.



### PARA REFLEXIONAR

En los últimos años, el ambiente está siendo invadido por el aumento desenfrenado de campos electromagnéticos artificiales (líneas de transporte eléctrico, transformadores, antenas, emisoras de telefonía, radio y televisión, radares, aparatos eléctricos, celulares, teléfonos inalámbricos, etc.), que han añadido nuevos factores de riesgo para la salud de las actuales y futuras generaciones, pudiendo afectar la información genética.

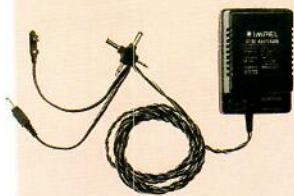
- Comparte con tu familia algunas alternativas para evitar el uso frecuente de aparatos electromagnéticos, como celulares, transformadores, telefonía inalámbrica, etc. Con esto estarás contribuyendo a que haya menos contaminación electromagnética.



# La electricidad en casa

## ¿SABÍAS QUE...?

El voltaje de la corriente que llega a nuestras casas es de 220 V. Pero nosotros empleamos muchos aparatos que necesitan un voltaje más bajo y corriente continua.



Para ello, se utiliza el transformador. Este convierte la corriente alterna en continua y reduce el voltaje de 220 V al que necesita el aparato que estamos manejando; por ejemplo, los videojuegos, una *laptop*, etc.

En nuestras casas hay gran cantidad de aparatos que funcionan mediante la electricidad. La energía eléctrica necesaria para su funcionamiento la obtenemos de los tomacorrientes, pilas y baterías.

## Las corrientes continua y alterna

Existen dos tipos de corriente: la continua y la alterna.

- **La corriente continua.** Las cargas circulan siempre en el mismo sentido. Los aparatos que funcionan con pilas emplean corriente continua.
- **La corriente alterna.** El sentido de la circulación de las cargas se invierte periódicamente. La corriente eléctrica que llega a nuestras casas es corriente alterna.

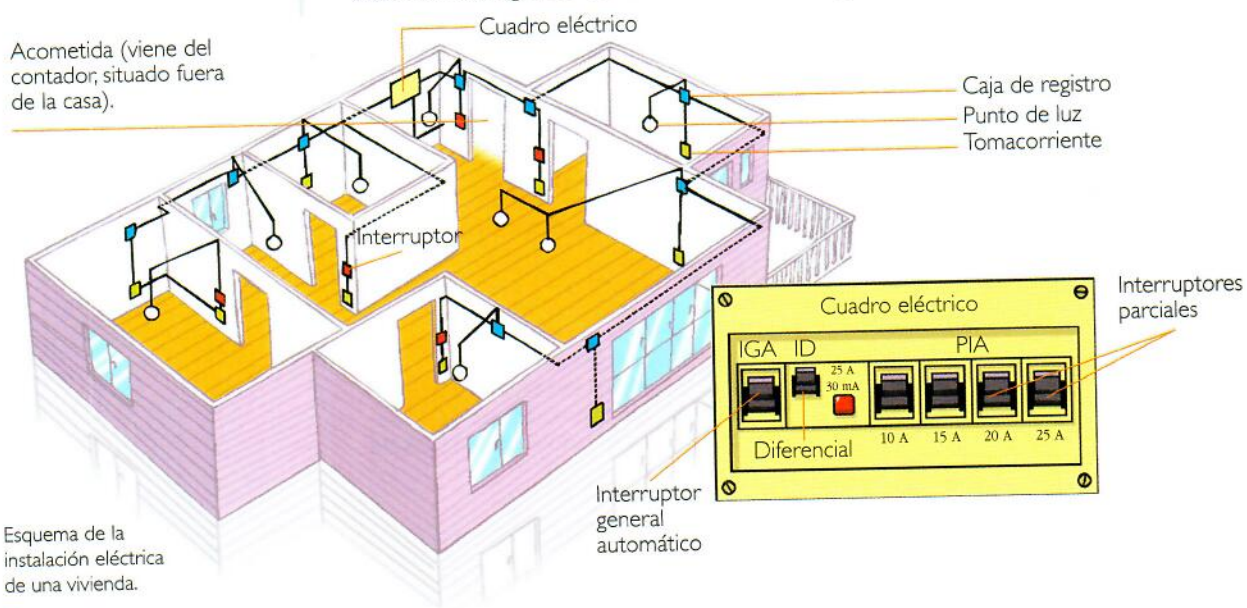
Algunos aparatos que usamos (celular, reproductor de música) funcionan con corriente continua. La corriente alterna que llega a nuestras casas es de 220 V, por lo que si queremos enchufar alguno de estos aparatos, necesitaremos un transformador que convierta la corriente alterna en continua.

## La instalación eléctrica

En las casas también existe un cuadro eléctrico con interruptores de seguridad que permiten controlar la energía eléctrica que circula por ella.

- **El interruptor general automático (IGA).** Sirve para cortar la corriente en toda la casa.
- **El interruptor diferencial (ID).** Corta el suministro de energía si detecta fugas. Puede saltar cuando se produce una gran tormenta o una avería.
- **Los interruptores parciales (PIA).** Permiten desconectar la energía eléctrica en una parte de la casa o en una parte de la instalación.

Acometida (viene del contador, situado fuera de la casa).



Esquema de la instalación eléctrica de una vivienda.



## El recibo de la luz

Las empresas que suministran la energía eléctrica a nuestras casas nos alcanzan periódicamente un recibo en el que nos indican la cantidad de energía que hemos consumido (en kWh) y su costo.

**ESTEVEZ SAÚL**  
UNO 277 MZ.A LT. 18 SAUCES 2A ETR (SURQUILLO)

Para consultas su N° de suministro es: **536288** Recibo N° **14985845** RUC 2018880  
AL CANAL Y MOREVAL 880 000 0000 TELF. 438 5915

| DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO      |             |             |      | DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS |        |
|-------------------------------------|-------------|-------------|------|------------------------------------|--------|
| Cuenta                              | 10-181-1840 | Tarifa      | BT-5 | Consumo mes actual                 | 118.19 |
| Medidor                             | 00564651    | Alimentador | Z-01 | Cargo por mant. y repos.           | 0.53   |
| <b>CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b> |             |             |      | Alumbrado público                  | 6.66   |
| Lectura actual                      | 20072       | (14/07/98)  |      | Mixas                              | 1.48   |
| Lectura anterior                    | 19609       | (12/06/98)  |      | I.G.V.                             | 22.84  |
| Diferencia entre lecturas           | 463         |             |      | Subtotal del mes                   | 149.70 |
| Factor del medidor                  | 1           |             |      |                                    |        |
| Consumo a facturar                  | 463         | kWh         |      |                                    |        |

Su consumo (kWh) en los últimos 13 meses fue:

Feliz Día del Niño "Tensor Domingo de Julio" Juntos Podemos Hacerlos Felices.

Fecha emisión: 15-JUL-98

Cancelar sólo en los lugares indicados al reverso, en ningún caso al mensajero.

**Vencimiento 30-JUL-98** **Total S/. \*\*\*\*\*149.70**

|        |             |             |                       |
|--------|-------------|-------------|-----------------------|
| Secuen | 0188        | 05362881 07 | Total S/. *****149.70 |
| Sumin  | 0536288 1   |             |                       |
| Vencim | 30-JUL-98   |             |                       |
| Cuenta | 10-181-1840 |             |                       |
| Tarifa | BT-5        |             |                       |
| 980714 | *****149.70 |             |                       |
| CHA    |             |             |                       |
| Total  | *****149.70 |             |                       |

05362881 07000000014970

### ¿SABÍAS QUE...?

Algunas recomendaciones a tener en cuenta en caso de un accidente eléctrico.

