

EGB 3

Estrada
Entender

Lengua 7

Lengua 8

Lengua 9

Ciencias Naturales 7

Ciencias Naturales 8

Ciencias Naturales 9

Matemática 7

Matemática 8

Matemática 9

Ciencias Sociales 7

Ciencias Sociales 8

Ciencias Sociales 9

EGB 3
Estrada
Entender

o

Ciencias Naturales

e

EGB 3

Estrada
Entender

Ciencias Naturales

Valeria Berler

Andrea Burgin

Silvia Consoni

Beatriz Enisabella

Cristina Landi

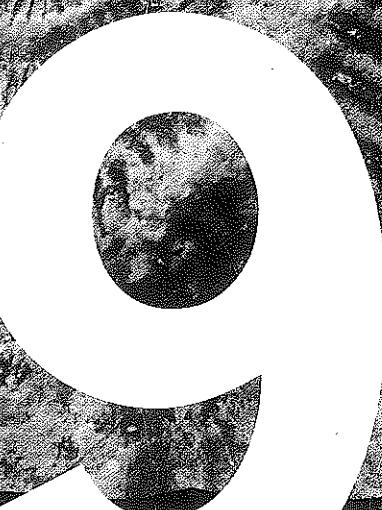
Andrea Marco

Omar Otero Mac Dougall

Maria Verónica Rocetti

Mari Sapp

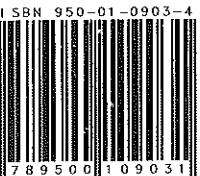
Roberto Venero



Estrada
www.estrada.com.ar



Cód. 1915.4

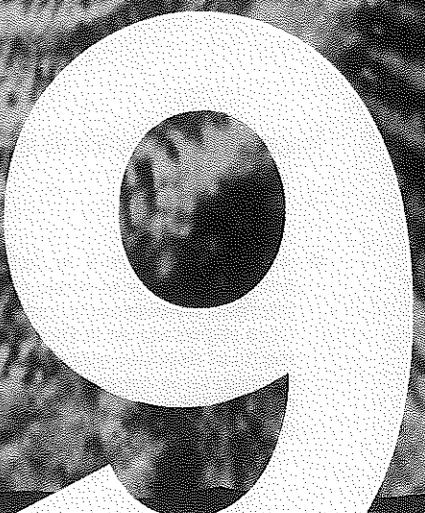


e Estrada

Antonia S. Chaque
PROFESORA DE BIOLOGIA

EGB 3
Estrada
Entender

Ciencias Naturales



e Estrada





Ciencias Naturales 9 - Serie Entender es un proyecto para el Tercer Ciclo de la Enseñanza General Básica, ideado y realizado por el Departamento Editorial de Ángel Estrada y Cia. S. A.

Corrección: Mónica Graziolo.

Fotografía: Silvia Gabarrot, Marcelo Perinetti, Carlos Tabachnik, Pablo Picca, Mario Ravaglia y archivo de Editorial Estrada.

Documentación: Consuelo Rodriguez Egaña.

Diseño de tapa e interior: Sandra García.

Realización gráfica: Miguel Torres.

Ilustraciones: Martín Bustamante, Nelson Castro y Guillermo Geraghty.

Infografías: Alejandro Zabalo.

Asistencia en el Departamento de Diseño: Carlos Rodríguez y Rodrigo Carreras.

Preprensa: Carlos Rodríguez.

Agradecemos la colaboración del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", del Instituto "San Cayetano", de Liniers, y de los geólogos Favián Leynaud, María Fernanda Guido, Eduardo Piovano y Jorge Saadi.

Imagen de tapa: fotografía de un fósil de ammonites.

© Ángel Estrada y Cia. S. A., 2004.
Bolívar 462, Buenos Aires, Argentina.
Internet: www.estrada.com.ar
Obra registrada en la Dirección Nacional del Derecho de Autor.
Hecho el depósito que marca la Ley 11.723.
Impreso en la Argentina.
Printed in Argentina.
ISBN 950-01-0903-4

PROHIBIDA LA FOTOCOPIA (Ley 11.723). El editor se reserva todos los derechos sobre esta obra, la que no puede reproducirse total o parcialmente por ningún método gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo el de fotocopiado, el de registro magnetofónico o el de almacenamiento de datos, sin su expreso consentimiento.

Primera edición.
Esta obra se terminó de imprimir en febrero de 2004, en los talleres de Quebecor World Argentina S. A., Ruta 8, km 60, Pilar, provincia de Buenos Aires, Argentina.



Ciencias Naturales



Jefe de Ediciones:

Prof. Diego Di Vincenzo.

Autores:

Valeria Berler (Biología).
Andrea Burgin (Biología).
Silvia Consoni (Química y Física).
Beatriz Ensabella (Geología).
Cristina Landi (Química y Física).
Andrea Marcó (Biología).
Omar Otero Mac Dougall (Biología).
María Verónica Roccelli (Biología).
Mari Sapp (Geología).
Roberto Venero (Física y Astronomía).

Editor:

Alejandro Palermo, con la colaboración de Ignacio Miller.

Coordinadora del Departamento de Diseño:

Sandra García.

Índice

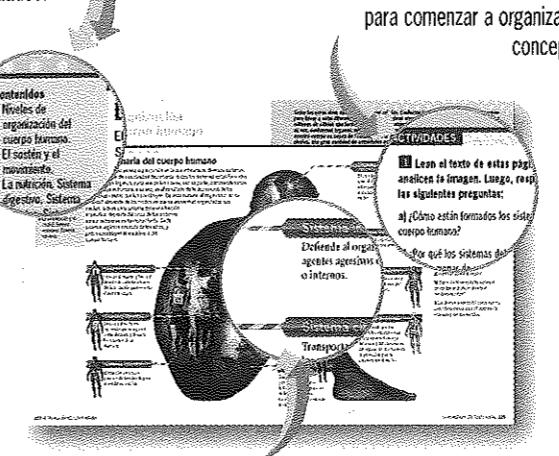
Para aprovechar este libro	7
1. El origen y la evolución del universo	8
Las galaxias y los cúmulos de galaxias	10
Las estrellas	10
La evolución de las estrellas	12
El Sol y el sistema solar	12
La expansión del universo	14
La teoría del Big Bang	14
Los primeros instantes del universo	16
La formación de las galaxias y de las estrellas	16
El futuro del universo	18
Misterios no resueltos del universo	18
La vida en el sistema solar	20
La vida en la galaxia	20
TEMAS Y PROBLEMAS	22
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	23
ACTIVIDADES FINALES	24
2. Las eras geológicas	26
La noción de tiempo geológico	28
La medición del tiempo geológico	28
La formación de la Tierra	30
El origen de la vida	30
Las etapas en la historia de la Tierra	32
La era precámbrica	32
La era paleozoica	32
La era mesozoica	34
La era cenozoica	34
La era cuaternaria	34
TEMAS Y PROBLEMAS	36
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	37
ACTIVIDADES FINALES	38
3. Las rocas y los minerales	40
Los materiales de la corteza terrestre	42
Los minerales y las rocas en la historia	42
Los minerales	44
La clasificación de los minerales	44
Las rocas ígneas	46
Tipos de rocas ígneas	46
Las rocas metamórficas	48
Los factores del metamorfismo	48
Las rocas sedimentarias	50
Las rocas sedimentarias y el registro geológico	50
TEMAS Y PROBLEMAS	52
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	53
ACTIVIDADES FINALES	54
4. Fuerzas y movimientos	56
El principio de inercia	58
Las fuerzas y el equilibrio	58
Las fuerzas y la aceleración	60
La masa	60
Ejemplos de aplicación	62
El peso y la masa	62
El principio de acción y reacción	64
Tipos de fuerzas	64
TEMAS Y PROBLEMAS	66
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	67
ACTIVIDADES FINALES	68
5. La energía	72
El trabajo mecánico	74
La energía	74
La energía cinética	76
La energía potencial	76
Otras formas de energía	78
El principio de trabajo y energía	78
La conservación de la energía	80
La potencia	80
TEMAS Y PROBLEMAS	82
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	83
ACTIVIDADES FINALES	84
6. La electricidad	88
Las cargas eléctricas	90
Materiales conductores y aislantes	90
El voltaje	92
La resistencia	92
La medición de la corriente eléctrica	94
La Ley de Ohm	94
El circuito con resistencias en serie	96
El circuito con dos resistencias en paralelo	96
TEMAS Y PROBLEMAS	98
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	99
ACTIVIDADES FINALES	100

7. Oscilaciones y ondas	104
Las ondas	106
Clasificación de las ondas	106
Las ondas electromagnéticas	108
Tipos de ondas electromagnéticas	108
La luz: ¿ondas o partículas?	110
Desde Newton hasta nuestros días	110
La interferencia y la difracción	112
La polarización de la luz	112
TEMAS Y PROBLEMAS	114
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	115
ACTIVIDADES FINALES	116
8. El átomo	118
El átomo y sus componentes	120
Número atómico y número másico. Los isótopos	120
Los modelos atómicos	122
La regla del octeto	122
El modelo atómico moderno	124
La distribución de los electrones y la tabla periódica	124
La teoría atómico-molecular	126
Masa atómica y masa molecular	126
TEMAS Y PROBLEMAS	128
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	129
ACTIVIDADES FINALES	130
9. Los compuestos químicos	132
Los compuestos inorgánicos	134
Los óxidos y los hidruros	134
Los ácidos y los hidróxidos	136
Las sales	136
Los compuestos del carbono	138
Los hidrocarburos	138
Las sustancias orgánicas oxigenadas	140
Las moléculas biológicas	140
TEMAS Y PROBLEMAS	142
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	143
ACTIVIDADES FINALES	144
10. Las reacciones químicas	148
¿Qué son las reacciones químicas?	150
Clasificación de las reacciones químicas	150
Las leyes gravimétricas	152
La Ley de la conservación de la masa	152
TEMAS Y PROBLEMAS	154
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	155
ACTIVIDADES FINALES	156
11. Los materiales	164
Los metales	166
Las aleaciones	166
Las fibras textiles	168
La lana	168
El algodón	168
Las fibras artificiales	168
La cerámica	170
El vidrio	170
Los plásticos	172
El caucho	172
TEMAS Y PROBLEMAS	174
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	175
ACTIVIDADES FINALES	176
12. Recursos naturales y contaminación ambiental	180
Los recursos naturales	182
La contaminación ambiental	182
Los recursos de la biosfera	184
El aporte de la ciencia y de la tecnología	184
Los recursos de la geosfera	186
Los metales	186
La contaminación del agua	188
La contaminación del aire	188
TEMAS Y PROBLEMAS	190
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	191
ACTIVIDADES FINALES	192
13. La evolución	194
Ideas anteriores a la Teoría de la evolución	196
La evolución, según Lamarck	196
La evolución, según Darwin	198

CADA CAPÍTULO PRESENTA LA SIGUIENTE ESTRUCTURA:

Páginas de apertura

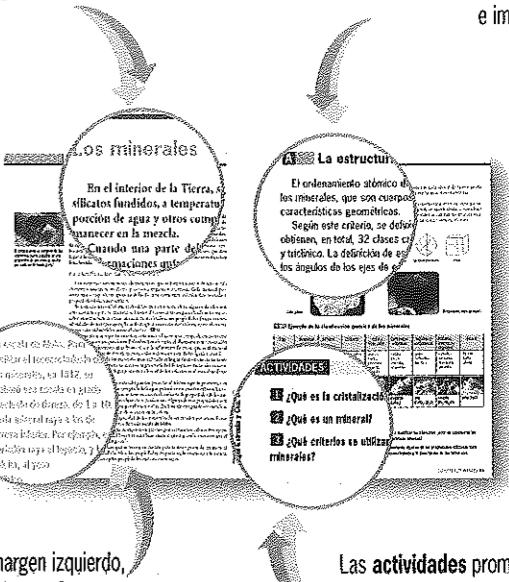
Al inicio de cada capítulo se enumeran los **contenidos desarrollados**.



Cada capítulo comienza con un **banco de datos**, una infografía en la que se presentan los aspectos fundamentales del tema que se va a estudiar. La infografía sirve, en parte, como repaso de los conceptos conocidos, y, en parte, como introducción en los conceptos nuevos.

Páginas de desarrollo

En las páginas de desarrollo, el **texto informativo** presenta los contenidos del tema, de manera clara y progresiva.

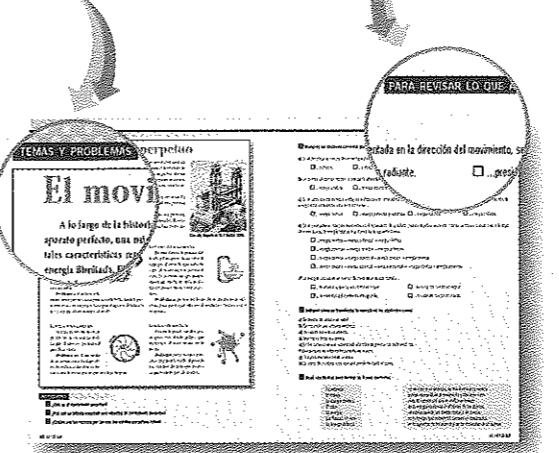


En la página de la derecha se presentan **llamadas**, que amplian la información del texto informativo a través de textos e imágenes.

Las **actividades** promueven el repaso de los temas tratados en cada doble página, y permiten que se verifique la comprensión de los temas estudiados.

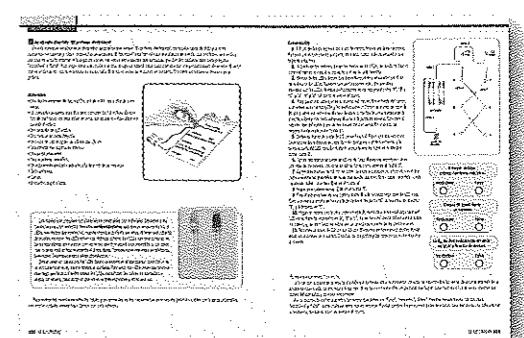
Páginas de cierre

La sección **Temas y problemas** contiene anécdotas de la historia de la ciencia, desarrollos tecnológicos actuales, noticias de interés o datos curiosos, con la presentación de una nota periodística.



La sección **Para revisar lo que aprendieron** desarrolla una serie de propuestas para que se repase el capítulo en su conjunto y se verifique la comprensión de las relaciones entre los contenidos estudiados.

Actividades finales



Al final de cada capítulo, se proponen entre dos y cuatro páginas de **actividades** de diversas modalidades, que permiten el desarrollo de distintos tipos de procedimientos: técnicas de trabajo en el laboratorio, aplicación del método científico, interpretación y representación de la información a través de gráficos, análisis de casos y resolución de problemas.

Los postulados de la teoría de Darwin	198
Evidencias de la evolución	200
La formación de especies	202
Patrones de evolución	202
TEMAS Y PROBLEMAS	204
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	205
ACTIVIDADES FINALES	206
14. La célula	206
La observación de las células	210
Las partes de las células	210
La forma y el tamaño de las células	210
Tipos de células	212
Las células procariotas	212
Las células eucariotas	212
La membrana de las células eucariotas	214
El intercambio de sustancias	214
Las organelas	216
La estructura del núcleo celular	218
El ciclo celular	218
TEMAS Y PROBLEMAS	220
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	221
ACTIVIDADES FINALES	222
15. La organización del cuerpo humano	224
Niveles de organización del cuerpo humano	226
Tejidos, órganos y sistemas de órganos	226
El sostén y el movimiento	228
Los huesos	228
Los músculos	228
La nutrición	230
El sistema digestivo	230
El sistema excretor	230
El sistema respiratorio	232
El sistema circulatorio	232
La coordinación y el control	234
El sistema endocrino	234
El sistema nervioso	236
TEMAS Y PROBLEMAS	238
PARA REVISAR LO QUE APRENDIERON	239
ACTIVIDADES FINALES	240
Índice alfabético	284
16. La herencia y los genes	242
La herencia	244

El origen y la evolución del universo

Contenidos

- Las galaxias. Las estrellas y su evolución. Origen del sistema solar.
- El origen del universo. Expansión del universo. El Principio Cosmológico. La teoría del Big Bang. La radiación de fondo cósmica. La formación de los elementos químicos.
- El futuro del universo. La materia oscura y la energía oscura.
- Búsqueda de vida extraterrestre.

BANCO DE DATOS

El presente y el pasado del universo

El universo actual se encuentra formado por galaxias. Las galaxias son conjuntos enormes de miles de millones de estrellas y nubes de gas y polvo interestelar, unidos por la fuerza de la gravedad. Las galaxias pueden tener formas espirales, formas ovaladas o elípticas y formas irregulares. Nuestra galaxia, la Vía Láctea, tiene forma espiral.

Hace varios miles de millones de años, las galaxias se formaron a partir del gas que se produjo en el momento del origen del universo. La condensación del gas, dentro de las galaxias, originó las primeras generaciones de estrellas.

En la actualidad, la teoría más aceptada por los científicos sobre el origen del universo es la del Big Bang. Según esta teoría, todo el universo original ocupaba un volumen más pequeño que el de un átomo. Toda la materia y la energía estaban concentradas en esas dimensiones diminutas. Desde ese momento, el universo comenzó a crecer hasta alcanzar el tamaño que presenta en nuestros días.

A lo largo de la historia, la humanidad intentó comprender cómo es el universo, cuáles son sus dimensiones y de qué está formado. Aunque durante mucho tiempo la humanidad supuso, a partir de sus observaciones, que el universo era eterno e inmutable, hoy sabemos que esto no es así. El universo tuvo su origen hace aproximadamente 13.500 millones de años y está en continua evolución desde entonces. Recién en los últimos años se comenzó a entender cuál será el destino del universo.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿De qué está compuesto el universo?
- ¿Cuál es nuestra galaxia y de qué tipo es?
- ¿En qué parte de la galaxia se encuentra el sistema solar?
- ¿Qué propone la teoría del Big Bang?
- ¿Es estático el universo?
- ¿Cómo se formaron las primeras galaxias?
- ¿Aún se siguen formando estrellas en las galaxias? ¿Dónde?
- ¿Cómo y dónde se formó el sistema solar?

2 Unan con flechas para formar las frases adecuadas:

El universo

se formó en una nube de gas y polvo interestelar.

Las galaxias

mantiene unida a la galaxia.

La Cosmología

está en expansión.

La teoría del Big Bang

se agrupan en cúmulos de galaxias.

El sistema solar

propone que el universo era muy pequeño en su origen.

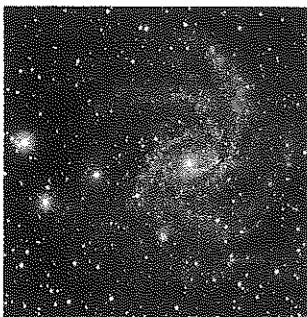
La fuerza gravitatoria

es la rama de la Astronomía que estudia al universo.

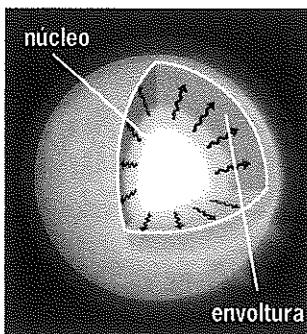
La Cosmología

La Cosmología es la parte de la Astronomía que estudia la estructura, el origen y la evolución del universo. Entender la forma y el estado del universo en su conjunto es un gran desafío para esta ciencia. Las posibilidades de estudiarlo están muy limitadas por las grandes distancias y por los inmensos períodos de tiempo en que evoluciona. Durante mucho tiempo, se supuso que el universo era estático y eterno. Sin embargo, en 1915, Albert Einstein predijo, en su teoría general de la relatividad, que el universo debía estar en expansión o en contracción. A los pocos años, se pudo observar que las galaxias se alejaban unas de otras, con lo cual se confirmó la idea de la expansión del universo y se abrió el camino al desarrollo de la Cosmología moderna.

Las galaxias y los cúmulos de galaxias



Las distancias entre las galaxias son muy grandes. NGC 6946 es una galaxia espiral descubierta por William Herschell, en 1798. Su luz tarda dieciocho millones de años en llegar hasta nosotros.



Las estrellas son esferas de gas capaces de emitir luz. La luz proviene de su región central, donde se producen reacciones nucleares, que transforman átomos livianos en átomos más pesados. Esa región central está rodeada por una gruesa envoltura de gas, que transmite la luz hasta el borde de la estrella, y luego la deja escapar al espacio.

Para comprender cómo se formó el universo y cuál será su destino, es necesario conocer cómo es hoy y cuáles son las características de los cuerpos que lo componen.

La observación de regiones distantes, con telescopios muy potentes, confirma que el universo está constituido por una enorme cantidad de galaxias diseminadas por el espacio. Las galaxias son agrupaciones de muchos miles de millones de estrellas y vastas nubes de gas y polvo interestelar, unidas por su propia fuerza de gravedad. Las galaxias pueden tener formas y tamaños diversos. Las galaxias espirales están formadas por un disco de estrellas, gas y polvo, surcado por brazos espirales, que se destacan por tener estrellas muy brillantes. Las galaxias también pueden tener formas esféricas, ovaladas o irregulares. Nuestra galaxia, la Vía Láctea, es de tipo espiral. A

Las galaxias están separadas unas de otras por distancias increíblemente grandes. La galaxia más próxima a la Vía Láctea, llamada galaxia de Andrómeda o M31, está a una distancia de 2,2 millones de años luz. Esto significa que la luz, moviéndose a la velocidad de 300.000 km/s, tarda 2,2 millones de años en viajar desde M31 hasta nosotros. Aunque la distancia que separa a las galaxias es enorme, las más próximas entre sí ejercen una fuerza gravitatoria mutua, de modo que se atraen unas a otras. De este modo, las galaxias ubicadas en una región del universo se relacionan por la fuerza de la gravedad, y se agrupan en cúmulos de galaxias. La Vía Láctea, junto con M31 y otras 30 galaxias, forman el Grupo Local de Galaxias, el cúmulo de galaxias al que pertenecemos.

Existen otros cúmulos de galaxias mucho más grandes, como el Cúmulo de Virgo o el de Hércules, que contienen miles de galaxias. Dentro de los cúmulos, las galaxias pueden chocar entre sí y deformarse completamente o fusionarse en una única galaxia. Debido a las grandes distancias que las separan, las galaxias tardan mucho tiempo en interactuar de este modo.

En la década de 1980, tuvo lugar un descubrimiento muy importante: se observó que los cúmulos de galaxias no están distribuidos uniformemente por el espacio. Hay inmensas regiones del espacio completamente vacías, de forma más o menos esférica, que separan a los cúmulos. Esos grandes vacíos podrían imaginarse como pompas de jabón, y los cúmulos de galaxias, como la espuma entre esas burbujas huecas. B

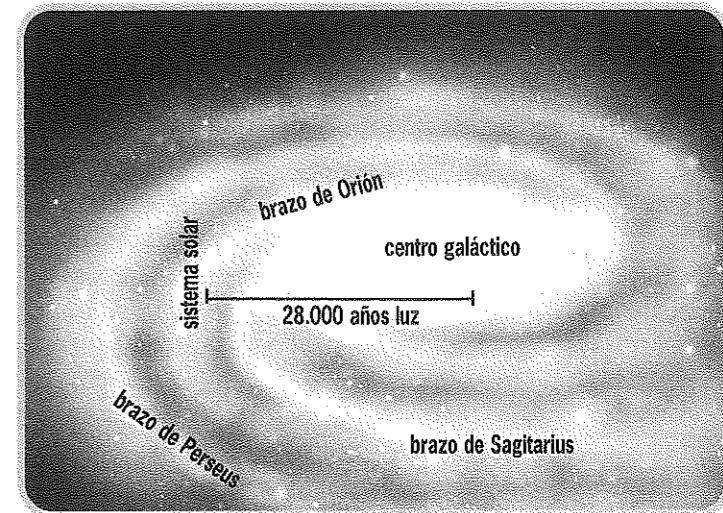
Las estrellas

La luz de una galaxia proviene de las estrellas que la componen y de las nubes de gas interestelar que brillan al ser calentadas por las estrellas.

Las estrellas son esferas de gas muy caliente, capaces de irradiar energía en forma de luz, durante mucho tiempo. El Sol es una estrella que, según se estima, comenzó a brillar hace 4500 millones de años, y que seguirá haciéndolo por otro período semejante. La energía emitida por las estrellas se origina en sus núcleos, donde la materia está muy comprimida y a temperaturas muy altas. En estas condiciones tan extremas, los átomos chocan unos contra otros y se unen para formar átomos más complejos. Estos procesos, conocidos como reacciones nucleares, son la fuente de energía de las estrellas. Con el paso del tiempo, la composición química de las estrellas va cambiando: los átomos más livianos son lentamente reemplazados por átomos más pesados. C

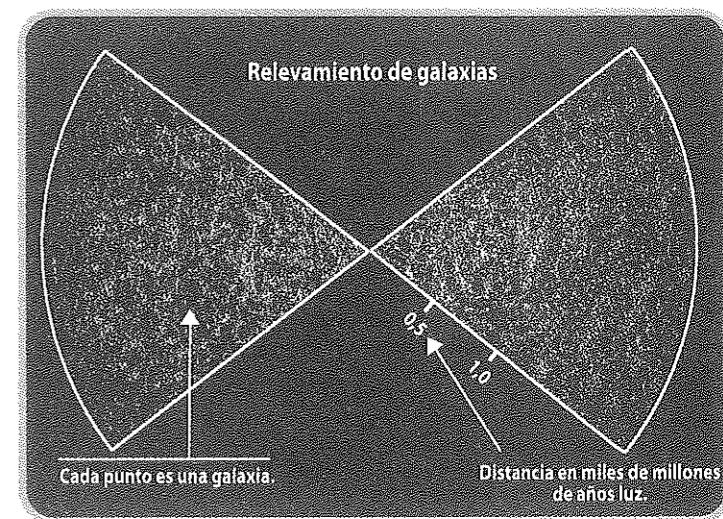
A El tamaño de nuestra galaxia

La Vía Láctea es una galaxia espiral de gran tamaño. Está formada por un disco de estrellas, gas y polvo interestelar, cuyo diámetro es de 100.000 años luz y su espesor, de alrededor de 2000 años luz. El sistema solar está ubicado en uno de los brazos espirales, a 28.000 años luz del centro de la galaxia. La galaxia entera está en rotación en torno al centro galáctico. Moviéndose a la velocidad de 828.000 km/h, el Sol tarda unos 230.000.000 de años en completar una vuelta.



B El universo no es homogéneo

En los últimos años, los cosmólogos hicieron mapas de la distribución de las galaxias en el universo observable desde nuestro planeta. Para construir estos mapas, se realiza un barrido de una región del cielo con un telescopio, y se marca un punto por cada galaxia, teniendo en cuenta su distancia y su posición. De este modo, se puede observar cómo las galaxias se distribuyen formando filamentos y dejando en medio grandes vacíos, en una especie de "espuma cósmica".



C La materia de las estrellas

Los átomos están constituidos por un núcleo con protones y neutrones, y por electrones que giran a su alrededor. Básicamente, los átomos se diferencian entre sí por la cantidad de protones de sus núcleos. El átomo de hidrógeno tiene un único protón, mientras que el de helio tiene dos protones. El de hidrógeno y el de helio son los átomos más simples del universo y constituyen la mayor parte del gas de las estrellas. Por las reacciones nucleares, en el interior de las estrellas, los átomos de hidrógeno se unen para formar átomos de helio. En etapas avanzadas de la evolución de las estrellas, tres átomos de helio se unen para formar carbono. Según la clase de estrellas, en su interior se pueden formar distintos átomos hasta llegar al hierro. Cuando, al finalizar su evolución, las estrellas explotan, dispersan todos los elementos químicos por el universo. Así, por ejemplo, los átomos de carbono o de oxígeno que forman nuestros cuerpos, fueron creados hace millones de años dentro de alguna estrella. Por esta razón, se suele decir que somos "polvo de estrellas".

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuáles son las dimensiones de la Vía Láctea?
- 2 ¿Por qué brilla una galaxia?
- 3 ¿Qué es un cúmulo de galaxias?
- 4 ¿Qué es el Grupo Local de galaxias?

- 5 ¿Cómo están distribuidas las galaxias en el universo?
- 6 ¿Por qué brillan las estrellas?
- 7 ¿Dónde se originan los átomos más complejos que el hidrógeno?

La evolución de las estrellas

Junto con las estrellas, las nebulosas también forman parte de las galaxias. Las nebulosas son nubes inmensas de gas y polvo interestelar, compuestas, en su mayor parte, por hidrógeno y helio.

En las regiones frías de las nebulosas, lejos de las estrellas muy calientes, los átomos del gas se juntan para formar moléculas, las que, a su vez, se combinan en grandes cantidades para originar granos de polvo. En el interior de las nebulosas, los pequeños granos de polvo pueden chocar y pegarse entre sí, para dar lugar a condensaciones mayores de materia, o grumos. A medida que estos grumos adquieren más materia, ejercen mayor fuerza gravitatoria sobre el gas que los rodea, y lo atraen. En este lento proceso, la enorme cantidad de materia acumulada se calienta y comienza a brillar débilmente. Así se forman las estrellas: a través de la lenta acumulación de materia dentro de una nebulosa. Cuando, en el centro de los grumos, la temperatura llega a 1.000.000 °C y la presión es muy alta, comienzan a producirse las reacciones nucleares. **A**

Las estrellas brillan durante mucho tiempo por la energía liberada en las reacciones nucleares. El tiempo durante el cual brilla una estrella depende de la cantidad de materia que tenga. Las estrellas de mucha masa duran menos tiempo (diez millones de años), porque producen sus reacciones a un ritmo muy veloz, y agotan rápidamente su combustible nuclear. Las estrellas de poca masa, como el Sol, duran mucho más (miles de millones de años), ya que, en ellas, las reacciones se dan a un ritmo más lento.

Cuando, en el núcleo de las estrellas, no se pueden producir más reacciones, porque todos los átomos ya se transformaron o porque la temperatura y la presión no son lo suficientemente altas, las estrellas finalizan su evolución. Las estrellas con mayor masa explotan violentamente y dispersan por el espacio el material de su interior. Las estrellas con menor masa no explotan, pero dispersan una parte de su contenido. De esta manera, el gas es devuelto a la galaxia, en forma de nuevas nebulosas, que originarán nuevas estrellas. **B**

El Sol y el sistema solar

El Sol es una estrella más de la galaxia. En su núcleo, el hidrógeno se transforma en helio, y libera la energía luminosa.

Como las demás estrellas, el Sol se formó por la concentración de materia en una nube de gas y de polvo. Esta nube estaba en rotación, lo que le daba la forma de un disco achatado. En ese disco de gas y de polvo, se produjeron condensaciones de materia, semejantes a las que forman a las estrellas, pero más pequeñas. Esas condensaciones dieron origen a los planetas, que conservaron el movimiento de la nube original alrededor del Sol. Esto explica por qué todos los planetas giran en el mismo sentido: todos se formaron a partir de la misma nube.

Cuando el Sol comenzó a brillar, su propia radiación barrió los restos del gas y polvo de la nube original, y dejó al descubierto a los planetas. Los restos de la nube, barridos hasta grandes distancias, formaron una nube esférica de cometas, que rodea el sistema solar, y desde la que, en ocasiones, se acerca algún cometa a las proximidades del Sol.