- En caso de que usted, accidentalmente, sea la descarga a tierra del artefacto eléctrico, debe procurar soltarse y alejarse del mismo.
- Si algún artefacto explota mientras está conectado, interrumpa el suministro de energía y luego desconéctelo.
- Si es otra persona la que está recibiendo la descarga eléctrica, corte el suministro de electricidad, desconecte el artefacto, y si la persona está adherida aún, separe a la víctima con un palo seco. Verifique si respira y si tiene pulso. Realice el auxilio correspondiente y solicite ayuda.

## Las normas básicas de seguridad

La electricidad que manejamos en casa tiene un voltaje muy superior al de una pila. Una descarga de esa electricidad en nuestro cuerpo puede producirnos graves daños. Por eso, es necesario respetar una serie de normas de seguridad en el manejo de la instalación y los aparatos eléctricos:

- Desconectar los aparatos eléctricos antes de manipularlos si no funcionan correctamente.
- No manipular un aparato eléctrico si está mojado o si nosotros lo estamos. Hay que tener especial cuidado con el uso del secador y otros electrodomésticos en el baño.
- Los cables eléctricos deben estar recubiertos de plástico. Si un cable está dañado, hay que desenchufarlo y repararlo.
- Vigilar que los tomacorrientes se encuentren en buen estado.
- Utilizar tomacorrientes con toma de tierra para conectar los aparatos que consumen mucha energía eléctrica (refrigeradora, lavadora, etc.).
- No sobrecargar enchufes, pues pueden recalentarse y producir un incendio.
- Aislar las conducciones eléctricas de las salidas de gases. Si se produjera una chispa eléctrica, podría provocarse un incendio.





# ¿Cuándo surgieron los electrodomésticos?

Como en nuestra vida cotidiana dependemos tanto de los electrodomésticos, a veces nos resulta extraño pensar que existen desde hace muy poco tiempo. Comparados con otros inventos, como las herramientas, que tienen más de 500 000 años de antigüedad, los electrodomésticos existen aproximadamente desde hace apenas 100 años.



Hacia finales del siglo XIX, el inventor británico Cecil Booth presenció una demostración del funcionamiento de un aparato que, para limpiar, dispersaba el polvo, y se le ocurrió que en vez de soplarlo sería mejor succionarlo. Así nació la primera aspiradora mecánica en 1908. Luego, a principios del siglo XX, surgió la primera aspiradora eléctrica.

Las primeras aspiradoras no eran prácticas para el uso doméstico. Por sus grandes dimensiones, no pasaban por las puertas de las casas, y solo se utilizaban para limpiar edificios.



## El ventilador

En 1889, se desarrolló el primer ventilador eléctrico de tres paletas. A pesar de sus ventajas prácticas —eran livianos y portátiles—, su uso masivo se instauró unas cuantas décadas después, puesto que en esa época la electricidad era un lujo al que solo accedía la clase alta.



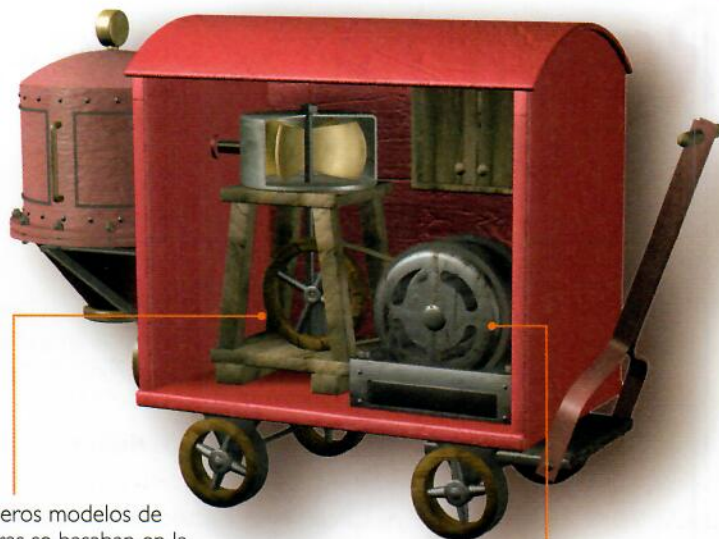




### Los motores eléctricos

Como su nombre indica, los electrodomésticos funcionan gracias a la electricidad. Los primeros motores eléctricos surgieron hacia 1830, con fines puramente científicos.

Luego, se aplicaron a diversos aparatos con fines industriales, hasta que a mediados de 1900 comenzaron a diseñarse motores más pequeños. Actualmente, es posible diseñar artefactos ergonómicos con motores muy pequeños.



Los primeros modelos de aspiradoras se basaban en la instalación de un ventilador eléctrico que se montaba dentro de una caja.

Con el desarrollo y la aplicación de los motores eléctricos a distintos artefactos, surgió en 1917 la primera aspiradora eléctrica.



### La lavadora de ropa

En el siglo XIX era usual lavar la ropa con un artefacto que constaba de un tambor de madera donde se vertía agua y jabón y se sumergía la ropa. Para presionar la ropa y eliminar la suciedad, se accionaba una manivela. Recién en 1915, surgieron en Inglaterra y en Estados Unidos las primeras lavadoras de ropa eléctricas.



### La plancha

Hacia el siglo XV, en Europa se utilizaban dos modelos de plancha de hierro. Uno constaba de un recipiente donde se colocaba carbón caliente. El otro modelo, totalmente de hierro, debía calentarse al fuego hasta que el metal se ponía rojo. Cuando llegó la electricidad, las planchas de hierro fueron sustituidas, poco a poco, por las eléctricas.





# Resumen

## Ideas principales

### LA ELECTRICIDAD Y EL MAGNETISMO

Cada día es mayor el número de personas que en el mundo entero dependen en algún grado de la electricidad para desempeñar sus rutinas diarias. La producción de electricidad a gran escala, debido al descubrimiento del electromagnetismo, ha permitido el desarrollo de la tecnología.

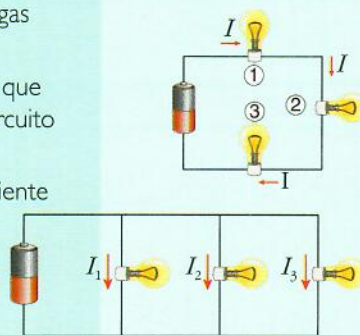
#### La electricidad

- Un cuerpo se puede electrizar por frotamiento, por contacto o por inducción.
- La corriente eléctrica es el movimiento continuo y ordenado de electrones a través de un conductor.
- Mientras que algunos cuerpos son buenos conductores de la electricidad, otros son aislantes.



#### La corriente eléctrica

- La corriente eléctrica consiste en un conjunto de cargas eléctricas que se mueven de forma ordenada.
- Cuando las cargas eléctricas completan un recorrido que les permite volver al punto de partida, se habla de circuito eléctrico.
- Un circuito eléctrico permite la circulación de la corriente eléctrica.
- En un circuito, los elementos que lo componen se pueden disponer de dos maneras: circuitos en serie y circuitos en paralelo.



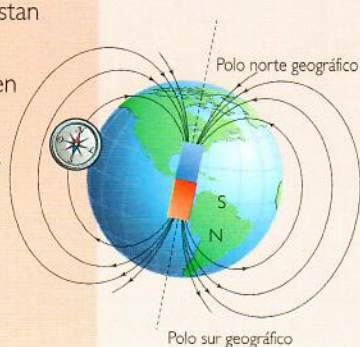
#### El magnetismo

- Los imanes son sustancias que tienen la propiedad de atraer en forma permanente o temporal al hierro, al níquel y al cobalto.
- Hay dos clases de imanes:
  - Imanes naturales. Minerales formados por óxido de hierro, que por su naturaleza presentan propiedades magnéticas.
  - Imanes artificiales. Aleaciones fabricadas de hierro y níquel, que han pasado por un momento de imantación.
- Los imanes presentan las siguientes propiedades: orientación magnética, polos magnéticos y desmagnetización.