Por otra parte, el proceso de formación de los planetas no fue eficiente en algunas regiones: los asteroides, situados entre las órbitas de Marte y de Júpiter, podrían ser los restos de un planeta que no llegó a formarse. **C**



La nebulosa Cabeza de Caballo está situada a 1500 años luz del Sol. En la imagen se observa una nebulosa brillante de color rojizo, llamada IC 434. Sobre esta, se destaca la nebulosa oscura B 33, cuya forma se asemeja a la de un caballo de ajedrez. Es posible que, en su interior, se estén formando numerosas estrellas. **A**



Las imágenes de falso color de la estrella Beta Pictoris muestran que posee un disco de materia a su alrededor. Posiblemente, allí se estén formando planetas, aunque por el momento no son observables. **C**

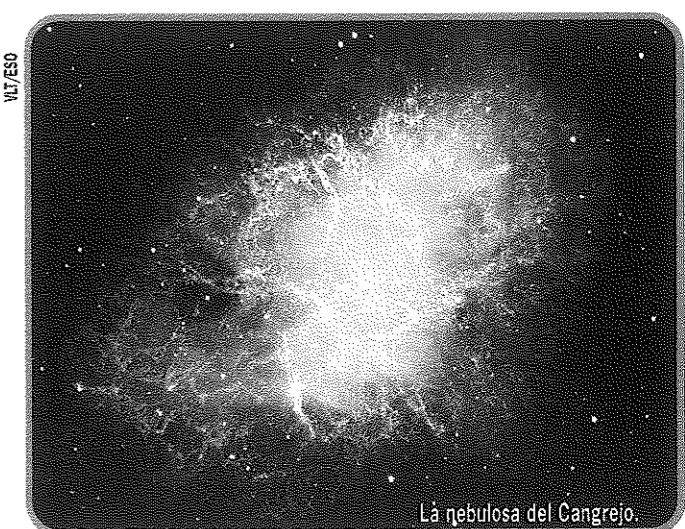
A El nacimiento de las estrellas



En 1995, el telescopio espacial Hubble fotografió la Nebulosa del Águila, una imponente región de formación estelar de nuestra galaxia, situada a 7000 años luz del Sol. Las columnas o pilares oscuros de gas y de polvo de la nebulosa están siendo barridos o erosionados por la luz intensa de estrellas recién nacidas, que se encuentran hacia arriba, fuera del campo de la foto.

B El reciclado del material del universo

En su evolución, las estrellas producen átomos cada vez más complejos. Al principio, transforman el hidrógeno en helio; luego, el helio en carbono; el carbono, en neón; el neón, en oxígeno, y así sucesivamente. Al alcanzar las etapas finales, las estrellas dispersan estos átomos por el espacio, ya sea en una explosión como la que se observa en la foto, o en forma de un intenso viento estelar. El material dispersado origina nuevas nebulosas, en las que se formarán nuevas estrellas. La composición química de esta segunda generación de estrellas será diferente de la que presentaba la generación anterior. De esta manera, lentamente, la galaxia tendrá un contenido de átomos complejos cada vez mayor.



La nebulosa del Cangrejo.

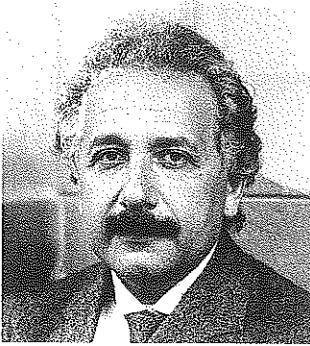
C Los nuevos sistemas planetarios

Descubrir planetas que giran alrededor de otras estrellas es una tarea muy difícil. La luz de una estrella es tan brillante, que oculta completamente cualquier planeta en su proximidad. Sin embargo, hay distintas técnicas para detectarlos de manera indirecta. Una de ellas consiste en observar, con gran cuidado, los diminutos movimientos causados sobre la estrella por la fuerza gravitatoria del planeta. Otra técnica se basa en la observación de cambios muy sutiles en el brillo de la estrella, cuando el planeta pasa por enfrente de su disco. Estas técnicas permiten descubrir planetas del tamaño de Júpiter o mayores, pero no del tamaño de la Tierra. Hasta el momento, se conocen alrededor de 100 estrellas con planetas. Extrañamente, los planetas descubiertos, todos de gran tamaño, están mucho más cerca de la estrella de lo que están Júpiter y Saturno en nuestro sistema solar.

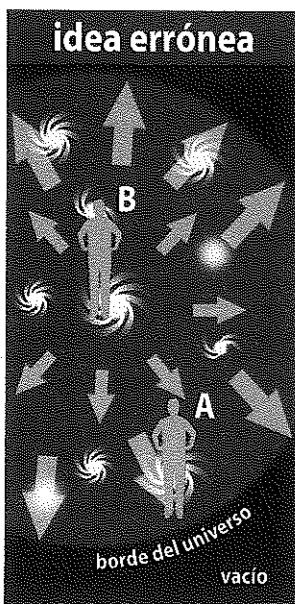
ACTIVIDADES

- 1** ¿Dónde y cómo se forman las estrellas?
- 2** ¿Cuándo comienzan las reacciones nucleares en su interior?
- 3** ¿Las estrellas con poca masa duran menos que las de mucha masa? ¿Por qué?
- 4** ¿Cómo se liberan al espacio los átomos que se generan en el interior de las estrellas?
- 5** ¿Cómo se formó el sistema solar?
- 6** ¿Por qué los planetas giran todos en la misma dirección en torno al Sol?
- 7** ¿Cuál fue el destino de los restos de la nube que originó al sistema solar?
- 8** ¿Cómo se pueden descubrir planetas pertenecientes a otras estrellas?

La expansión del universo



En 1915, Albert Einstein fue capaz de predecir, a través de las ecuaciones de su teoría general de la relatividad, que el universo estaba en expansión. Catorce años después, la observación del movimiento de las galaxias le dio la razón.



Un error frecuente consiste en considerar que el universo crece hacia el espacio vacío y, por lo tanto, tiene un borde. De acuerdo con esta idea errónea, el observador A vería, en alguna dirección, menos galaxias que en otras direcciones. El observador B vería, en cualquier dirección, que las galaxias se alejan de él. Como los observadores A y B ven de manera diferente la expansión del universo, se contradice el Principio Cosmológico.

Durante mucho tiempo, se supuso que el universo era estático y uniforme, y que todos sus astros se encontraban en equilibrio. Se argumentaba que, si en algún punto del universo los astros estaban más juntos, ejercerían una mayor atracción gravitatoria sobre los otros. De esta manera, los astros se moverían unos hacia otros, rompiendo el equilibrio de fuerzas, y se desataría una catástrofe colosal.

En 1915, Albert Einstein desarrolló la teoría general de la relatividad y encontró que el universo debería estar en expansión o en contracción. Sin embargo, Einstein dudó de sus propios hallazgos e introdujo modificaciones en sus ecuaciones para lograr un universo estático.

En 1929, los astrónomos Edwin Hubble y Milton Humason midieron las distancias y los movimientos de algunas galaxias lejanas y descubrieron que todas ellas se alejaban de nuestra galaxia. Los resultados eran muy asombrosos, ya que todas las galaxias se estaban alejando, sin importar la dirección en que se mirase. Además, se observó que las galaxias más lejanas se alejaban con mayor velocidad que las más cercanas. Este descubrimiento implicaba que el universo estaba creciendo en tamaño. A este fenómeno se lo llamó expansión del universo. **A**

El hecho de que todas las galaxias se alejan de nosotros puede llevar a la idea errónea de que nos encontramos en el centro del universo. En realidad, si estuviéramos ubicados en cualquier galaxia, veríamos el mismo efecto.

Esta idea está expresada en el Principio Cosmológico: "Todo observador ve, desde su punto de vista, alejarse de sí a las galaxias, y esta situación es similar para cualquier lugar del universo". **B**

La expansión del universo puede imaginarse como un crecimiento de las distancias en el espacio. Al transcurrir el tiempo, el universo en conjunto crece de tamaño. En ese crecimiento, las galaxias son arrastradas y separadas unas de otras.

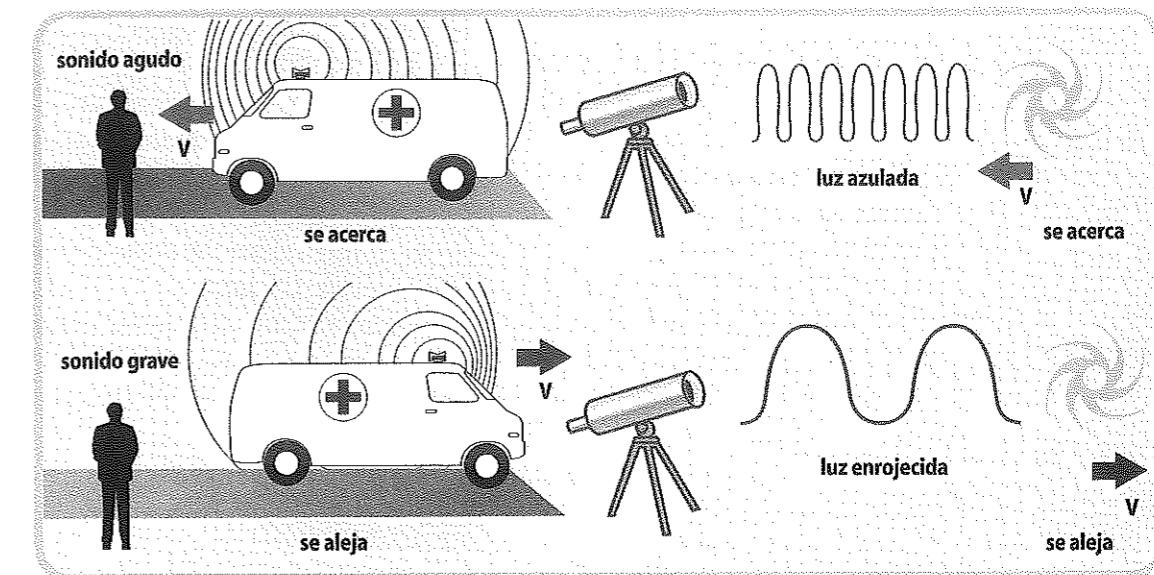
La expansión es un efecto que se da a gran escala en el universo, y afecta a los distintos cúmulos de galaxias. Dentro de los cúmulos de galaxias, la gravedad puede hacer que las galaxias se acerquen unas a otras. Del mismo modo, dentro de una galaxia, la gravedad evita que las estrellas se aparten unas de otras por la expansión.

La teoría del Big Bang

Si el universo está creciendo a medida que pasa el tiempo, eso significa que, en un pasado lejano, todas las galaxias habrán estado muy próximas entre sí. Se puede deducir, entonces, que el universo era más pequeño que en la actualidad, y que, por algún factor desconocido, comenzó a crecer hasta alcanzar el tamaño actual. En un comienzo, este crecimiento habría sido muy rápido, por lo que habitualmente se lo compara con una gran explosión y se le da el nombre de Big Bang (en inglés, "gran estallido").

Sin embargo, la idea de explosión no es exacta: una explosión real tiene un centro desde donde parten todas las partículas que se dispersan, y en el momento del Big Bang, todo el universo aumentaba su tamaño sin un centro ni bordes. Si no hubiera sido así, los observadores ubicados en distintas regiones verían la expansión de distinta manera, lo que invalidaría el Principio Cosmológico.

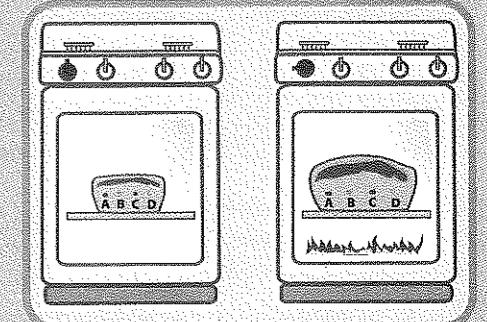
A ¿Cómo se determina el movimiento de las galaxias?



La luz y el sonido son dos formas de ondas. Las ondas pueden tener sus crestas y valles más "apretados" (longitud de onda corta), o más "separados" (longitud de onda larga). Cuando la fuente que emite las ondas se acerca o se aleja del observador, las ondas se aprietan o se separan, respectivamente. Este fenómeno se llama **efecto Doppler**. Por este efecto, el sonido de la sirena de una ambulancia que se acerca a un observador es más agudo que el sonido de una ambulancia quieta. Cuando la ambulancia se aleja, las ondas sonoras que se mueven por delante de esta se aprietan y producen un sonido más agudo. Cuando la ambulancia se aleja, las ondas sonoras que se propagan hacia atrás se separan, y el sonido se vuelve más grave. El mismo efecto se produce con la luz; pero, en este caso, se modifican los colores. La luz de una galaxia que se acerca se verá más azulada que la de una galaxia en reposo. La luz de una galaxia que se aleja se verá enrojecida. De este modo, se puede saber si las galaxias se acercan o se alejan y a qué velocidad lo hacen. Cuando los astrónomos Hubble y Humason observaron que la luz de todas las galaxias aparecía enrojecida, dedujeron que el universo estaba en expansión.

B El Principio Cosmológico y la expansión del universo

Puede compararse la expansión de las galaxias con la separación de las frutas dentro de un budín, cuando se lo cocina en el horno. Si el observador se sitúa sobre la fruta B, verá que las frutas A y C se alejan de él con velocidades similares, pero en direcciones opuestas. En cambio, verá que la fruta D, más lejana, se separa con mayor velocidad. Si el observador está en la fruta C, verá que B y D se alejan en direcciones opuestas con velocidades similares y que A lo hace con mayor velocidad. Si se sustituyen las frutas por galaxias, se ve que todos los puntos del universo serían equivalentes al observar la expansión del universo. Esto es lo que establece el Principio Cosmológico.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué es la expansión del universo y quiénes la descubrieron?
- 2 ¿Qué es el efecto Doppler?
- 3 ¿Cómo se detecta la expansión del universo?
- 4 ¿Qué establece el Principio Cosmológico?
- 5 ¿Por qué las estrellas, dentro de una galaxia, no se separan por la expansión del universo?
- 6 ¿Qué propone la Teoría del Big Bang?

Los primeros instantes del universo

TIEMPO	EVENTOS
0 s	Origen del espacio tiempo.
10^{-37} s	Comienza la expansión.
10^3 s	Formación de protones y neutrones.
100 s	Formación de H, He y Li.
10 ³ años	Núcleos incorporan los electrones.
10 ⁴ años	Se libera la radiación de fondo.
10 ⁵ años	Probable formación de las primeras estrellas.
10 ⁶ años	
13,5 • 10 ⁹ años	Probable formación de las galaxias.
Hoy	

Si, en su origen, el tamaño del universo era muy pequeño, la materia que forma las galaxias, las estrellas y a nosotros mismos debía estar muy comprimida y en condiciones extremas. Actualmente, se estima que, hace 13.500 millones de años, el universo habría sido más pequeño que un átomo. En ese universo original no podían existir átomos, no había hidrógeno, carbono, ni siquiera protones o neutrones. La materia estaba tan comprimida que no se distinguía una partícula de otra. El espacio y el tiempo no podían existir en esas condiciones. A

Sin embargo, el universo habría comenzado a crecer en tamaño, dispersando toda la materia y la energía contenida en ese volumen tan pequeño. Se piensa que, en la primera cienmilésima de segundo, el universo creció muy rápidamente y se formaron las primeras partículas: protones y neutrones. En solo tres minutos, estas partículas se habrían combinado para generar los tres núcleos atómicos más simples: el hidrógeno (1 protón), el helio (2 protones y 2 neutrones) y el litio (3 protones y 3 neutrones).

Como el universo crecía muy rápidamente, los protones y los neutrones no podían combinarse para formar átomos más pesados que estos. Durante el Big Bang, solo se habrían originado hidrógeno, helio y litio. **B**

Se piensa que, en estas etapas, la temperatura del universo era superior a un billón de grados centígrados. A medida que el universo se expandía, la temperatura descendía rápidamente.

Se estima que, después de 100.000 años del instante inicial, los núcleos atómicos capturaron a los electrones, y se convirtieron en átomos eléctricamente neutros. Durante este proceso, se liberó una enorme cantidad de radiación, que inundó todo el universo.

En la década de 1960, los físicos Arno Penzias y Robert Wilson, trabajando con antenas de comunicaciones, detectaron una señal de radiación de microondas muy débil, proveniente del espacio. Este descubrimiento era muy intrigante, ya que la misma señal se detectaba, de igual manera, en cualquier dirección en que se apuntara la antena.

Penzias y Wilson comprendieron que esa radiación debía de ser la misma que se había liberado durante el Big Bang, aunque enormemente diluida por la expansión del universo. A esta radiación se la llama radiación de fondo del universo y su presencia es otra prueba de la teoría del Big Bang. C

En esta línea del tiempo se pueden seguir los acontecimientos más importantes que ocurrieron en el universo hasta nuestros días. Se usa notación científica para expresar números muy pequeños o muy grandes. Por ejemplo, 10^{-5} segundos equivale a 0,00001 s; la potencia negativa de diez indica el número de cifras después de la coma. Por otro lado, $13,5 \cdot 10^9$ años equivale a 13.500.000.000 de años, es decir, la potencia positiva de diez indica cuántos lugares hay que correr la coma hacia la derecha.