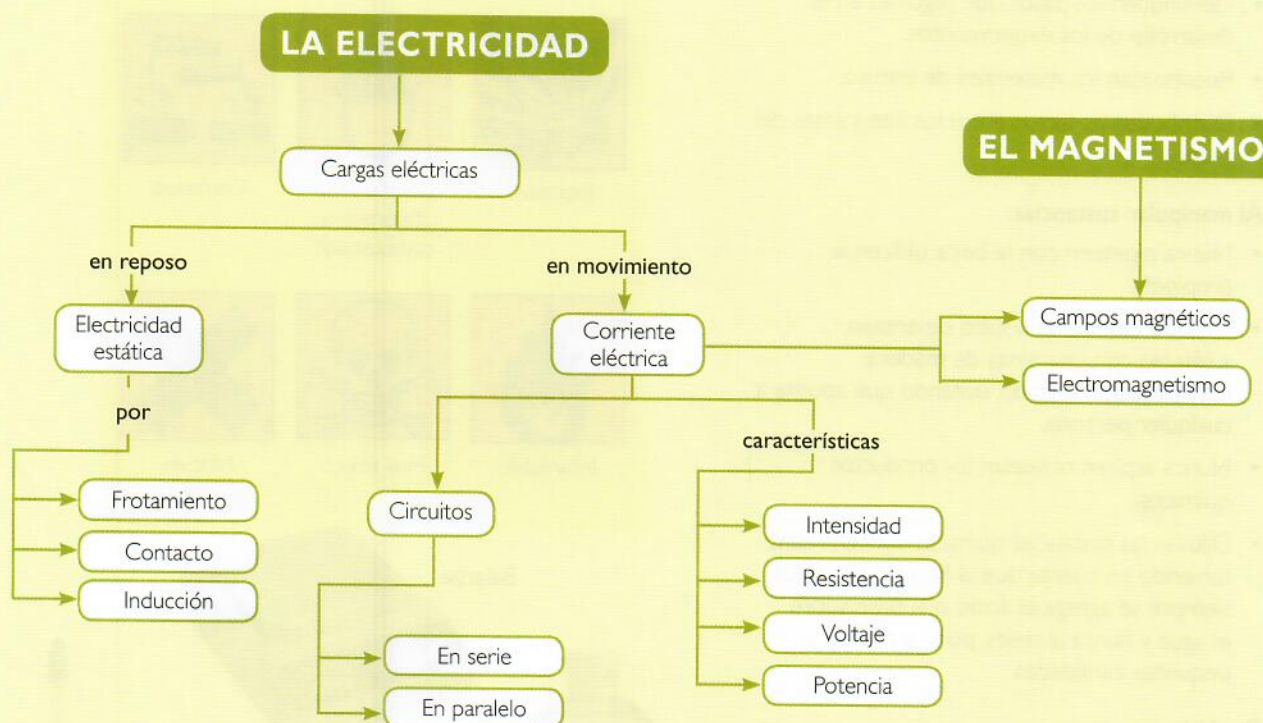
#### El campo magnético

- El campo magnético es la región en la que se manifiestan las fuerzas magnéticas producidas por un imán.
- Las líneas de campo magnético son aquellas que sirven para representar el mencionado campo.
- El campo magnético debe tener una orientación para indicar el sentido en el que este actúa.
- La Tierra es un inmenso imán natural y su efecto magnético se puede notar en la brújula.
- La corriente eléctrica genera magnetismo.
- El magnetismo produce corriente eléctrica.





## Organizador visual: red semántica



### Opciones de consulta

#### Para reforzar

En estas fuentes encontrarás información acerca de la electricidad, el magnetismo y el electromagnetismo. También diferentes actividades didácticas, que reforzarán lo aprendido.

- *La Biblia de la Física y Química*. (2010). Barcelona, España: Lexus editores.
- Ministerio de Educación, Deporte y Cultura de España (s.f.). *Proyecto Biósfera*. Recuperado de <http://www.educacontic.es/blog/simuladores-de-circuitos-electricos-y-electronicos-en-linea>
- Gobierno Bolivariano de Venezuela. (2008). *Rena*. Recuperado de <http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/fisica/Tema16.html>

#### Para ampliar

Chris Gorak (Dir., 2011). *La última noche de la humanidad*.

En esta película, Ben y Sean, dos jóvenes estadounidenses, viajan a Moscú para patentar y comercializar un *software* junto con Skyler, quien los traiciona al vender el producto como suyo. Mientras se encuentran en la ciudad, deciden ir a un club nocturno en el que tenían pensado celebrar la venta del *software*. Allí conocen a Natalie y Anne, quienes contactaron con ellos gracias a la aplicación que crearon. De pronto, se produce un apagón que afecta a todo Moscú. Cuando salen a la calle, contemplan lo que parece ser una aurora boreal. Sin embargo, resultan ser alienígenas que desintegran a todo aquel que se encuentra a su paso con ondas microondas.



# Anexo 1: Seguridad en el laboratorio

## Antes de ingresar al laboratorio:

- Lean toda la práctica propuesta.
- Identifiquen los pasos que seguirán en el desarrollo de los experimentos.
- Reconozcan los materiales de trabajo.
- Distribuyan las tareas entre los integrantes del grupo.

## Al manipular sustancias:

- Nunca pipeteen con la boca: utilicen la propipeta.
- Cuando calienten un tubo de ensayo, sujételo con una pinza de madera. Manténganlo inclinado, evitando que apunte a cualquier persona.
- Nunca aspiren ni huelan los productos químicos.
- Diluyan las sustancias químicas concentradas, teniendo en cuenta que al hacerlo con agua, siempre se agrega el ácido o la base sobre el agua y nunca al revés, poco a poco y en pequeñas cantidades.

## En el laboratorio:

- Observen dónde están las salidas y los equipos de emergencia.
- Realicen solo los experimentos que indique el profesor o profesora.
- Coloquen sobre la mesa solo los materiales, reactivos y equipos necesarios.
- No corran ni jueguen.
- No coman ni beban.
- No manipulen ningún producto desconocido.
- No utilicen materiales de vidrio rotos.
- Utilicen lentes y guantes de seguridad cuando sea necesario.
- Si deja frascos con alguna sustancia en el laboratorio, rotúlenlo con el nombre y su concentración.
- Manejen los aparatos eléctricos con cuidado y nunca con las manos mojadas.
- Lávense bien las manos cuando salgan del laboratorio.
- Al terminar la práctica, dejen el material limpio y ordenado y los productos en su sitio.

## ALGUNAS SEÑALES DE PREVENCIÓN DE RIESGOS



Explosivo



Comburente  
(favorece la combustión)



Corrosivo



Inflamable



Muy tóxico



Nocivo  
o irritante





## MATERIAL BÁSICO DE UN LABORATORIO



Frasco lavador



Gafas de protección



Frascos

Pipeta con dispositivo para pipetear

Probeta



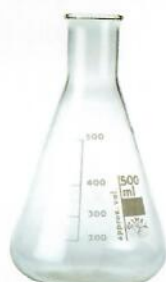
Bureta



Matraz de destilación



Matraz aforado



Matraz de Erlenmeyer



Papel indicador de pH

Papel de filtro

Refrigerante



Abrazaderas



Vidrio de reloj



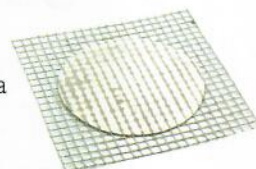
Cabezal de destilación



Pinza metálica



Rejilla



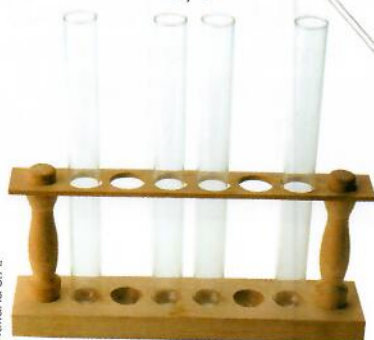
Nueces



Aro



Gradilla con tubos de ensayo



Cuentagotas



Espátula



Varilla de vidrio



Soporte



Mechero Bunsen





# Anexo 2: Tabla periódica

| Periodo | Elementos representativos          |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Elementos de transición       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|         |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1       | 1 A                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1       | [1,007; 1,009]<br>1 H<br>Hidrógeno |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2       | 2 A                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2       | [6,938; 6,997] 3 Li Litio          |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 9,012 4 Be Berilio            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3       | 22,99 11 Na Sodio                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | [24,30; 24,31] 12 Mg Magnesio |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4       | 3 B                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 B                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4       | 39,10 19 K Potasio                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 40,08 20 Ca Calcio            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5       | 44,96 21 Sc Escandio               |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 47,87 22 Ti Titanio           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5       | 50,94 23 V Vanadio                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 52 24 Cr Cromo                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6       | 54,94 25 Mn Manganeso              |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 55,85 26 Fe Hierro            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7       | 58,93 27 Co Cobalto                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8       |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9       |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 24      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 25      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 26      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 28      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 29      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 31      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 32      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 33      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 34      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 35      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 39      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 41      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 42      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 43      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 44      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 45      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 46      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 47      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 48      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 49      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 51      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 52      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 53      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 54      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 56      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 57      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 58      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 59      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 61      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 62      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 63      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 64      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 65      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 66      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 67      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 68      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 69      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 70      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 71      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 72      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 73      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 74      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 75      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 76      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 77      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 78      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 79      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 80      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 81      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 82      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 83      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 84      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 85      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 86      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 88      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 89      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 90      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 91      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 92      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 93      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 94      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 95      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 96      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 97      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 98      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 99      |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 101     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 102     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 103     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 104     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 105     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 106     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 107     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 108     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 109     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 110     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 111     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 112     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 113     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 114     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 115     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 116     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 117     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 118     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 119     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 121     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 122     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 123     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 124     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 125     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 126     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 127     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 128     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 129     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 130     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 131     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 132     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 133     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 134     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 135     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 136     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 137     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 138     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 139     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 140     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 141     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 142     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 143     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 144     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 145     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 146     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 147     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 148     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 149     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 150     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 151     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 152     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 153     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 154     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 155     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 156     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 157     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 158     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 159     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 160     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 161     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 162     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 163     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 164     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 165     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 166     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 167     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 168     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 169     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 170     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 171     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 172     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 173     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 174     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 175     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 176     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 177     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 178     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 179     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 180     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 181     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 182     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 183     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 184     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 185     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 186     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 187     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 188     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 189     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 190     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 191     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 192     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 193     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 194     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 195     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 196     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 197     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 198     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 199     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 200     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 201     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 202     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 203     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 204     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 205     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 206     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 207     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 208     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 209     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 210     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 211     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 212     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 213     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 214     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 215     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 216     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 217     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 218     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 219     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 220     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 221     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 222     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 223     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 224     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 225     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 226     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 227     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 228     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 229     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 230     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 231     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 232     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 233     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 234     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 235     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 236     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 237     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 238     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 239     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 240     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 241     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 242     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 243     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 244     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 245     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 246     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 247     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 248     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 249     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 250     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 251     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 252     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 253     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 254     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 255     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 256     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 257     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 258     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 259     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 260     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 261     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 262     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 263     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 264     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 265     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 266     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 267     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 268     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 269     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 270     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 271     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 272     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 273     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 274     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 275     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 276     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 277     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 278     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 279     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 280     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 281     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 282     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 283     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 284     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 285     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 286     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 287     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 288     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 289     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 290     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 291     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 292     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 293     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 294     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 295     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 296     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 297     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 298     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 299     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 300     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 301     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 302     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 303     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 304     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 305     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 306     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 307     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 308     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 309     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 310     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 311     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 312     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 313     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 314     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 315     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 316     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 317     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 318     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 319     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 320     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 321     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 322     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 323     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 324     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 325     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 326     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 327     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 328     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 329     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 330     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 331     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 332     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 333     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 334     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 335     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 336     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 337     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 338     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 339     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 340     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 341     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 342     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 343     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 344     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 345     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 346     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 347     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 348     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 349     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 350     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 351     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 352     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 353     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 354     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 355     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 356     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 357     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 358     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 359     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 360     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 361     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 362     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 363     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 364     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 365     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 366     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 367     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 368     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 369     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 370     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 371     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 372     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 373     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 374     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 375     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 376     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 377     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 378     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 379     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 380     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 381     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 382     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 383     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 384     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 385     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 386     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 387     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 388     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 389     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 390     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 391     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 392     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 393     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 394     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 395     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 396     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 397     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 398     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 399     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 400     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 401     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 402     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 403     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 404     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 405     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 406     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 407     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 408     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 409     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 410     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 411     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 412     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 413     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 414     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 415     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 416     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 417     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 418     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 419     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 420     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 421     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 422     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 423     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 424     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 425     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 426     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 427     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 428     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 429     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 430     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 431     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 432     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 433     |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

- Metales representativos
- Metales de transición
- No metales
- Gases nobles
- Lantánidos
- Actínidos

|                                       |                                   |                                         |                                      |                                      |                                      |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 57<br>138,9<br><b>* La</b><br>Lantano | 58<br>140,1<br><b>Ce</b><br>Cerio | 59<br>140,9<br><b>Pr</b><br>Praseodimio | 60<br>144,2<br><b>Nd</b><br>Neodimio | 61<br>[145]<br><b>Pm</b><br>Prometio | 62<br>150,4<br><b>Sm</b><br>Samario  |
| 89<br>[227]<br><b>* Ac</b><br>Actinio | 90<br>232,0<br><b>Th</b><br>Torio | 91<br>231,0<br><b>Pa</b><br>Protactinio | 92<br>238,0<br><b>U</b><br>Uranio    | 93<br>[237]<br><b>Np</b><br>Neptunio | 94<br>[244]<br><b>Pu</b><br>Plutonio |



## Elementos representativos

Símbolos:

**Letra azul:** elemento gaseoso.

**Letra negra:** elemento sólido.

**Letra verde:** elemento líquido.

**Letra hueca:** elemento preparado artificialmente.

Símbolos:

Letra azul: elemento gaseoso.

Letra negra: elemento sólido.

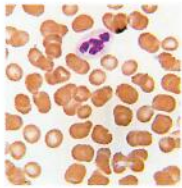
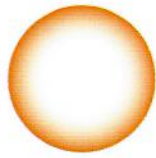
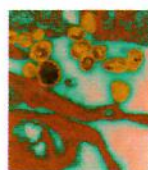
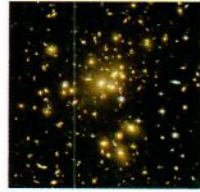
Letra verde: elemento líquido.

Letra hueca: elemento preparado artificialmente.