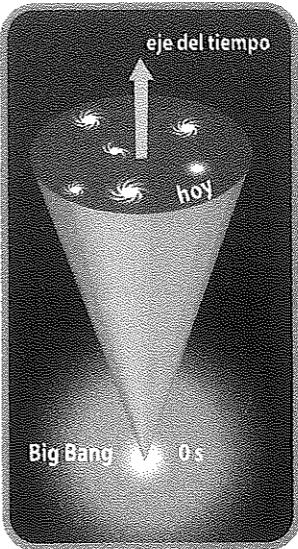
La formación de las galaxias y de las estrellas

Cuando el tamaño del universo era pequeño, los gases de hidrógeno y de helio recién formados no estaban distribuidos homogéneamente. En algunas partes, la materia estaba más comprimida que en otras, formando una estructura parecida a la espuma. Esta distribución determinó que, en los lugares de mayor concentración de gas, se formaran las primeras galaxias, agrupadas en cúmulos de galaxias.

Dentro de las galaxias se formaron las primeras estrellas, compuestas solamente de hidrógeno, helio y muy poco litio. Cuando se observan galaxias muy lejanas con telescopios potentes, se las ve como eran hace mucho tiempo. Esto se debe a que la luz tarda muchos millones de años en llegar hasta nosotros. Las regiones centrales de las galaxias antiguas son más brillantes que las de las galaxias actuales. Se las llama **quásares**.

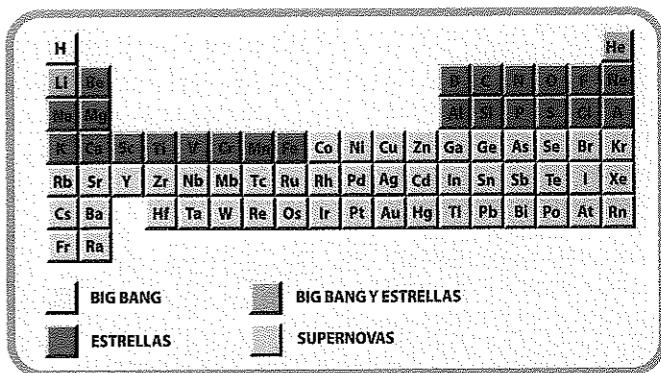
A ■ ■ ■ ¿Qué había antes del Big Bang?

The diagram shows a funnel-shaped cone representing the expansion of the universe over time. The top of the cone is labeled 'hoy' (today). At the very bottom tip of the cone is the label 'Big Bang'. Above the cone, a vertical arrow points upwards, labeled 'eje del tiempo' (axis of time), indicating the direction of increasing time from the origin at the Big Bang.



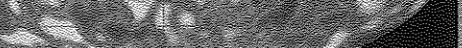
B ¿Dónde se forman los átomos?

En el Big Bang, se habrían formado los tres elementos químicos más simples: el hidrógeno, el helio y el litio. Los dos primeros elementos son los más comunes del universo, y su enorme abundancia brinda un claro apoyo a la teoría del Big Bang. Los átomos que van desde el helio hasta el hierro se habrían originado en el interior de las estrellas, a través de las reacciones nucleares. Los átomos más pesados que el hierro se habrían formado durante las explosiones finales de las estrellas de mayor masa. En estas explosiones, llamadas **supernovas**, los elementos livianos sufren un intenso bombardeo de neutrones, que originan elementos muy pesados, como el plomo o el oro.

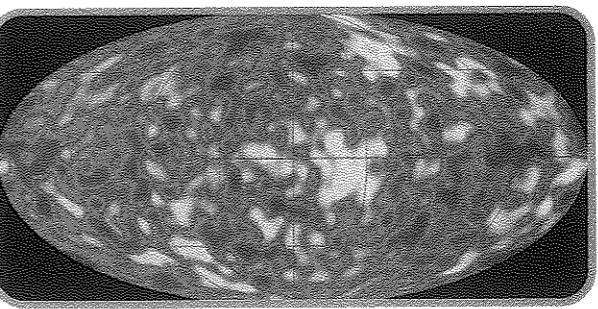


C El descubrimiento del satélite COBE

En 1989, se puso en órbita el satélite COBE (Explorador de la Radiación de Fondo Cósmica). Este satélite tuvo como misión explorar, con gran detalle, la radiación de fondo del universo, que se manifiesta en ondas luminosas conocidas como



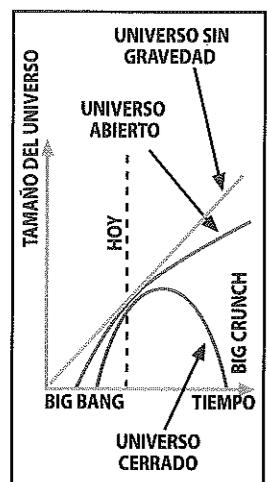
microondas. Esta débil luz, que baña a todo el universo, es similar a la que emitiría un cuerpo a una temperatura de $270,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ bajo cero y es el vestigio de la radiación liberada en el Big Bang. El satélite realizó mapas de esta radiación con mucha precisión. Con estos mapas, se pudo descubrir que la radiación de fondo no es homogénea en todas las direcciones, sino que presenta pequeñas irregularidades que marcan los lugares donde se formaron los cúmulos de galaxias. En 2002, el satélite WMAP amplió estos estudios.



ACTIVIDADES

- 1** ¿Cómo se piensa que era el universo en los primeros instantes de su origen?
 - 2** ¿Qué elementos químicos se formaron en el Big Bang?
 - 3** ¿Por qué no pudieron formarse otros elementos químicos?
 - 4** ¿Dónde se forman los elementos químicos más pesados que el litio?
 - 5** ¿Qué es la radiación de fondo del universo?
 - 6** ¿Cómo se habrían formado las primeras galaxias?
 - 7** ¿Por qué se dice que el tiempo y el espacio nacieron con el Big Bang?

El futuro del universo



En este momento, el universo entero se está expandiendo. ¿Cuál será su destino? ¿Se expandirá para siempre, o en algún momento dejará de crecer y volverá a contraerse nuevamente hasta un tamaño muy pequeño?

Para responder a estas preguntas, primero es necesario entender qué fuerza sería capaz de frenar la expansión que anima al universo. La única fuerza que podría hacerlo es la fuerza de la gravedad producida por la misma materia que lo compone. Si el universo tuviera mucha densidad de materia, la gravedad podría frenar la expansión en algún momento, y el universo comenzaría a colapsar, a caer sobre sí mismo. A esta situación se la conoce como **Big Crunch** ("gran apretón"), en oposición al Big Bang.

Si la fuerza de la gravedad no alcanzara para frenar la expansión, el universo continuaría creciendo indefinidamente. Esta situación podría darse de dos maneras: el universo crecería cada vez más rápido a medida que pase el tiempo, o crecería cada vez más lentamente, sin detenerse.

Para discernir cual será el destino del universo, es necesario conocer exactamente cuánta materia tiene y cuán rápido ha estado y está expandiéndose. En los últimos años, los cosmólogos obtuvieron evidencia de que el universo está creciendo cada vez más rápido. Esto implica que la gravedad no alcanzaría para frenar su expansión.

En un universo en perpetua expansión, las galaxias se alejarán cada vez más unas de otras y, en algún momento, la luz proveniente de ellas ya no llegará a la Tierra. El universo se tornará oscuro y vacío, sin conexión entre sus partes. **A**

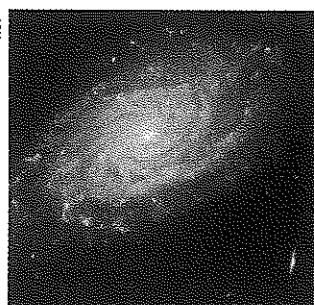
Misterios no resueltos del universo

Los astrónomos midieron con mucho cuidado la cantidad de materia o masa que contienen las galaxias. El proceso consiste en sumar la masa de todas las estrellas de una galaxia, más el contenido de gas y de polvo de sus nebulosas, sumado a una estimación de la masa de estrellas y nebulosas no visibles directamente. Sorprendentemente, la suma de toda la materia de las galaxias no alcanza para explicar los movimientos de las galaxias que se registran en las mediciones. Se necesitaría mucha más materia que ejerciera gravedad, para poder explicar la forma en que rotan las galaxias y cómo se mueven dentro de los cúmulos de galaxias.

Una posible explicación de esto consiste en plantear que, en el universo, existe una enorme cantidad de materia que no se puede detectar directamente, pero que ejerce fuerza de la gravedad. Esta materia no brilla, pero está presente, por lo cual se la llama **materia oscura**. La materia oscura constituiría más del 90 % de la materia del universo. ¿Cuál es la naturaleza de la materia oscura? Nadie lo sabe aún, pero se están haciendo muchos esfuerzos para descubrirla.

Otro gran misterio es la causa de la aceleración de la expansión del universo. Al parecer, en el universo habría una energía enorme, de origen desconocido, que lo impulsaría a crecer en tamaño cada vez más rápido. A esa energía se la llama **energía oscura**, y se piensa que sería más abundante que la materia oscura. Hasta tanto no se conozca la naturaleza de la materia oscura y de la energía oscura, no podrá precisarse con gran exactitud el destino del universo.

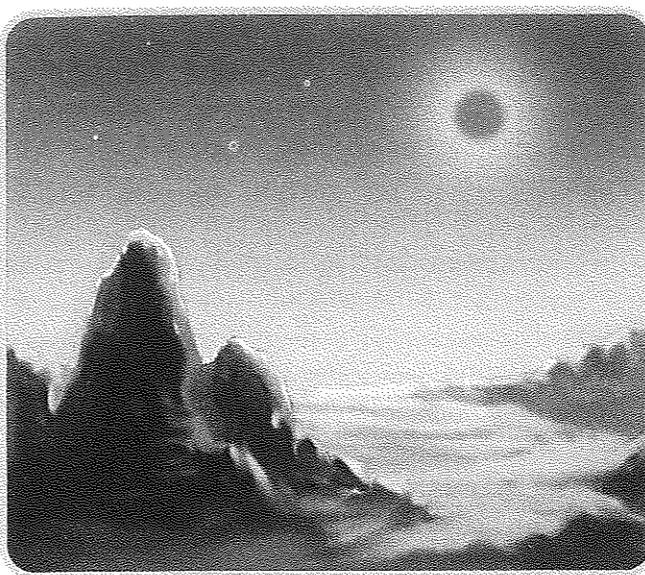
Sin duda, el universo es muy vasto y difícil de comprender, y aún encierra muchos secretos y sorpresas para quienes lo investigan.



La mayor parte de la materia de las galaxias no se puede detectar directamente, ya que no brilla. Sin embargo, ejerce fuerza de gravedad sobre las estrellas de la galaxia. Se la llama **materia oscura**.

© Ángel Estrada y Cia. S. A. - Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

A Una galaxia de agujeros negros

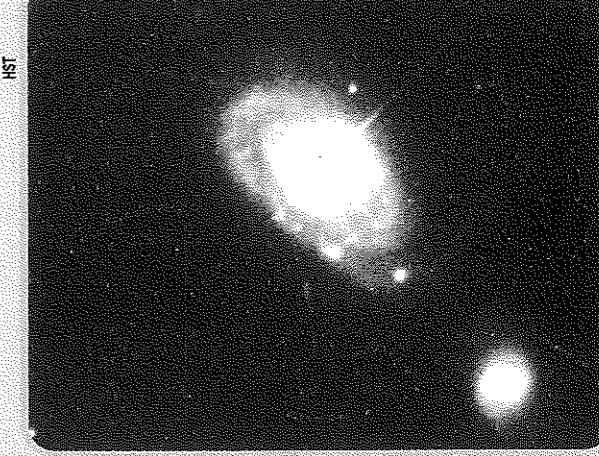


¿Cuál sería el destino de nuestra galaxia en un universo en eterna expansión? Sin duda alguna, la Vía Láctea no tendrá su aspecto actual dentro de billones de años.

Cuando las estrellas finalizan sus "vidas", pueden liberar su materia al espacio, explotando como supernovas o, en algunos casos, transformándose en cuerpos muy extraños, llamados **agujeros negros**. Los agujeros negros son estrellas que colapsaron, es decir, concentraron toda su materia en un volumen muy pequeño, debido a su fuerte gravedad, que ni siquiera deja escapar la luz. La materia que cae en un agujero negro ya no puede volver al exterior. A medida que se produzcan más y más agujeros negros, habrá cada vez menos materia para formar nuevas estrellas, con lo cual la galaxia aparecerá cada vez menos brillante. Además, las pocas estrellas recién nacidas tendrán menos hidrógeno para poder brillar, ya que este se habrá agotado previamente. Solo sobrevivirán las estrellas menos calientes, de color rojo, que serán las únicas fuentes de luz en esta galaxia oscura.

Los quásares

Cuando se observan las galaxias más lejanas, se las ve tal como eran hace millones de años. Esto se debe a que la luz tarda mucho tiempo en viajar a través de las enormes distancias que nos separan de ellas. Extrañamente, las galaxias primitivas son muy diferentes de las galaxias cercanas: muestran núcleos tan brillantes, que, durante mucho tiempo, se los confundió con estrellas individuales, por lo cual se los llamó **quásares** (del inglés *quasi stellar objects*, que significa "objetos casi estelares"). ¿Por qué las galaxias tienen estos núcleos tan brillantes? La única manera de explicar el brillo tan intenso de estos núcleos es suponer que, en ellos, hay un enorme agujero negro que atrapa materia en grandes cantidades. La materia, al caer en forma acelerada hacia los agujeros negros, emite intensos haces de luz, que constituyen los quásares. ¿Por qué no se observa este fenómeno en las galaxias actuales, que aún deberían tener estos agujeros negros monstruosos en sus núcleos? Al parecer, estos agujeros negros ya barrieron toda la materia que tenían a su alrededor y no cae nada más sobre ellos. De esta manera, como monstruos dormidos, los agujeros negros permanecerían en el centro de las galaxias.

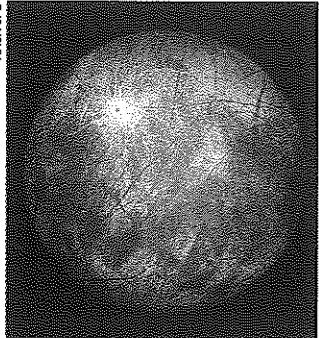


ACTIVIDADES

1. ¿Cómo influiría la gravedad de la materia en el destino del universo?
2. ¿A qué se llama Big Crunch?
3. ¿Qué destino tendría el universo, según las nuevas observaciones?
4. ¿Cómo se detecta la materia oscura?
5. ¿Qué efectos produce la energía oscura?
6. ¿Por qué brillaría menos la Vía Láctea dentro de billones de años?
7. ¿Qué es un quásar?
8. ¿Por qué no hay quásares en las galaxias más cercanas?

La vida en el sistema solar

Resulta muy interesante considerar la existencia de la vida en la Tierra desde un punto de vista astronómico. De alguna manera, el universo posibilitó el origen de la vida y de la inteligencia en nuestro planeta. A través de los seres humanos, la misma materia generada en el universo, ya sea en el Big Bang o en las estrellas, se volvió capaz de estudiarse a sí misma y al universo. ¿Habrá vida en otros lugares del sistema solar?



NASA/JPL
Las sondas que estudiaron el planeta Júpiter mostraron que su satélite Europa está cubierto por una capa muy gruesa de agua congelada. Las marcas sobre el hielo sugieren que, en la base de la capa, el agua está en estado líquido, quizás calentada por la actividad volcánica. En esos lugares, podría haberse desarrollado la vida.

Hasta el momento, solo sabemos que existe vida en la Tierra. Los planetas y los satélites naturales del sistema solar parecen ser demasiado inhóspitos para albergar la vida, tal como la conocemos. **A**

Tanto Mercurio como Venus no presentan condiciones adecuadas para la vida. Mercurio no tiene atmósfera, y su proximidad al Sol mantiene su superficie a una temperatura del orden de los 300 °C. Venus está rodeado por una atmósfera espesa y tóxica, con altas temperaturas y presiones, y una constante lluvia de ácido sulfúrico. Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno son planetas gaseosos, y en sus interiores hay tormentas permanentes de gas. Por su parte, Plutón es extremadamente frío. Marte es el planeta con condiciones más parecidas a las de la Tierra; sin embargo, su atmósfera es muy tenue, con muy poca agua, polvorienta y fría.