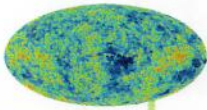
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 18<br>VIII A     |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4,003            |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 He<br>Helio    |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20,18            |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 Ne<br>Neón    |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 39,95            |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 18 Ar<br>Argón   |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 83,80            |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 36 Kr<br>Kriptón |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 131,3            |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54 Xe<br>Xenón   |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 222,0176         |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86 Rn<br>Radón   |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                  |



# Anexo 3: Sistema internacional de unidades

| LONGITUD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | MASA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | TIEMPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metro (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kilogramo (kg)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Segundo (s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Es la distancia recorrida por la luz en el vacío durante un tiempo de 1/299 792 458 segundos.</p> <div>  <p><math>10^{23}</math> m<br/>Molécula de hemoglobina</p> </div> <div>  <p><math>10^{-13}</math> m<br/>Diámetro de un protón</p> </div> <div>  <p><math>10^{-5}</math> m<br/>Paramecio</p> </div> <div>  <p><math>10^2</math> m<br/>Estadio</p> </div> <div>  <p><math>10^4</math> m<br/>Monte Everest</p> </div> <div>  <p><math>10^7</math> m<br/>Diámetro de Venus</p> </div> <div>  <p><math>10^{20}</math> m<br/>Diámetro de la Vía Láctea</p> </div> | <p>Coincide con la masa de un cilindro metálico que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, en París.</p> <div>  <p><math>10^{-18}</math> kg<br/>Virus de la gripe</p> </div> <div>  <p><math>10^{-12}</math> kg<br/>Células humanas</p> </div> <div>  <p><math>10^2</math> kg<br/>Puma</p> </div> <div>  <p><math>10^{-3}</math> kg<br/>Colibrí</p> </div> <div>  <p><math>10^7</math> kg<br/>Torre Eiffel</p> </div> <div>  <p><math>10^{12}</math> kg<br/>Muralla china</p> </div> <div>  <p><math>10^{24}</math> kg<br/>Tierra</p> </div> | <p>Es la duración de 9 192 631 770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio-133.</p> <div>  <p><math>10^{-6}</math> s<br/>Duración de los impulsos de algunos láseres</p> </div> <div>  <p><math>10^{-5}</math> s<br/>Destello de flash</p> </div> <div>  <p>10 s<br/>Récord de 100 m lisos</p> </div> <div>  <p><math>10^3</math> s<br/>Duración de un eclipse de Luna</p> </div> <div>  <p><math>10^7</math> s<br/>1 año</p> </div> <div>  <p><math>10^{21}</math> s<br/>Edad del universo</p> </div> |



| TEMPERATURA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CANTIDAD DE SUSTANCIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | INTENSIDAD DE CORRIENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | INTENSIDAD LUMINOSA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kelvin (K)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Mol (mol)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Amperio (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Candela (cd)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Equivale a la fracción <math>1/273,16</math> de la temperatura del punto triple del agua.</p> <p> 3 K<br/>Radiación de fondo de microondas</p> <p> <math>10^2</math> K<br/>Superficie de Saturno</p> <p> <math>10^3</math> K<br/>Superficie del Sol</p> <p> <math>10^6</math> K<br/>Corona solar</p> <p> <math>10^{10}</math> K<br/>Explosión de supernova</p> <p> <math>10^{32}</math> K<br/>Temperatura en el Big bang</p> | <p>Es la cantidad de sustancia correspondiente a tantas partículas como átomos hay en 0,012 kg de carbono-12.</p> <p> <math>10^{-3}</math> mol<br/>100 mL de gas en C.N.</p> <p> <math>10^{22}</math> mol<br/>Azúcar para un café</p> <p> 10 mol<br/>Vaso de agua</p> <p> <math>10^4</math> mol<br/>1 t de hierro</p> <p> <math>10^{16}</math> mol<br/>Cantidad de <math>\text{CO}_2</math> en la atmósfera terrestre</p> <p> <math>10^{22}</math> mol<br/>Toda el agua de los océanos</p> | <p>Es la intensidad de corriente necesaria en dos hilos rectilíneos separados un metro y por los que circula corriente en sentidos opuestos, para que la fuerza entre ellos sea de <math>2 \times 10^{-7}</math> N por cada metro de longitud.</p> <p> <math>10^{-9}</math> A<br/>Circuitos electrónicos</p> <p> <math>10^{-6}</math> A<br/>Motor de juguete</p> <p> <math>10^{-3}</math> A<br/>Circuitos domésticos o de laboratorio</p> <p> 1 A<br/>Microprocesador</p> <p> 100 A<br/>Arco de soldadura</p> <p> <math>10^5</math> A<br/>Rayo</p> | <p>Es la intensidad luminosa en dirección perpendicular de una superficie de <math>1/600\,000 \text{ m}^2</math> de un cuerpo negro que se encuentra a la temperatura de solidificación del platino (2043 K) a una presión de 101 325 Pa.</p> <p> <math>10^{-4}</math> cd<br/>Papel blanco iluminado</p> <p> 1 cd<br/>Luz de una vela</p> <p> 100 cd<br/>Luz de foco de 100 W</p> <p> <math>10^5</math> cd<br/>Flash fotográfico</p> <p> <math>10^8</math> cd (por <math>\text{m}^2</math>)<br/>Sol</p> |



# Anexo 4: Elementos de la tabla periódica

## BIOELEMENTOS PRINCIPALES

### CARBONO

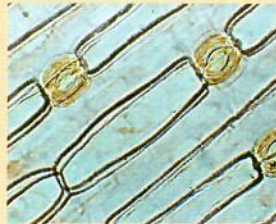
Los átomos de carbono pueden formar enlaces químicos muy estables con otros átomos de carbono o con átomos de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, etc.



Ovocito de cuatro células

### HIDRÓGENO

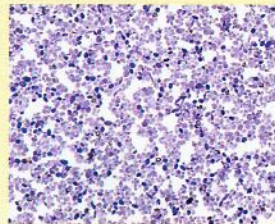
Interviene prácticamente en todos los compuestos orgánicos, junto al carbono, y forma parte del agua, junto al oxígeno.



Epidermis con estomas

### OXÍGENO

Presente en los procesos de respiración y fermentación. Forma parte de las moléculas orgánicas, junto al carbono y al hidrógeno.



Levadura

### NITRÓGENO

Es menos abundante que los anteriores. Forma parte de las proteínas y de las bases nitrogenadas que forman los ácidos nucleicos, las moléculas que almacenan la información genética.



ADN

## BIOELEMENTOS SECUNDARIOS

### AZUFRE

Forma parte de las proteínas. Se encuentra en el pelo o en las uñas.



Garra de un perezoso

### FÓSFORO

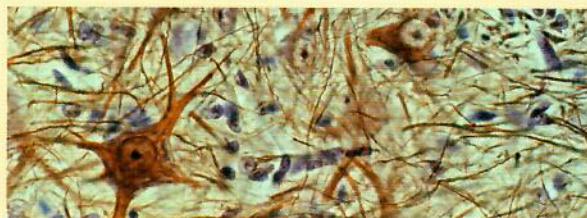
El fósforo forma compuestos con enlaces muy energéticos, lo que permite almacenar la energía liberada durante las reacciones de respiración. También interviene en la formación de lípidos.



Cromosomas: mitosis

### POTASIO

El sodio, en forma de ion  $\text{Na}^+$ , es muy importante en la transmisión de los impulsos nerviosos y el control de la salinidad de una disolución. El potasio, como ion  $\text{K}^+$ , también interviene en la transferencia de los impulsos nerviosos.



Neuronas

### CALCIO

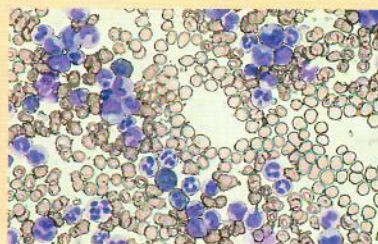
Presente en los huesos, en los caparazones de moluscos y en procesos que determinan la sinapsis entre neuronas. Es vital durante las etapas del crecimiento para una correcta formación del esqueleto.



Nido con huevos de avestruz

### CLORO

Interviene en la regulación de la salinidad de disoluciones y como componente del plasma sanguíneo.



Sangre humana con alta concentración de glóbulos blancos

### MAGNESIO

Forma parte de la clorofila, el pigmento vegetal que hace posible la fotosíntesis en las plantas.



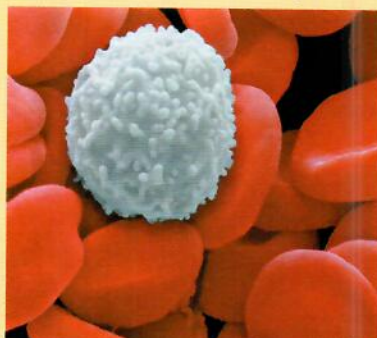
Hojas verdes, clorofila



## OLIGOELEMENTOS

### HIERRO

Es un elemento presente en la hemoglobina, molécula encargada del transporte de gases en la sangre.



Glóbulos rojos y leucocito

### YODO

Es necesario para formar la hormona tiroidea. Su carencia provoca una enfermedad conocida como bocio.



Microfotografía del tiroides

### FLÚOR

Se encuentra en el esmalte de los dientes y también en los huesos.



Dentadura

### COBRE

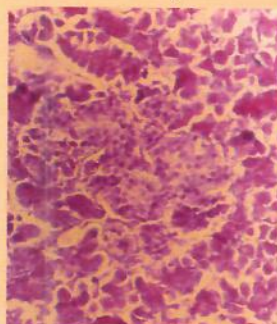
Interviene en la respiración de muchos invertebrados acuáticos.



Cangrejo

### CINC

Abunda en el cerebro y el páncreas. Interviene en el control de la concentración de insulina en la sangre.



Tejidos del páncreas

### MANGANESO

Interviene en la degradación de proteínas y en la formación de huesos y cartílagos.



Radiografía de tibia y pie

### SILICIO

Proporciona rigidez a los tallos de las gramíneas.



Campo de trigo

## OTROS ELEMENTOS

### ARGÓN



Ar

Este gas inerte e incoloro se emplea en los focos. No se conocen compuestos químicos de argón. Está presente en el aire en pequeña cantidad (1 % aproximadamente).

### COBALTO



Co

Se emplea para elaborar aleaciones metálicas en la industria aeroespacial, en la fabricación de imanes, etc. También se usa en medicina, en tratamientos contra el cáncer (cobalto-60).

### AZUFRE



S

Se encuentra en meteoritos, volcanes y algunos minerales, como la galena. Es insoluble en el agua, pero aun así esencial para la vida, pues forma parte de numerosos compuestos orgánicos. Los óxidos de azufre ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ) son contaminantes.

### MERCURIO



(Hg)

Es un metal líquido a la temperatura ambiente, brillante y muy denso. Se obtiene a partir del cinabrio. Aunque es tóxico, tiene numerosas aplicaciones: termómetros, barómetros, lámparas, amalgamas empleadas por los dentistas.



# Anexo 5: Elementos químicos por orden alfabético

| Elementos  | Símbolos | Números atómicos | Masas atómicas |
|------------|----------|------------------|----------------|
| Actinio    | Ac       | 89               | (227)          |
| Aluminio   | Al       | 13               | 27,0           |
| Americio   | Am       | 95               | (243)          |
| Antimonio  | Sb       | 51               | 121,7          |
| Argón      | Ar       | 18               | 39,9           |
| Arsénico   | As       | 33               | 74,9           |
| Astato     | At       | 85               | (210)          |
| Azufre     | S        | 16               | 32,0           |
| Bario      | Ba       | 56               | 137,3          |
| Berilio    | Be       | 4                | 9,0            |
| Berkelio   | Bk       | 97               | (247)          |
| Bismuto    | Bi       | 83               | 208,9          |
| Boro       | B        | 5                | 10,8           |
| Bohrio     | Bh       | 107              | (262)          |
| Bromo      | Br       | 35               | 79,9           |
| Cadmio     | Cd       | 48               | 112,4          |
| Calcio     | Ca       | 20               | 40,0           |
| Californio | Cf       | 98               | (251)          |
| Carbono    | C        | 6                | 12,0           |
| Cerio      | Ce       | 58               | 140,1          |
| Cesio      | Cs       | 55               | 132,9          |
| Cinc       | Zn       | 30               | 65,4           |
| Circonio   | Zr       | 40               | 91,2           |
| Cloro      | Cl       | 17               | 35,5           |
| Cobalto    | Co       | 27               | 58,9           |
| Cobre      | Cu       | 29               | 63,5           |
| Cromo      | Cr       | 24               | 52,0           |
| Curio      | Cm       | 96               | (247)          |
| Disproso   | Dy       | 66               | 162,5          |
| Dubnio     | Db       | 105              | 262            |
| Einsteinio | Es       | 99               | (254)          |
| Erbio      | Er       | 68               | 167,3          |
| Escandio   | Sc       | 21               | 44,9           |
| Estaño     | Sn       | 50               | 118,7          |
| Estroncio  | Sr       | 38               | 87,6           |
| Europio    | Eu       | 63               | 151,9          |
| Fermio     | Fm       | 100              | (253)          |
| Flúor      | F        | 9                | 19,0           |
| Fósforo    | P        | 15               | 31,0           |
| Francio    | Fr       | 87               | (223)          |
| Gadolinio  | Gd       | 64               | 157,2          |
| Galio      | Ga       | 31               | 69,7           |
| Germanio   | Ge       | 32               | 72,6           |
| Hafnio     | Hf       | 72               | 178,5          |
| Hassio     | Hs       | 108              | (265)          |
| Helio      | He       | 2                | 4,0            |
| Hidrógeno  | H        | 1                | 1,0            |
| Hierro     | Fe       | 26               | 55,8           |
| Holmio     | Ho       | 67               | 164,9          |
| Indio      | In       | 49               | 114,8          |
| Iridio     | Ir       | 77               | 192,2          |
| Iterbio    | Yb       | 70               | 173,0          |
| Itrio      | Y        | 39               | 88,9           |
| Kriptón    | Kr       | 36               | 83,8           |
| Lantano    | La       | 57               | 138,9          |

| Elementos             | Símbolos | Números atómicos | Masas atómicas |
|-----------------------|----------|------------------|----------------|
| Laurencio             | Lr       | 103              | (257)          |
| Litio                 | Li       | 3                | 6,9            |
| Lutecio               | Lu       | 71               | 174,9          |
| Magnesio              | Mg       | 12               | 24,3           |
| Manganeso             | Mn       | 25               | 54,0           |
| Meitnerio             | Mt       | 109              | (266)          |
| Mendelevio            | Md       | 101              | (256)          |
| Mercurio              | Hg       | 80               | 200,5          |
| Molibdeno             | Mo       | 42               | 95,9           |
| Neodimio              | Nd       | 60               | 144,2          |
| Neón                  | Ne       | 10               | 20,1           |
| Neptunio              | Np       | 93               | (237)          |
| Niobio                | Nb       | 41               | 92,9           |
| Níquel                | Ni       | 28               | 58,7           |
| Nitrógeno             | N        | 7                | 14,0           |
| Nobelio               | No       | 102              | (256)          |
| Oro                   | Au       | 79               | 196,9          |
| Osmio                 | Os       | 76               | 190,2          |
| Oxígeno               | O        | 8                | 16,0           |
| Paladio               | Pd       | 46               | 106,4          |
| Plata                 | Ag       | 47               | 107,9          |
| Platino               | Pt       | 78               | 195,1          |
| Plomo                 | Pb       | 82               | 207,2          |
| Plutonio              | Pu       | 94               | (242)          |
| Polonio               | Po       | 84               | (210)          |
| Potasio               | K        | 19               | 39,1           |
| Praseodimio           | Pr       | 59               | 140,9          |
| Prometio              | Pm       | 61               | (147)          |
| Protactinio           | Pa       | 91               | (231)          |
| Radio                 | Ra       | 88               | (226)          |
| Radón                 | Rn       | 86               | (222)          |
| Renio                 | Re       | 75               | 186,2          |
| Rodio                 | Rh       | 45               | 102,9          |
| Rubidio               | Rb       | 37               | 85,5           |
| Rutenio               | Ru       | 44               | 101,1          |
| Rutherfordio          | Rf       | 104              | 261            |
| Samario               | Sm       | 62               | 150,3          |
| Seaborgio             | Sg       | 106              | (263)          |
| Selenio               | Se       | 34               | 78,9           |
| Silicio               | Si       | 14               | 28,0           |
| Sodio                 | Na       | 11               | 22,9           |
| Talio                 | Tl       | 81               | 204,3          |
| Tantalio              | Ta       | 73               | 180,9          |
| Tecnecio              | Tc       | 43               | 99             |
| Teluro                | Te       | 52               | 127,6          |
| Terbio                | Tb       | 65               | 158,9          |
| Titanio               | Ti       | 22               | 47,9           |
| Torio                 | Th       | 90               | 232,0          |
| Tulio                 | Tm       | 69               | 168,9          |
| Uranio                | U        | 92               | 238,0          |
| Vanadio               | V        | 23               | 50,9           |
| Wolframio (Tungsteno) | W        | 74               | 183,8          |
| Xenón                 | Xe       | 54               | 131,3          |
| Yodo                  | I        | 53               | 126,9          |