Los satélites de algunos planetas podrían ofrecer algunas posibilidades: Europa, una luna de Júpiter, quizás contenga un océano de agua líquida debajo de su gruesa capa de hielo; la luna de Saturno, llamada Titán, presenta una atmósfera muy parecida a la que poseía la Tierra hace muchos millones de años. Resulta claro, entonces, que ningún sitio del sistema solar, excepto la Tierra, es adecuado para mantener la vida tal como la conocemos. La exploración, mediante sondas, de los planetas y las lunas no reveló, hasta ahora, ningún vestigio de vida en ellos. **B**

La vida en la galaxia

Si bien las posibilidades de que haya vida en otros planetas del sistema solar son muy pequeñas, podría haber vida en planetas de otras estrellas de la galaxia. Existen cientos de millones de estrellas semejantes al Sol. Por otro lado, en los últimos años, se descubrieron alrededor de cien planetas que giran en torno a otras estrellas, lo que asegura que el proceso de formación de planetas no es una casualidad de nuestro sistema solar.

Si se tienen en cuenta los millones de galaxias conocidas, las posibilidades de encontrar un planeta con las condiciones adecuadas para la vida son muy grandes. Quizás en este momento haya muchos planetas habitados, aunque será muy difícil saberlo. Las distancias enormes que nos separan de otras estrellas y galaxias hacen imposible un viaje espacial, tripulado o no tripulado, hacia ellas. Una nave espacial actual, como la Mars Express, viaja a una velocidad de 10.000 km/h. Para llegar a la estrella más cercana, situada a 4 años luz de distancia, tardaría 4 millones de años. Esto hace imposible que podamos establecer contacto directo con la vida de un planeta que se encuentre más allá del sistema solar.

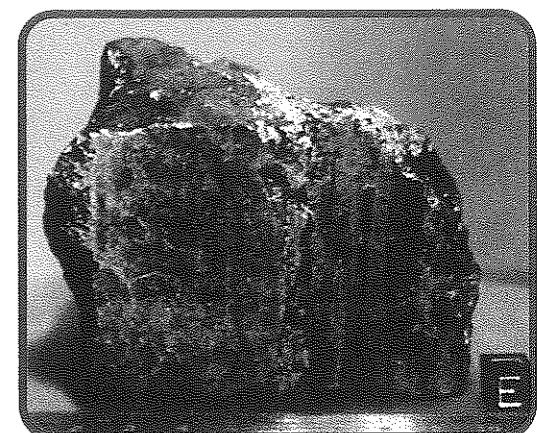
Otra alternativa consiste en buscar señales de vida inteligente en ondas de radio, provenientes de otra civilización. **C**

A ■ Vida como la que conocemos

¿Por qué, cuando se busca vida extraterrestre, se supone que debe ser semejante a la vida terrestre? La vida en la Tierra está basada en complejas moléculas, en las cuales el átomo de carbono juega un rol fundamental. ¿Por qué no podría haber vida basada en el silicio u otro elemento? La respuesta es que el carbono es mucho más abundante en el universo; prácticamente se lo observa en todos los astros y, dado que se combina muy fácilmente para formar moléculas complejas, es el candidato firme para desarrollar la vida. Por su parte, las moléculas basadas en el silicio parecen ser altamente inestables, por lo que no brindarían una opción adecuada para desarrollar estructuras tan complejas como las de los seres vivos terrestres.

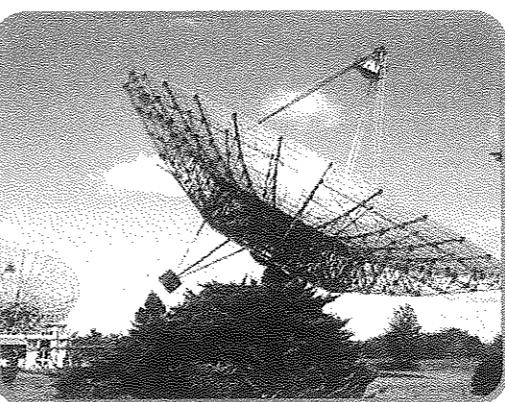
B ■ Vida en un meteorito marciano

En 1984, una expedición encontró, entre los hielos de la Antártida, un meteorito que se clasificó con el nombre de ALH840001. En 1993, se determinó que se trataba de un meteorito proveniente de Marte. Este pedazo de roca de 2 kg habría escapado de Marte en la explosión causada por la caída de un pequeño asteroide en la superficie de ese planeta. El meteorito habría permanecido miles de años en el espacio para, finalmente, caer en la Antártida. El origen marciano del meteorito se determinó por su composición química y por el gas atrapado en pequeñas burbujas de su interior. Cuando se lo estudió con detalle, se encontraron en él rastros de actividad de bacterias. Este descubrimiento tuvo gran resonancia en todo el mundo, ya que se supuso que, antes de que el meteorito fuera arrojado al espacio, bacterias marcianas se habrían asentado en su interior. Sin embargo, cuando se analizaron nuevamente las pruebas, se comprobó que, en realidad, el meteorito había sido contaminado por bacterias terrestres. Solo una evidencia no pudo explicarse hasta el momento: la presencia de una sustancia llamada **magnetita**, muy diferente de la producida por bacterias terrestres. ¿Hubo vida en Marte y luego se extinguieron? ¿O aún hay vida y no fue detectada por los terrestres?



El meteorito marciano ALH840001.

C ■ El proyecto SETI



El radiotelescopio del IAR.

© Ángel Estrada y Cia. S. A. - Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

ACTIVIDADES

- 1 ¿Se detectó vida extraterrestre?
- 2 ¿Cuáles son los posibles lugares donde podría encontrarse vida en el sistema solar?
- 3 ¿En qué planetas sería poco probable encontrar vida?
- 4 ¿Qué es el proyecto SETI?
- 5 ¿Qué se encontró en el meteorito marciano ALH840001?
- 6 ¿Por qué podría haberse desarrollado vida en torno a otras estrellas de la galaxia?
- 7 ¿Por qué resultaría muy difícil entrar en contacto con vida extraterrestre en otros planetas?

¿Qué es el tiempo, según la Física?



Stephen Hawking

El físico Stephen Hawking explica qué es el tiempo en su libro *Historia del Tiempo. Del Big Bang a los agujeros negros*, del cual se extrae el siguiente fragmento: “(...) Imagine un vaso de agua que cae de una mesa y se rompe en pedazos en el suelo. Si usted lo filma, puede decir fácilmente si la película está siendo proyectada hacia adelante o hacia atrás. Si proyecta la película hacia atrás, verá que los pedazos se reúnen repentinamente del suelo y saltan hacia atrás para formar un vaso entero sobre la mesa. Usted puede decir que la película está siendo proyectada hacia atrás porque este tipo de comportamiento nunca se observa en la vida ordinaria. Si se observase, los fabricantes de vajilla perderían el negocio.

La explicación que se da usualmente de por qué no vemos vasos rotos que se recomponen solos en el suelo y saltan hacia atrás sobre la mesa, es que lo prohíbe la segunda ley de la termodinámica. Esta ley dice que, en cualquier sistema cerrado, el desorden, o la entropía, siempre aumenta con el tiempo. En otras palabras, se trata de una forma de la ley de Murphy: ¡las cosas siempre tienden a ir mal! Un vaso intacto encima de una mesa es un estado de orden elevado, pero un vaso roto en el suelo es un estado desordenado. Se puede ir desde el vaso que está sobre la mesa en el pasado hasta el vaso roto en el suelo en el futuro, pero no al revés.

El hecho de que con el tiempo aumente el desorden o la entropía es un ejemplo de lo que se llama una flecha del tiempo, algo que distingue el pasado del futuro y le da una dirección al tiempo (...)

ACTIVIDADES

- 1** ¿Qué procesos marcan el sentido del tiempo?
- 2** ¿Qué es la entropía?
- 3** ¿Por qué no podía existir el tiempo en el Big Bang?

¿Existe el tiempo? ¿Tiene realidad física o es una mera apariencia? ¿Por qué el tiempo transcurre en una única dirección? ¿Por qué no se puede viajar hacia el futuro o hacia el pasado?

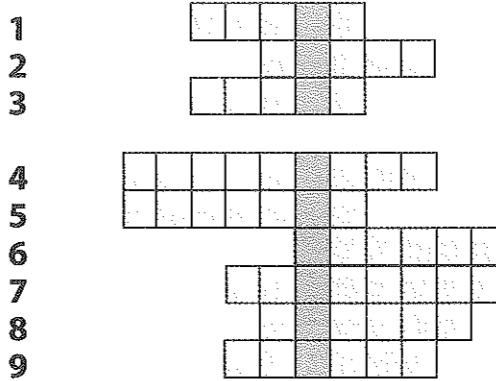
El Dr. Héctor Vucetich, de la Universidad Nacional de La Plata, explica por qué no existía el tiempo al comienzo del Big Bang, en su artículo “Más allá del Big Bang”, publicado por el diario “El Día”, de La Plata, en junio de 1990:

“¿Qué es el tiempo, desde el punto de vista de un físico? Esta caracterización es, por suerte, razonablemente sencilla. El tiempo es, fundamentalmente, una magnitud que nos permite ordenar los fenómenos: algunos ocurren antes y otros después, y es posible establecer un orden entre esos fenómenos, poniendo primero a los que ocurren antes. Para establecer el orden temporal de los sucesos, necesito al menos dos cosas: un reloj que haga tic tac y una oreja (o un astrónomo) que lo escuche. El hombre procede así desde la Edad de Piedra, usando los latidos de su corazón, la sucesión del día y la noche, las fases de la Luna y las estaciones, para ordenar los acontecimientos de su vida.

Pero en el universo embrionario, en el Big Bang, no había espacio para que cupiera un reloj. Existe una longitud en la naturaleza, llamada la longitud de Planck, tal que un objeto, cuyo tamaño es menor que ella, empieza a comportarse como un objeto microscópico. Pero en el comienzo, el universo era muy pequeño, menor que la longitud de Planck, y todo el contenido del universo (y el universo mismo) estaba deslocalizado; no había manera de dividirlo en dos partes: una que hiciera tic tac y otra que escuchara. En esas condiciones, es imposible definir el tiempo: no hay manera de saber si un suceso antecede a otro, y la noción misma del instante inicial carece de sentido.”

- 1** Completén el párrafo siguiente con las palabras adecuadas y, con ellas, resuelvan el grafigrama. En la columna resaltada, podrán leer el nombre de nuestra galaxia:

Las galaxias son grandes conjuntos de (4) _____, gas y (1) _____ interestelar, unidos por su propia fuerza gravitatoria. Existen muchos tipos de galaxias, clasificadas según su forma. Nuestra galaxia es de tipo (5) _____. La mayor parte de las estrellas de nuestra galaxia están ubicadas en un (2) _____ sobre el que se encuentran los (9) _____ espirales. La galaxia está animada de un movimiento de (7) _____ en torno al (8) _____ galáctico. Nuestra galaxia, junto con otras 30 galaxias, forma parte del Grupo (3) _____, un (6) _____ de galaxias.



- 2** Indiquen si las siguientes frases son verdaderas (V) o falsas (F):

- Debido a la expansión del universo, las galaxias se apartan unas de otras.
- Todas las galaxias que observamos se están alejando de nuestra galaxia, lo que significa que estamos en el centro del universo.
- Según la teoría del Big Bang, en su origen, el universo tenía un tamaño muy pequeño.
- Durante el Big Bang se formaron los elementos químicos comprendidos entre el hidrógeno y el hierro.
- La radiación de fondo que se detecta en el universo se originó en la época del Big Bang.
- Los quásares son las galaxias primitivas del universo.
- Las galaxias están distribuidas de manera homogénea en todo el universo.

- 3** Ordenen los siguientes pasos, según se dieron en la formación del universo:

- Creación de estrellas y galaxias.
- Formación de los átomos de hidrógeno, helio y litio.
- Origen del espacio y del tiempo.
- Formación de protones y neutrones.
- Comienzo de la expansión del universo.
- Liberación de la radiación de fondo del universo.

1 Calculando el Big Bang

Para desarrollar la investigación en Cosmología, habitualmente se hace uso de cálculos matemáticos y modelos físicos muy complejos. Sin embargo, es posible obtener algunos resultados sencillos, pero importantes, a través de razonamientos relativamente simples. Por medio de estos problemas breves, serán capaces de entender la expansión del universo y de calcular su edad.

Notación científica

Debido a que, en Astronomía, se usan números muy grandes o muy pequeños, es conveniente adoptar la notación científica para representarlos. Un número con muchos ceros puede ser expresado con potencias de 10. Por ejemplo, el pársec, una unidad de distancia usada en Astronomía, se puede expresar en notación científica:

$$1 \text{ pársec} = 1 \text{ pc} = 30.856.000.000.000 \text{ km} = 3,0856 \cdot 10^{13} \text{ km}$$

La potencia de 10 significa que hay que correr la coma 13 lugares hacia la derecha.

- a) Calculen cuántos segundos hay en un año y expresen ese resultado usando notación científica.
- b) Expresen, usando notación científica, el valor de un millón de párssecs, es decir, un megapársec (Mpc), en kilómetros.

La ley de Hubble de expansión del universo

En el gráfico se muestra la velocidad (V) con que se alejan algunas galaxias, ubicadas a distintas distancias (d). La velocidad está medida en km/s y la distancia en megapárssecs (Mpc). La línea recta es un ajuste a los datos medidos (puntos) y representa la expansión del universo. Esta recta puede expresarse como:

$$V = H \cdot d$$

donde H es un número fijo que expresa cuán empinada es la recta, y se llama **constante de Hubble**. Sus unidades son: $\frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$

- c) Según esta ley, ¿qué galaxia se alejará más rápidamente: una galaxia cercana o una lejana?
- d) Calculen la constante de Hubble usando dos puntos V y d de la recta del gráfico.
- e) Calculen la velocidad a la que se aparta una galaxia que se encuentra a una distancia de 50 megapárssecs.

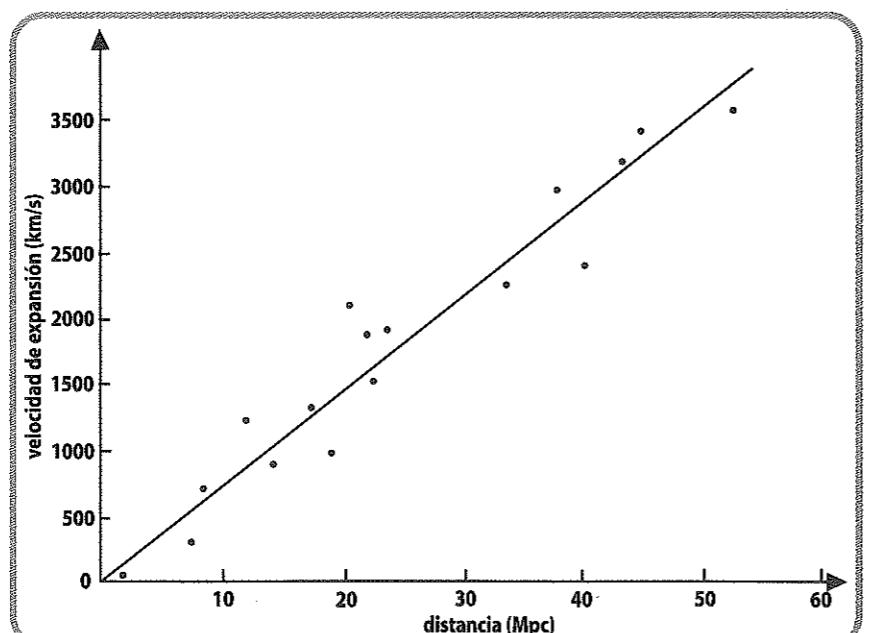
La edad del universo

Usando la ley de Hubble, es posible calcular la edad del universo. Consideren que d es la distancia actual entre dos galaxias. En el momento del Big Bang, $d = 0$, ya que todas las galaxias estaban juntas. Al pasar el tiempo, las galaxias se separaron, a medida que el universo se expandía. La velocidad V es igual a d/t , donde t es el tiempo necesario para que las galaxias se separen en la distancia d actual; por lo tanto, t es la edad del universo. En las fórmulas:

$$V = \frac{d}{t} = H \cdot d$$

simplificando d y despejando t , se obtiene: $t = \frac{1}{H}$.