# Anexo 6: Cuadro comparativo de nomenclatura para compuestos inorgánicos

En el siguiente cuadro se indican los nombres más difundidos para algunos compuestos orgánicos. Los sistemas de nomenclatura recomendados por la IUPAC, sistemático y Stock facilitan la comprensión de la fórmula, principalmente en los compuestos más simples, pero no resultan aplicables a muchos otros.

| Función química |                     | Ejemplos                       | Nomenclatura tradicional | Nomenclatura sistemática | Nomenclatura Stock       |
|-----------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Óxidos          | Óxido básico        | FeO                            | Óxido ferroso            | Monóxido de hierro       | Óxido de hierro (II)     |
|                 |                     | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Óxido férrico            | Trióxido de hierro       | Óxido de hierro (III)    |
|                 | Óxido ácido         | CO                             | Anhidrido carbonoso      | Monóxido de carbono      | Óxido de carbono (II)    |
|                 |                     | CO <sub>2</sub>                | Anhidrido carbónico      | Dióxido de carbono       | Óxido de carbono (IV)    |
| Hidróxidos      |                     | CuOH                           | Hidróxido cuproso        | Monohidróxido de cobre   | Hidróxido de cobre (I)   |
|                 |                     | Cu(OH <sub>2</sub> )           | Hidróxido cúprico        | Dihidróxido de cobre     | Hidróxido de cobre (II)  |
| Ácidos          | Ácido oxácido       | H <sub>2</sub> SO <sub>2</sub> | Ácido hiposulfuroso      | No se aplica             | Hiposulfito de hidrógeno |
|                 |                     | H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> | Ácido sulfuroso          |                          | Sulfito de hidrógeno     |
|                 |                     | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Ácido sulfúrico          |                          | Sulfato de hidrógeno     |
|                 | Ácido hidrácido     | H <sub>2</sub> S               | Ácido sulfhídrico        | No se aplica             | Sulfuro de hidrógeno     |
| Hidruros        | Hidruro metálico    | CuH                            | Hidruro cuproso          | Monohidruro de cobre     | Hidruro de cobre (I)     |
|                 |                     | CuH <sub>2</sub>               | Hidruro cúprico          | Dihidruro de cobre       | Hidruro de cobre (II)    |
|                 | Hidruro no metálico | HBr                            | Bromuro de hidrógeno     | Hidruro de bromo         | Bromuro de hidrógeno     |
| Sales           | Sal oxisal          | KNO <sub>2</sub>               | Nitrito de potasio       | No se aplica             | Nitrito de potasio       |
|                 |                     | KNO <sub>3</sub>               | Nitrato de potasio       |                          | Nitrato de potasio       |
|                 | Sal haloidea        | PbS                            | Sulfuro plumboso         | No se aplica             | Sulfuro de plomo (II)    |
|                 |                     | PbS <sub>2</sub>               | Sulfuro plúmbico         |                          | Sulfuro de plomo (IV)    |



# Glosario científico

## Aceite esencial

Sustancia líquida formada por la mezcla de hidrocarburos. Se asemeja mucho por sus caracteres físicos a las grasas, pero se distingue de ellas por ser muy volátil. Los aceites esenciales suelen tener un olor penetrante y son extraídos de algunas plantas.

## Actinidos

Elementos químicos con números atómicos comprendidos entre el 90 y el 103.

## Alotropía

Propiedad de algunos elementos químicos para formar estructuras moleculares diferentes, como el oxígeno (oxígeno atmosférico,  $O_2$ , y ozono,  $O_3$ ), o con características físicas distintas, como el fósforo (fósforo rojo y fósforo blanco) y el carbono (grafito y diamante).

## Antracita

Carbón fósil seco, poco grasoso, que arde con dificultad y sin aglutinarse.

## ATP

Trifosfato de adenosina o adenosín trifosfato. Molécula que consta de una purina (adenina), un azúcar (desoxirribosa) y tres grupos fosfato. Almacena energía en los enlaces que unen los grupos fosfato y la libera cuando uno o dos de los fosfatos se separan de ella.

## Cadaverina

Amina alifática que se produce en la degradación de las proteínas y es la causa del hedor de los cadáveres.

## Carbonoide

Es el nombre del grupo 14, también conocido como grupo del carbono, pues este elemento lo encabeza. Pertenecen también a este grupo los elementos silicio, germanio, estaño y plomo.

## Catión

Ión con carga positiva, es decir, con defecto de electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo.

## Celda electrolítica

Dispositivo en que se efectúa la electrólisis.

## Cuanto

Salto que experimenta la energía de un corpúsculo cuando absorbe o emite radiación. Es proporcional a la frecuencia de esta última.

## Efecto Tyndall

Fenómeno que ayuda, por medio de la dispersión de la luz, a determinar si una mezcla homogénea es realmente una solución o un sistema coloidal, como suspensiones o emulsiones.

## Enantiómero

Isómero óptico que representa imágenes especulares que no se pueden superponer.

## Enlace glucosídico

Enlace que une monosacáridos para formar disacáridos o polisacáridos.

## Floculación

Proceso que consiste en la agitación de la masa coagulada para permitir la aglomeración de sus partículas. La finalidad de este proceso es aumentar su tamaño y su peso para que puedan sedimentar con facilidad.

## Hibridación

Combinación de orbitales de un átomo para formar nuevos enlaces covalentes, estos son más estables.

## Hidrofílico

Cualidad de una sustancia que tiene afinidad con el agua.

## Lantánidos

Son los elementos de transición interna, con números atómicos comprendidos entre el 57 y el 71. A este grupo de elementos se los denomina también tierras raras.

## Metal alcalinotérreo

A este grupo pertenecen los elementos del grupo 2 de la tabla periódica: berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario, radio.

## Nitrogenoide

Es el grupo 15 de elementos de la tabla periódica, son muy reactivos a altas temperaturas. Los nitrogenoides suelen formar enlaces covalentes entre el N y el P y enlaces iónicos entre Sb y el Bi.

## Onda electromagnética

Onda que tiene un componente de campo eléctrico y otro de campo magnético.

## Ósmosis

Difusión del agua a través de una membrana semipermeable.

## Polimerización

Reacción química que une varias moléculas básicas o monómeros para formar una macromolécula.

## Putrescina

Compuesto químico orgánico  $NH_2(CH_2)_4NH_2$  (1,4 diaminobutano o butanoamina) que se produce al pudrirse la carne, dándole un olor característico.

## Rayo catódico

Haz de electrones de dirección e intensidad controladas, que al incidir sobre una pantalla electroluminiscente reproduce gráficos e imágenes.

## Rayos X

Ondas electromagnéticas extraordinariamente penetrantes que atraviesan ciertos cuerpos, producidas por la emisión de los electrones internos del átomo. Originan impresiones fotográficas y se utilizan en medicina como medio de investigación y de tratamiento.

## Saponificación

Reacción de un triglicérido con una base fuerte (NaOH o KOH). Los productos son jabón y glicerina.

## Sintético

Cualidad de un producto obtenido por procedimientos industriales, generalmente una síntesis química, que reproduce la composición y las propiedades de algunos cuerpos naturales.

## Solvatación

Proceso por el cual un ion o una molécula son rodeados por el solvente de una manera específica.

## Teoría cuántica

Teoría formulada por el físico alemán Max Planck, conocida también como mecánica ondulatoria y física cuántica. Es la rama de la física que explica el comportamiento de la materia a escala muy pequeña.

## Toxicología

Ciencia que describe y analiza los efectos perjudiciales de las sustancias en los seres vivos.

## Volátil

Cualidad de un líquido que se transforma espontáneamente en vapor.



# Bibliografía y sitios web

- Altea. (2007). *Grandes inventos*. Madrid: Altea.
- Ausbel, D., Novac, J., Hanesian, H. (2009). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. México D.F.: Alfaomega.
- Begon, M., Colin, R., Harper, J. (2006). *Ecology* (4.<sup>a</sup> ed.). United Kingdom: Blackwell Publishing.
- Burns, R. (2003). *Fundamentos de la química*. México D.F.: Pearson Educación.
- Campbell N., y Reece, J. (2007). *Biología*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Chang, R. (2010). *Química*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Departamento editorial. (2011). *Química orgánica*. Lima: Editorial.
- Departamento editorial. (2011). *Química inorgánica*. Lima: Editorial.
- Díaz F., y Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México D.F.: McGraw Hill.
- Hewitt, P. (2007). *Física conceptual*. México D.F.: Pearson Educación.
- Jiménez, M., Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., y De Pro, A. (2007). *Enseñar ciencias*. Barcelona, España: Graó.
- La biblia de la física y química. (2010). Barcelona, España: Lexus editores.
- La biblia de las ciencias naturales. (2010). Lima: Lexus editores.
- La sismología en Sudamérica y los mecanismos de prevención y mitigación del peligro y riesgo sísmico. Homenaje a Alberto Giesecke*. (2011). Lima: Museo Andrés del Castillo.
- Nabors, M. (2011). *Introducción a la botánica*. Madrid, España: Pearson.
- Plantas medicinales del Perú. Taxonomía, ecogeografía, fenología y etnobotánica. (2011). Lima: Asamblea Nacional de Rectores.
- Pulido, V. (2013). *Ecología general y del Perú*. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Timberlake, K., y Timberlake, W. (2013). *Química*. México D. F.: Pearson Educación.
- Walker, T. (2000). *Microbiología*. México D. F.: McGraw-Hill.
- Educaplus. (s.f.). *Portal principal*. Recuperado de <http://www.educaplus.org/>
- EducaRed. Fundación Telefónica. (2011). *Biblioteca Virtual EducaRed*. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.educared.org/>
- Eroski consumer. (s.f.). *Portal principal*. Recuperado de [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2012/01/30/206364.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2012/01/30/206364.php)
- Fernández, M. I. (2008). *Educatur blog*. Recuperado de <http://blog.educatur.es/eureka/4%C2%BA-fyq/13-quimica-del-carbono/>
- Gotas de la solidaridad. (s.f.) *Portal principal*. Recuperado de <http://alianzaporelagua.org/gotasdesolidaridad/que-puedes-hacer-tu>
- Instituto Geofísico del Perú. (s.f.). *Portal principal*. Recuperado de [http://www.igp.gob.pe/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=63&Itemid=86&lang=es](http://www.igp.gob.pe/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=86&lang=es)
- Jiménez, P. M. (2004). *La manzana de Newton*. Recuperado de [http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/quimica/lmn\\_qui\\_fch13.html](http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/quimica/lmn_qui_fch13.html)
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (s.f.). *Proyecto Biosfera*. Recuperado de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos2.htm>
- Tianguis de Física. (2011). *Experimentos*. Recuperado de <http://www.tianguisdefisica.com/mapa.htm>
- Torok, S., y Holper, P. (2005). *Ciencia alucinante*. Recuperado de <http://www.librosmaravillosos.com/cienciaalucinante/index.html>
- Universidad de Valladolid. (s.f.). *Formulación y nomenclatura. Química inorgánica*. Recuperado de <http://www.eis.uva.es/~qgintro/nomen/nomen.html>



## EL ACUERDO NACIONAL

El 22 de julio de 2002, los representantes de las organizaciones políticas, religiosas, del Gobierno y de la sociedad civil firmaron el compromiso de trabajar, todos, para conseguir el bienestar y desarrollo del país. Este compromiso es el Acuerdo Nacional.

El acuerdo persigue cuatro objetivos fundamentales. Para alcanzarlos, todos los peruanos de buena voluntad tenemos, desde el lugar que ocupemos o el rol que desempeñemos, el deber y la responsabilidad de decidir, ejecutar, vigilar o defender los compromisos asumidos. Estos son tan importantes que serán respetados como políticas permanentes para el futuro.

Por esta razón, como niños, niñas, adolescentes o adultos, ya sea como estudiantes o trabajadores, debemos promover y fortalecer acciones que garanticen el cumplimiento de esos cuatro objetivos que son los siguientes:

### 1. Democracia y Estado de Derecho

La justicia, la paz y el desarrollo que necesitamos los peruanos sólo se pueden dar si conseguimos una verdadera democracia. El compromiso del Acuerdo Nacional es garantizar una sociedad en la que los derechos son respetados y los ciudadanos viven seguros y expresan con libertad sus opiniones a partir del diálogo abierto y enriquecedor; decidiendo lo mejor para el país.

### 2. Equidad y Justicia Social

Para poder construir nuestra democracia, es necesario que cada una de las personas que conformamos esta socie-

dad, nos sintamos parte de ella. Con este fin, el Acuerdo promoverá el acceso a las oportunidades económicas, sociales, culturales y políticas. Todos los peruanos tenemos derecho a un empleo digno, a una educación de calidad, a una salud integral, a un lugar para vivir. Así, alcanzaremos el desarrollo pleno.

### 3. Competitividad del País

Para afianzar la economía, el Acuerdo se compromete a fomentar el espíritu de competitividad en las empresas, es decir, mejorar la calidad de los productos y servicios, asegurar el acceso a la formalización de las pequeñas empresas y sumar esfuerzos para fomentar la colocación de nuestros productos en los mercados internacionales.

### 4. Estado Eficiente, Transparente y Descentralizado

Es de vital importancia que el Estado cumpla con sus obligaciones de manera eficiente y transparente para ponerse al servicio de todos los peruanos. El Acuerdo se compromete a modernizar la administración pública, desarrollar instrumentos que eliminen la corrupción o el uso indebido del poder. Asimismo, descentralizar el poder y la economía para asegurar que el Estado sirva a todos los peruanos sin excepción.

Mediante el Acuerdo Nacional nos comprometemos a desarrollar maneras de controlar el cumplimiento de estas políticas de Estado, a brindar apoyo y difundir constantemente sus acciones a la sociedad en general.