- f) Calculen la edad del universo t en años. Para hacerlo, transformen los Mpc que aparecen en la constante de Hubble, en km, y los segundos, en años.



© Ángel Estrada y Cia. S. A. - Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

2 Debate: ¿Existe vida extraterrestre?

Si bien aún no se descubrió vida extraterrestre, la posibilidad de su existencia genera mucha especulación. Es importante desarrollar un sentido crítico sobre la información que se recibe y saber diferenciar entre la ciencia y la superstición. En este debate, discutirán las posibilidades de que exista vida extraterrestre y los efectos que este hallazgo tendría sobre la humanidad.

Preparación del debate

Pueden dividirse en grupos, para preparar el debate. A continuación, se presentan sugerencias de discusión sobre cada uno de los temas:

- a) Posibilidades de vida extraterrestre.
 - ¿Qué caracteriza a un ser vivo?
 - ¿Qué requisitos son necesarios para que se mantenga la vida en la Tierra?
 - ¿Cuál es el origen de la vida en la Tierra?
 - ¿En qué lugares del sistema solar, la galaxia o el universo podría haber vida?
 - ¿Qué clase de estrella sería adecuada para albergar vida?
 - ¿Cuáles son las condiciones que debe cumplir un planeta para desarrollar vida?
- b) Posibilidades de vida extraterrestre inteligente.
 - ¿Qué caracteriza a un ser inteligente?
 - ¿Todas las formas de vida evolucionarían hasta llegar a la inteligencia?
 - ¿Qué condiciones especiales debería tener un planeta para desarrollar vida inteligente?
 - ¿Qué factores amenazarían a seres inteligentes?
 - ¿Qué aspectos culturales nos diferenciarían de otros seres inteligentes?
- c) Posibilidad de contacto con extraterrestres.
 - ¿Qué factores dificultarían el contacto con extraterrestres?
 - ¿Cómo se podrían sobrellevar esos inconvenientes?
 - ¿Cómo sería la comunicación con seres extraterrestres inteligentes?
 - ¿Qué son los OVNIs y cómo podrían explicarse?
 - ¿Por qué, si los extraterrestres nos están visitando, solo se dejan ver esporádicamente?
- d) Reacción de la humanidad al contacto con los extraterrestres.
 - Supongan que se descubre vida no inteligente en otro planeta, ¿qué debería hacerse?
 - Supongan que se descubre vida inteligente extraterrestre, ¿qué debería hacerse?
 - ¿Creen que el contacto beneficiaría/perjudicaría a los extraterrestres/humanos?
 - ¿Qué mensaje le darían a extraterrestres inteligentes?
 - ¿Quién representaría a la humanidad ante extraterrestres inteligentes?

El debate

Se designará un moderador diferente para cada tema. Cada grupo expone el tema que preparó, dando razones para cada una de las ideas que propone.

Bajo la dirección del moderador, otro grupo, que actuará como oposición, dará argumentos que invaliden los razonamientos expuestos y generen una discusión constructiva.

Al finalizar la exposición, se hará una ronda general de preguntas.

Al terminar todos los temas, los moderadores expondrán sus conclusiones en un plenario de ideas.



Las eras geológicas

Contenidos

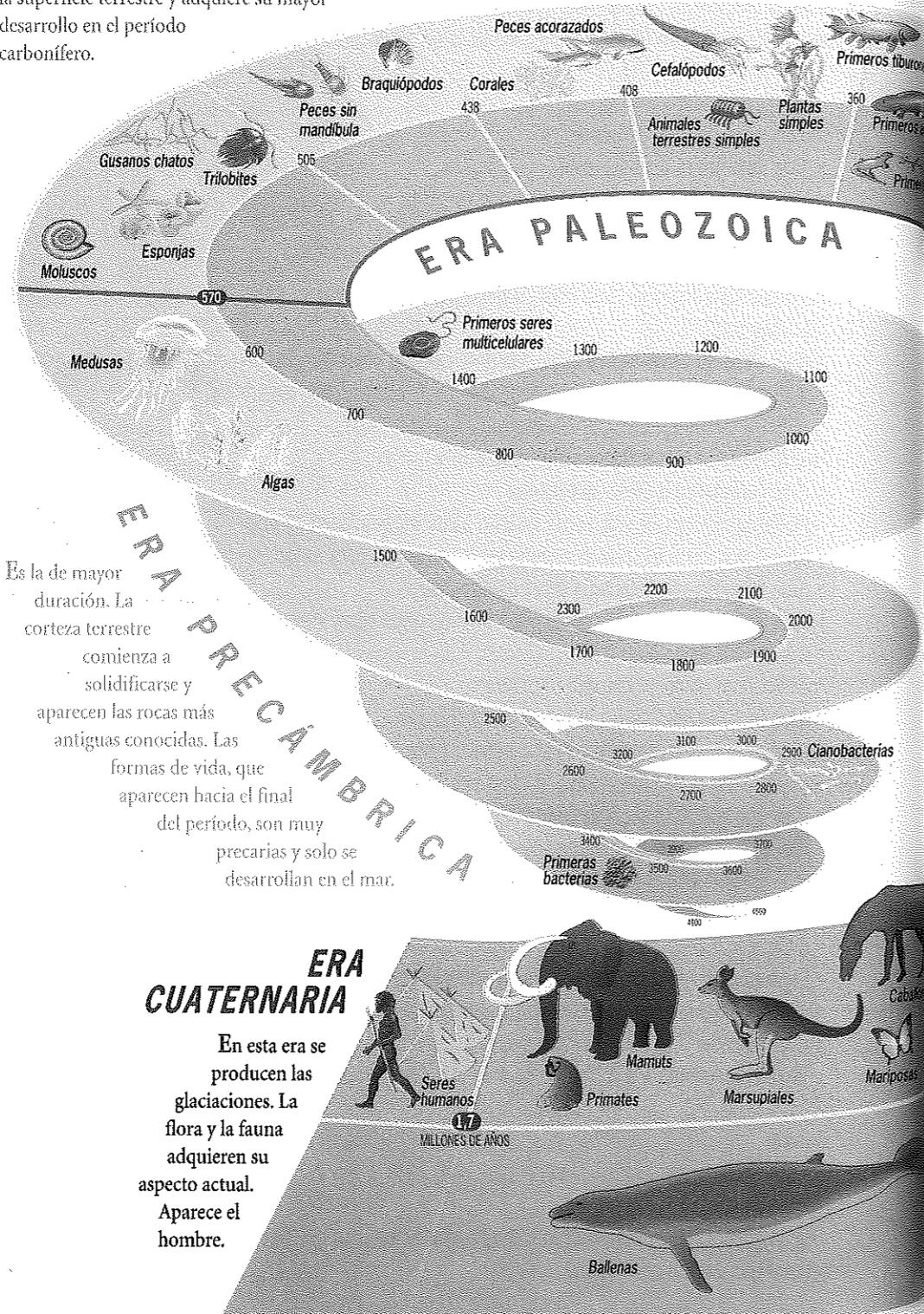
- Tiempo histórico y tiempo geológico.
- La medición del tiempo geológico.
- La formación de la Tierra.
- El origen de la vida.
- Los períodos en la historia de la Tierra.

La espiral evolutiva del planeta Tierra

La Tierra y todo lo que ella contiene (mares y continentes con formas y relieves diferentes, gran diversidad de flora y fauna, los seres humanos y sus civilizaciones) fueron el resultado de una larga evolución geológica. Para estudiar esta evolución, que duró millones de años, se la divide en eras de distinta duración.

BANCO DE DATOS

En esta era, son característicos el avance y el retroceso de las aguas sobre las tierras. La vida vegetal conquista la superficie terrestre y adquiere su mayor desarrollo en el período carbonífero.

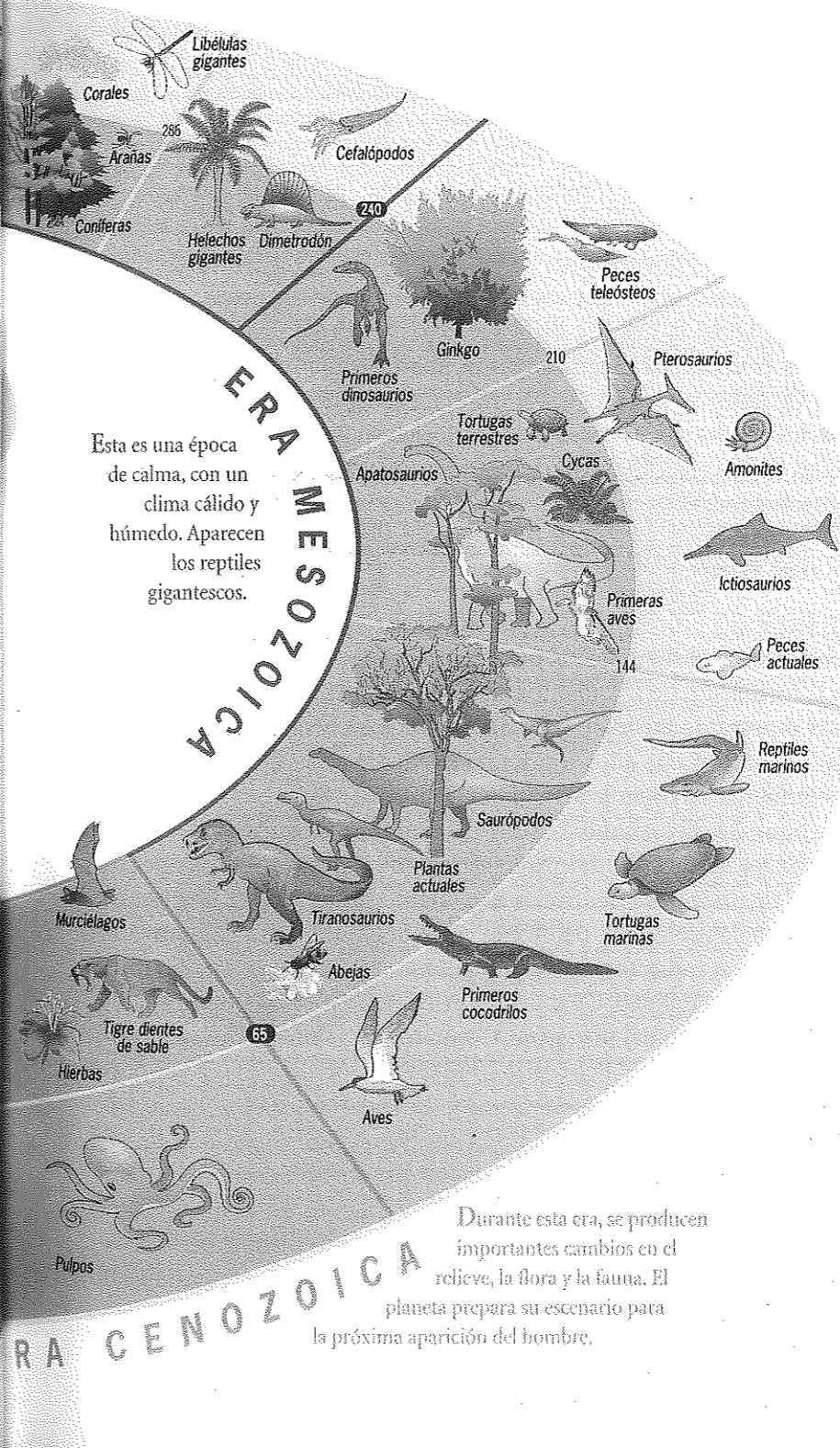


A lo largo del tiempo, la superficie terrestre experimentó cambios que son estudiados por la Geología histórica. Esta disciplina analiza, entre otros aspectos, los minerales y las rocas predominantes en cada época, los restos fosiles de animales y vegetales, la evolución de la vida y las grandes transformaciones que sufrió el relieve. Para estudiar mejor la historia de la Tierra, los científicos la dividen en períodos de distinta duración, con características geológicas y biológicas similares. A estos períodos se los denomina eras geológicas.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos millones de años duró cada una de las eras geológicas?
- En qué era adquiere importante desarrollo la vegetación arbórea?
- En qué era es más variada la vida acuática?
- Coincide la extinción de los dinosaurios con la aparición de los primeros mamíferos? ¿A qué etapa corresponde esta transición?
- En qué era aparecen las primeras aves?
- Los restos fósiles de los ammonites son muy conocidos. ¿A qué era corresponden?
- ¿Cuántos años pasaron desde la aparición de las plantas actuales hasta la actualidad?
- ¿Qué porcentaje de la historia de la Tierra corresponde, aproximadamente, a la historia del hombre?



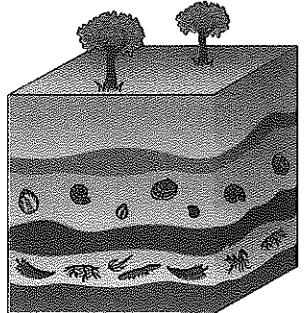
La noción de tiempo geológico

Los cambios que se producen en nuestra vida nos dan la idea del paso del tiempo. Medimos nuestra vida en horas, días, meses y años. Pero ¿qué pasa cuando queremos conocer acontecimientos que sucedieron hace muchos años, antes de la existencia de cada uno de nosotros? En ese caso, recurrimos a una ciencia, la Historia, que estudia el tiempo histórico, es decir, el de la vida de los seres humanos sobre el planeta. La historia de la humanidad, por ser muchísimo más larga que la vida de cualquier persona, se mide en unidades de tiempo mayores que los días, por ejemplo, en décadas, en siglos o en milenios.

Pero la historia de la Tierra comenzó muchísimos años antes de que apareciera el ser humano. El estudio de la evolución del planeta es el objeto de otra ciencia, la Geología, que reconstruye el pasado de la Tierra recurriendo a la noción de tiempo geológico. Este se mide en lapsos que van de las decenas de miles de años a las centenas de millones de años.

Por ejemplo, los primeros documentos escritos por el hombre datan de hace 6000 años. Este es el comienzo de lo que los historiadores reconocen como tiempo histórico. Comparativamente, la historia de la Tierra tiene aproximadamente 4500 millones de años. Este es el tipo de magnitudes que abarca el tiempo geológico.

Para determinar distintos momentos en el transcurso del tiempo geológico, los científicos analizan las edades de las rocas y de los fósiles. Los científicos que estudian los restos fósiles de los seres vivos que vivieron en las distintas épocas del planeta son los paleontólogos. A



Las rocas sedimentarias se depositan en estratos. Una secuencia completa de estratos se denomina columna geológica. Generalmente, los estratos más antiguos se encuentran debajo de los más modernos. El estudio de los estratos permite situar, de manera relativa, los acontecimientos en el tiempo geológico.

La medición del tiempo geológico

Existen diversas técnicas y procedimientos para medir o datar el tiempo geológico.

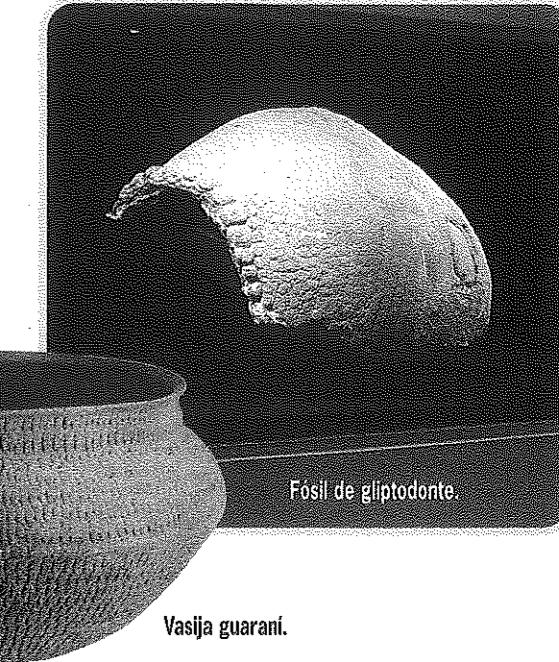
• **Estudio de los sedimentos.** Uno de los métodos consiste en considerar el tiempo necesario para la formación de sedimentos en las épocas actuales y, a partir de la comparación con el espesor de los materiales depositados en otras épocas geológicas, tratar de llegar al cómputo de años transcurridos desde el depósito de los primitivos terrenos sedimentarios hasta la actualidad.

• **Método del carbono-14.** El carbono-14 (C-14) es un isótopo radiactivo del carbono. Los isótopos son los átomos de un mismo elemento químico en cuyos núcleos la suma de la cantidad de protones y neutrones es diferente: el carbono tiene tres isótopos, en los que la suma de protones y neutrones es de 12, 13 y 14, respectivamente. El C-14 se caracteriza por ser radiactivo, es decir que su núcleo, al ser inestable, emite radiación hasta alcanzar la estabilidad. Cuando el núcleo del C-14 termina de estabilizarse, se convierte en un isótopo del nitrógeno. Como todos los seres vivos incorporan carbono durante su vida, los científicos calcularon las proporciones de cada isótopo del carbono que se halla en un organismo vivo. Cuando un ser vivo muere, todo su C-14 continúa desintegrándose, pero ya no es posible que nuevos átomos de este isótopo reemplacen a aquellos que se convierten en nitrógeno. De este modo, la cantidad de C-14 en un resto orgánico disminuye paulatinamente, de acuerdo con leyes matemáticas que están establecidas. Cuando los paleontólogos estudian un resto fósil, pueden determinar su antigüedad midiendo la proporción de C-14 que presenta. Sin embargo, este método solo sirve para fechar los fósiles que no tienen más de 70.000 años de antigüedad, ya que los instrumentos que detectan la presencia de este isótopo, no pueden registrarla más allá de ese período de desintegración. B

A Restos arqueológicos y restos paleontológicos

Para reconstruir la historia de la humanidad, los **arqueólogos** estudian restos materiales de las civilizaciones; por ejemplo, las vasijas, las puntas de flechas y los utensilios que se encuentran cuando se realizan excavaciones.

Por su parte, los **paleontólogos** estudian los restos fósiles vegetales o animales, que generalmente aparecen fragmentados, los cuales deben reconstruir para conocer cómo era su forma completa.

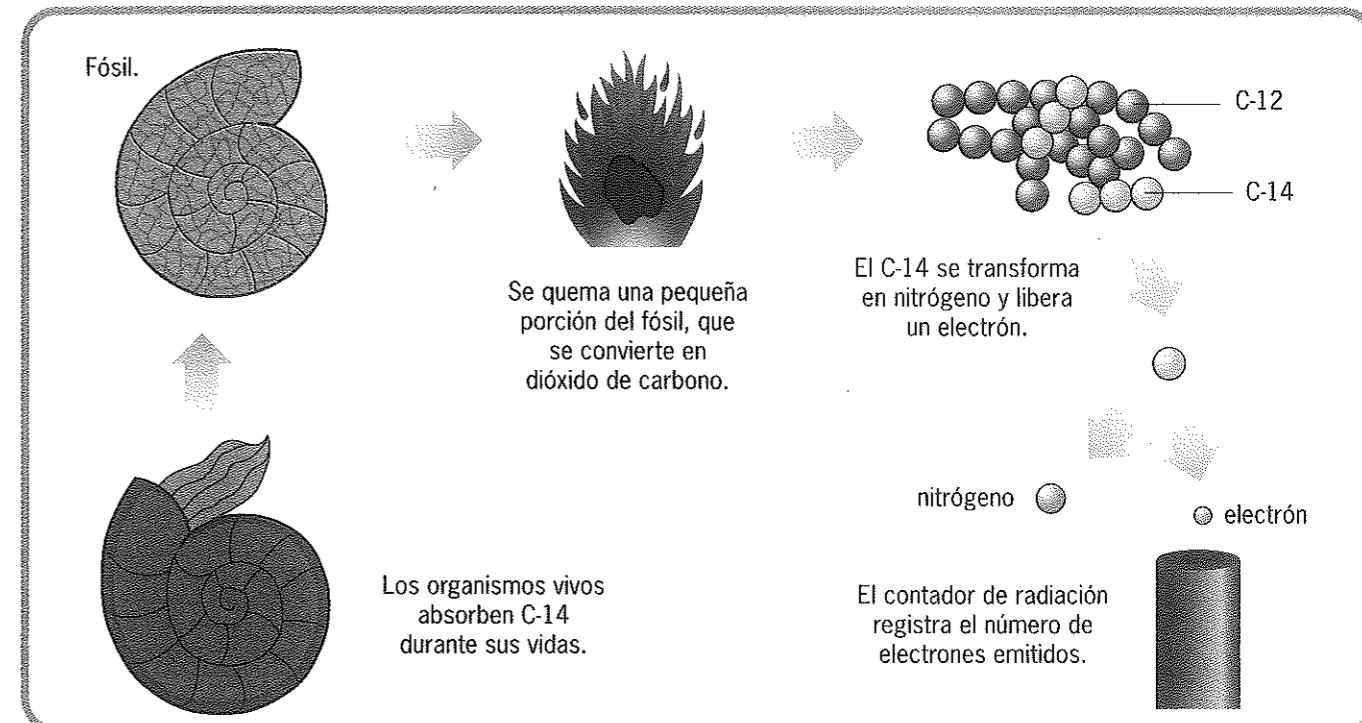


Fósil de gliptodonte.

Vasija guaraní.

La edad de los fósiles más recientes, como el gliptodonte, que fue contemporáneo de los primeros aborigenes sudamericanos, se calcula por el método del carbono-14, un isótopo radiactivo que emite radiaciones hasta alcanzar la estructura estable del nitrógeno. La cantidad de radiaciones emitidas son registradas por medio de instrumentos especiales. Sabiendo que 1 gramo de C-14 tarda 5570 años en reducirse a la mitad, es posible calcular con bastante precisión la antigüedad aproximada del fósil.

B ¿Cómo funciona el método del carbono-14?



ACTIVIDADES

1 ¿Es posible utilizar las mismas unidades de tiempo para los procesos terrestres y para los acontecimientos humanos? Justifiquen la respuesta.

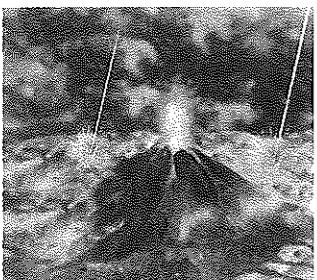
2 ¿Qué estudia cada una de estas ciencias: Historia, Geología, Paleontología? ¿Qué tienen en común? ¿En qué se diferencian?

3 ¿Qué métodos se usan para datar los acontecimientos geológicos?

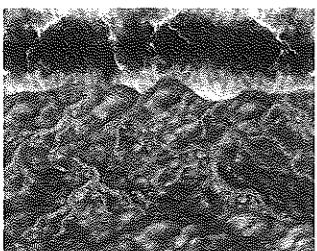
4 ¿Cómo se puede calcular la antigüedad de los restos que encuentran los geólogos y los paleontólogos?

5 Expliquen el método del carbono-14. ¿Cuál es la limitación de este método?

La formación de la Tierra



Los científicos piensan que nuestro planeta se formó hace unos 4600 millones de años y que la consolidación de la corteza duró, aproximadamente, 2600 millones de años.



Es probable que la vida haya comenzado en los océanos, que se convirtieron en un "rico caldo" de compuestos orgánicos.

En los primeros tiempos del sistema solar, hace alrededor de 4600 millones de años, los planetas interiores, entre ellos la Tierra, eran esferas de roca caliente y estéril, que giraban alrededor del Sol.

La Tierra primitiva era un mundo de temperaturas sumamente elevadas, sin agua, sin vida y con una atmósfera envenenada. En ese ámbito, los volcanes hacían erupción casi sin cesar. Los meteoritos y los cometas pasaban centelleando a través de la atmósfera, y al planeta llegaba una intensa radiación cósmica. La corteza, que era delgada e inestable, estaba enteramente compuesta por rocas ígneas de color oscuro, en medio de las cuales, los ríos y los estanques de roca fundida emitían un constante resplandor rojizo. En la turbulenta atmósfera de ese mundo, que carecía de oxígeno, se producían tormentas eléctricas constantes, pero no llovía.

Paulatinamente, los elementos que constituyan esa Tierra primitiva comenzaron a formar compuestos. Los compuestos más pesados se hundieron, de modo que formaron un núcleo muy denso en la zona más interna. Alrededor de ese núcleo, se constituyó la parte superficial, formada por los materiales más livianos.

Debido a la fuerza de la gravedad, la Tierra comenzó a reducirse. La compresión interna, junto con la acción de diversos procesos radiactivos, generó calor, y se elevó extraordinariamente la temperatura.

A continuación, la Tierra comenzó a enfriarse rápidamente, lo que permitió que los materiales fundidos de las capas superficiales se consolidaran en una corteza rocosa. Progresivamente, la atmósfera perdió gran parte de su humedad, la cual, al enfriarse, se condensó y provocó las primeras lluvias. El agua de las lluvias, al entrar en contacto con la corteza terrestre, acumuló sales y corrió por la superficie terrestre, se depositó en sus depresiones y dio origen al océano primitivo.

La corteza consolidada formó los primeros núcleos continentales, que se conocen con el nombre de **cratones**.

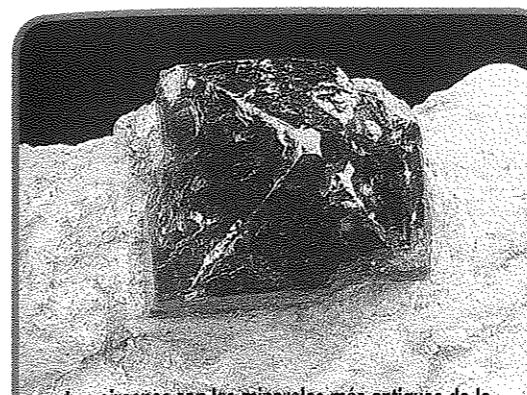
El origen de la vida

Según los científicos, la vida en la Tierra se originó hace unos 3500 millones de años, cuando se dieron las condiciones necesarias para que ciertos elementos químicos se combinaran para generar moléculas orgánicas muy sencillas, a partir de los compuestos inorgánicos. Esas condiciones fueron: la presencia en la atmósfera de compuestos sencillos de carbono, como el dióxido de carbono; la presencia de abundante agua, y las fuentes de energía, como la radiación ultravioleta del Sol, la electricidad de las tormentas, o las fuentes hidrotermales de las erupciones volcánicas, que favorecieron las uniones químicas.

La vida es el resultado de un proceso evolutivo de la materia orgánica, progresivo y complejo, que se puede sintetizar en los siguientes pasos:

- Las primeras reacciones químicas, que se produjeron en la atmósfera o en el mar primigenio, habrían formado moléculas de hidrocarburos.
- Los hidrocarburos se habrían unido a otras sustancias, para dar lugar a moléculas más complejas, como los azúcares y los aminoácidos. También se habrían formado las primeras moléculas de base nitrogenada, que constituyen los ácidos nucleicos.
- Posteriormente, los ácidos nucleicos habrían constituido cadenas de aminoácidos y se habrían sintetizado las primeras proteínas. Los ácidos nucleicos se rodearon de proteínas y lípidos que constituyeron membranas. Así se habrían formado las primeras células.

A Las rocas y los minerales más antiguos

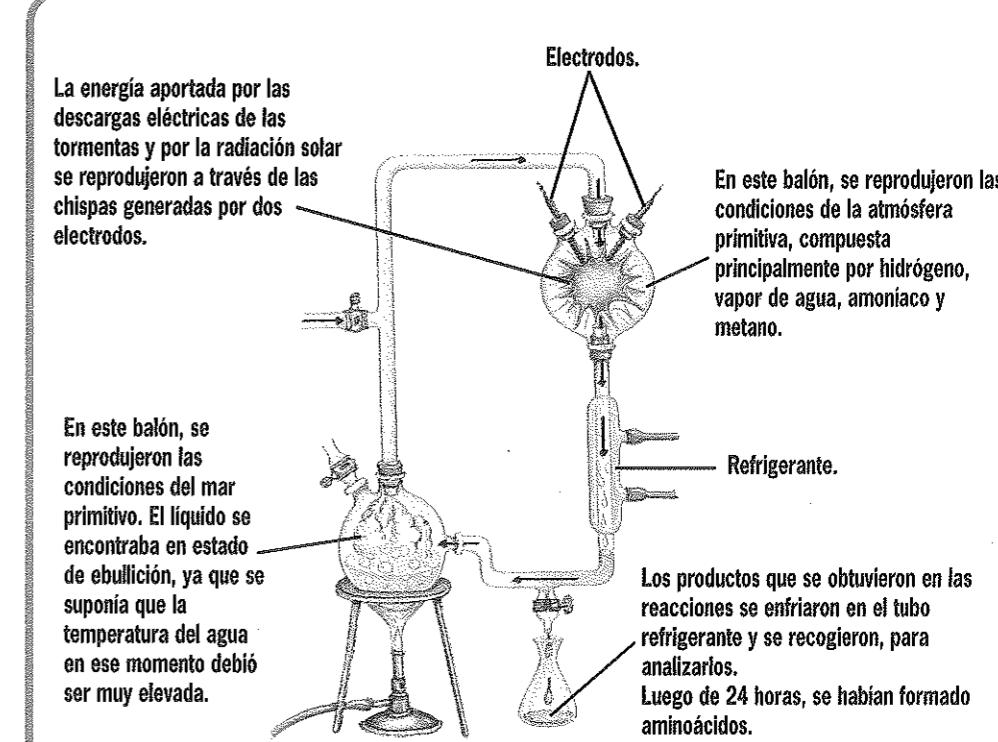


Las muestras más antiguas de rocas que se conocen en la actualidad están en los gneises de Acosta, en el noroeste de Canadá, y tienen una edad de 4030 millones de años.

El único material terrestre más antiguo que esos gneises de Acosta son unos minerales, los circones, que se hallaron en rocas del oeste de Australia. El circo es un mineral muy duro, que resiste muy bien la erosión y el transporte, así como los procesos de fusión. Por esta razón, es común encontrar circones más antiguos que la roca que los contiene, tanto en medios sedimentarios como ígneos. En Australia, fue posible datar, de manera muy precisa, circones de hasta 4404 millones de años. Esto significa que esos minerales probablemente formaron parte de la primera corteza terrestre, que se consolidó luego del enfriamiento y de la cristalización del océano de magma primordial.

B El experimento de Stanley Miller

A comienzos de la década de 1950, el científico estadounidense Stanley Miller diseñó un dispositivo mediante el cual intentaba imitar las condiciones que se daban en la Tierra en el momento en que se originaron las primeras células. Al cabo de 24 horas, logró que, a partir de sustancias inorgánicas, se formaran moléculas orgánicas complejas: los aminoácidos, que son las unidades a partir de las cuales se constituyen las proteínas.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Cómo eran las condiciones en la Tierra, cuando acababa de formarse el planeta?
- 2 ¿Podrían haberse desarrollado seres vivos, en esas condiciones? ¿Por qué?
- 3 ¿Cuántos años tienen las rocas y los minerales más antiguos que se conocen?
- 4 ¿Cómo se formaron los mares y los continentes?
- 5 ¿Cuándo se supone que se formaron los primeros compuestos orgánicos?
- 6 ¿Qué demuestra el experimento de Stanley Miller?
- 7 ¿Cómo estaba compuesta la atmósfera primitiva?

Las etapas en la historia de la Tierra

Los geólogos dividen la historia de la Tierra en eras, períodos y épocas. Las eras son las etapas de mayor duración y presentan características bien definidas. Se identifican cinco eras geológicas: la era precámbrica abarcó los primeros cuatro millones de años de existencia del planeta; la era paleozoica, que duró alrededor de 325 millones de años y terminó con la aparición de los dinosaurios; la era mesozoica, de 180 millones de años de duración, concluyó con la desaparición de los dinosaurios; la era cenozoica, que se extendió desde hace unos 65 millones de años hasta hace un millón y medio de años, se caracterizó por el desarrollo de los mamíferos; la era cuaternaria, que se extiende hasta el presente, se destaca por la aparición de los seres humanos.

La era precámbrica

La era precámbrica abarcó más del 87 % de todo el tiempo geológico. En efecto, comprendió desde el momento de la formación de la Tierra, hace unos 4600 millones de años, hasta hace aproximadamente 570 millones de años.

En esta era se originaron y se desarrollaron los primeros organismos procariotas, constituidos por una sola célula, cuyo material genético no estaba encerrado en un núcleo. La evidencia de vida más antigua es el fósil microscópico de una bacteria que vivió hace 3600 millones de años. Posteriormente, aparecieron los primeros seres unicelulares eucariotas (es decir, con el material genético contenido en un núcleo) y los primeros organismos multicelulares invertebrados, semejantes a los gusanos. Todas estas formas de vida eran marinas.

Los terrenos precámbnicos constituyeron cratones o escudos, y formaron las partes inferiores estables de los continentes. En este período se formaron los escudos Canadiense, Báltico y Siberiano, en el hemisferio norte, y los macizos Australiano, Africano, de Brasilia y de la Patagonia, en el hemisferio sur. A

La era paleozoica

La era paleozoica, también denominada primaria, comenzó hace 570 millones de años y finalizó hace 245 millones de años, es decir que duró 325 millones de años. Por su etimología, el nombre paleozoica significa “vida antigua” (del griego, *paleos*, antiguo, y *zoe*, vida). B

Durante esta era, se observó un notable incremento en el desarrollo de los seres vivos. Al principio, tuvo lugar la evolución y la diversificación de gran cantidad de especies de invertebrados marinos con exoesqueleto, como los corales, los trilobites y los braquíopodos. Hacia la mitad de la era, evolucionaron los primeros peces con mandíbula, los primeros insectos, y, poco después, los primeros anfibios, que comenzaron a poblar los ambientes terrestres. También iniciaron su evolución las primeras plantas terrestres. Al final de la era paleozoica, se desarrollaron las grandes selvas del período carbonífero y aparecieron los primeros reptiles.

Durante esta era, existían dos continentes: Laurasia, situado en el hemisferio norte, formado por lo que actualmente son América del Norte, Europa y el subcontinente chino-siberiano; y Gondwana, en el hemisferio sur, estaba formado por lo que actualmente son Australia, África, América del Sur, la India y la Antártida. Entre ambos continentes se encontraba el mar de Tethys. Al final de la era paleozoica, los fragmentos continentales se unieron y formaron un solo continente, denominado Pangea. C

La evidencia más antigua de vida en el planeta fue hallada en Australia, y es el fósil microscópico de esta cianobacteria, que vivió hace 3600 millones de años. La mayoría de los fósiles precámbnicos son diminutos. Las especies de mayor tamaño que vivieron en la primera parte de la era precámbrica carecían de partes duras, por lo que no pudieron formar fósiles. Los primeros restos fósiles abundantes de animales un poco más grandes son de hace 600 millones de años.

B Los períodos de la era paleozoica

El largísimo transcurso de tiempo que comprende la era paleozoica se divide en seis períodos. Estos períodos son, del más antiguo al más moderno, los siguientes: cámbrico, ordovícico, silúrico, devónico, carbonífero y pérmino. Los cuatro primeros nombres aluden a territorios británicos donde tales estratos fueron definidos, por primera vez, por los geólogos de la primera mitad del siglo xix; el cuarto responde a la gran abundancia de carbón que lo caracterizó; y el último, a la localidad rusa de Perm.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cómo son los fósiles más antiguos que se conocen?
- 2 ¿Qué formas de vida se desarrollaron durante la era precámbrica?
- 3 ¿En qué era los seres vivos conquistaron el ambiente terrestre?
- 4 ¿Qué tipo de fósiles son característicos de la era paleozoica?
- 5 ¿Cuándo se formó la Pangea?
- 6 ¿En qué períodos se divide la era paleozoica? ¿A qué se deben sus nombres?

A Orogenias, plegamientos y geosinclinales



Las sierras pampeanas se formaron durante la era paleozoica.



La cordillera de los Andes se formó durante la era cenozoica.

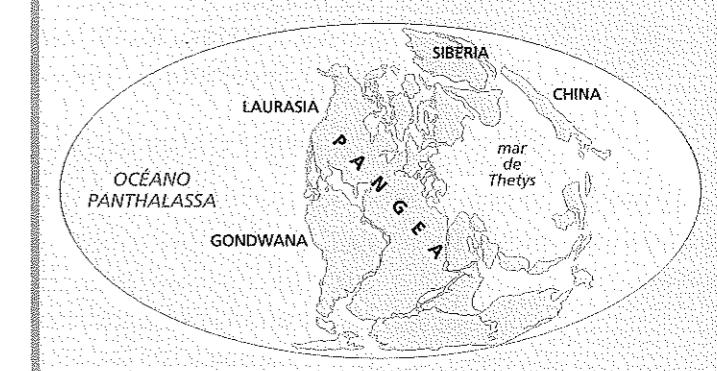
A lo largo de su historia, la corteza terrestre sufrió diversas modificaciones producidas, entre otros factores, por los movimientos del interior de la Tierra, llamados **orogenias**, que dieron origen a las montañas, por plegamientos y por fracturas. Otro factor que intervino en la configuración de la corteza fue la acumulación de sedimentos en las fosas marinas, denominadas **geosinclinales**.

En la era precámbrica se produjo la primera orogenia denominada **hurónica** (del lago Hurón, en Canadá), donde se formaron, por ejemplo, los montes Laurénticos, actualmente en Canadá y Groenlandia.

Durante la era paleozoica, en el interior del mar de Tethys, se formaron geosinclinales con acumulación de sedimentos, producidos a partir de la erosión de las montañas precámblicas. Además, tuvieron lugar dos orogenias: la caledónica, que plegó los montes escandinavos, las montañas de Escocia, los Apalaches y, en la Argentina, las sierras pampeanas, y la orogenia hercínica, que, entre otras formaciones, generó los montes Urales, entre Europa y Asia, y la precordillera y el sistema de Ventania, en la Argentina.

En la era cenozoica, se produjo la última orogenia conocida, denominada **alpina**.

C La formación de la Pangea



La era mesozoica

La era mesozoica se divide en tres períodos: triásico, jurásico y cretácico.

La era mesozoica (etimológicamente, “vida media”) se conoce también con el nombre de **era secundaria**. Comenzó hace 245 millones de años y finalizó hace 65 millones de años, es decir que duró 180 millones de años. En esta era, la vida adquirió cada vez mayor desarrollo y variedad. Los animales invertebrados más representativos fueron unos moluscos llamados amonites. También fueron importantes los equinodermos, como los erizos de mar, y algunos braquiópodos. Los vertebrados tuvieron una gran expansión, en particular, un grupo de reptiles, los dinosaurios, que llegaron a dominar la Tierra. Estos seres convivieron con los primeros mamíferos y con las primeras aves. En el final del período cretácico, hace unos 67 millones de años, la mayoría de los dinosaurios comenzó a extinguirse. **A**

La vida vegetal incluyó una gran variedad de algas marinas. En tierra firme, se desarrollaron especies de hojas perennes, como las coníferas y los helechos gigantes, y aparecieron las primeras plantas con flores.

El supercontinente Pangea, que se había formado al final de la era paleozoica, sufrió, a lo largo de la era mesozoica, la fragmentación y la separación de sus distintas placas, en un proceso que continuaría en la era cenozoica. **B**

La era cenozoica

La era cenozoica se divide en cinco períodos: paleoceno, eoceno, oligoceno, mioceno y plioceno.

La era cenozoica (etimológicamente, “vida nueva”) se conoce también con el nombre de **terciaria**. Se extendió desde hace 65 millones de años hasta hace un millón y medio de años. Esta fue la era de los **mamíferos**: en ella se desarrollaron caballos pequeños, rinocerontes, tigres, rumiantes y ballenas. También aparecieron miembros de las familias de los gatos y de los perros. Los marsupiales eran numerosos, y surgieron los simios antropoides (semejantes a los humanos). Al final del período, los mamíferos con placenta alcanzaron su apogeo.

En la era cenozoica continuaron dispersándose los continentes formados en la era anterior, y el choque entre las placas produjo varias cadenas de montañas: los Andes, los Alpes, los Pirineos, el Himalaya y, en general, las cadenas montañosas de mayor envergadura. Todas ellas se engloban dentro de la **orogenia alpina**.

La era cuaternaria

La era cuaternaria se divide en dos períodos: pleistoceno y holoceno.

Esta era, que se extiende desde hace un millón y medio de años hasta la actualidad, se denomina también **era antropozaica** (del griego, *anthropos*, ser humano, y *zoe*, vida). Esta denominación alude a que, en los estratos correspondientes a esta era, se encontraron los restos de los antecesores del género humano. En efecto, en esta era aparecieron los primeros hombres dotados de inteligencia, la cual les permitió, muy lentamente, utilizar herramientas para hacer más fácil su existencia. Continuó el desarrollo de los grandes mamíferos, la mayoría de los cuales sobrevive en la actualidad, como los búfalos y los elefantes. Algunos, como los mamuts o mastodontes y el gran tigre dientes de sable, están extinguidos.

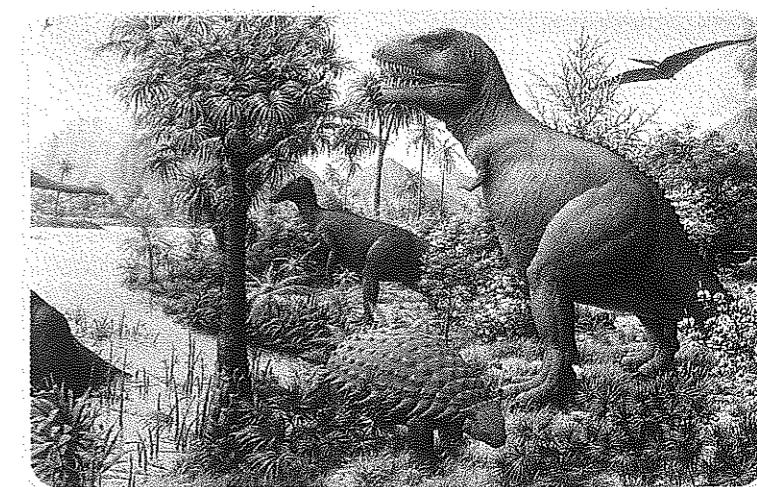
A comienzos de esta era se produjeron las cuatro glaciaciones, que invadieron con sus hielos las altas montañas de todo el planeta. En la última fase de la era cuaternaria, con el fin de la última glaciación, el relieve terrestre adquirió una configuración semejante a la actual y comenzó el dominio de la especie humana, el *Homo sapiens*.

A ¿Por qué se extinguieron los dinosaurios?

Los dinosaurios se extinguieron en masa al terminar la era mesozoica. Muchas de las numerosas hipótesis que se propusieron para explicar este fenómeno fueron descartadas. Algunos científicos piensan que la explicación podría hallarse en la caída de un meteorito gigantesco.

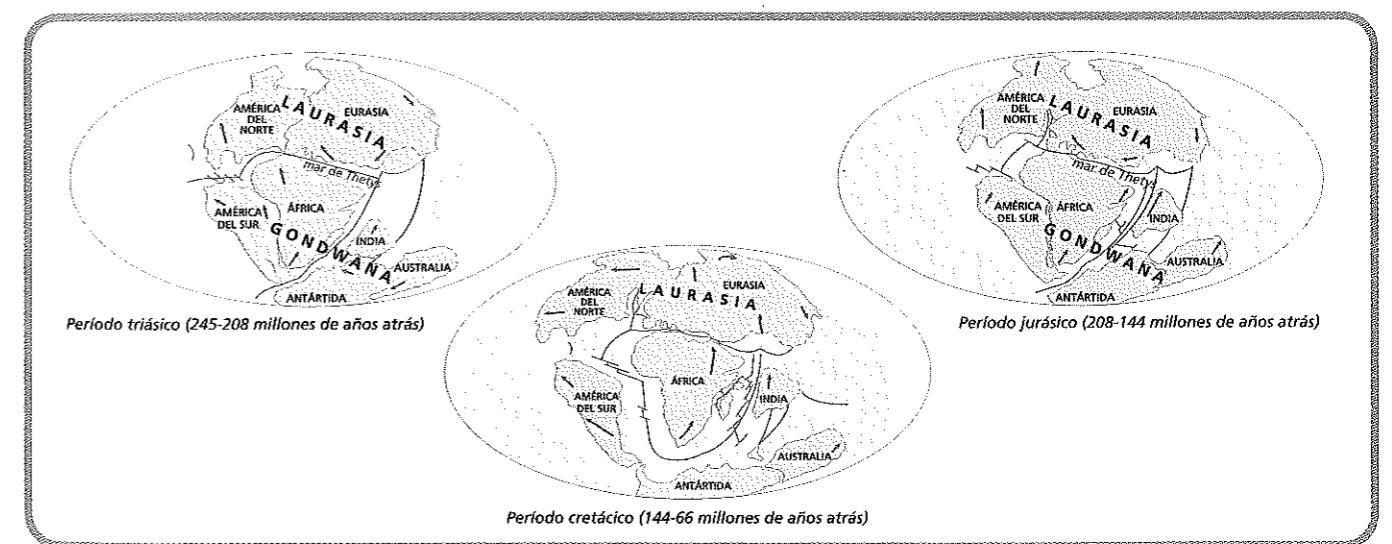
Hace varios años, se descubrieron, en Italia, sedimentos del cretácico con una concentración de iridio anormalmente alta. El iridio es un material raro en las rocas terrestres, pero abundante en algunos meteoritos. A partir de ese hallazgo, algunos investigadores propusieron que el impacto de un meteorito habría provocado la extinción masiva de los dinosaurios.

El proceso habría sido el siguiente: con el choque de un meteorito gigante (de 10 km de diámetro), habría volado a la atmósfera una masa considerable de la corteza terrestre; además, el calor generado por el impacto habría causado enormes incendios. Como consecuencia de estos fenómenos, la luz del Sol habría quedado obstaculizada durante varios meses. Al no producirse la fotosíntesis, las cadenas alimentarias se habrían derrumbado. Según algunos paleontólogos, los dinosaurios ya estaban en plena decadencia y condenados a la extinción, a fines de la era mesozoica. Si el impacto del meteorito realmente tuvo lugar, este hecho podría haber acelerado el proceso.



B La evolución de la corteza terrestre

Durante la era mesozoica, la Pangea sufrió la fragmentación en placas, las que evolucionaron hasta formar los relieves actuales. En los bordes de las placas, se produjeron, durante la era cenozoica, los ciclos orogénicos que dieron origen a las montañas más altas del planeta.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuándo comenzó a separarse la Pangea?
- 2 ¿Qué orogenia es característica de la era cenozoica? Nombren relieves del mundo que tengan ese origen.
- 3 ¿Qué factores determinaron la extinción de los dinosaurios en la era mesozoica?
- 4 ¿En qué era se desarrollaron las coníferas y las plantas con flores?
- 5 ¿Convivió el *Homo sapiens* con los dinosaurios? ¿Y con los mamuts? Justifiquen sus respuestas.
- 6 ¿Qué son las glaciaciones? ¿En qué era se produjeron?

Un hallazgo geológico

Entrevista al geólogo cordobés, Dr. Ricardo Astini, especialista en Geología histórica y Estratigrafía. Sus investigaciones, que sirven para corroborar la edad de las rocas, la correspondencia entre los movimientos orogénicos y el desplazamiento de los continentes, significan un verdadero avance en el conocimiento de las Ciencias de la Tierra.



Ricardo Astini, Dr. en Geología.

—Dr. Astini, ¿cuáles son los aspectos básicos de sus últimos descubrimientos?

—He comprobado que, hace quinientos millones de años, un islote desprendido del borde del continente de Laurasia, más exactamente, un fragmento ubicado en la frontera con los montes Apalaches (actualmente, en los Estados Unidos), derivó hacia el sur y hoy constituye parte de la precordillera en nuestro país.

—¿Cómo ocurrió este fenómeno?

—Al parecer, no bien el islote se separó del continente madre, Laurasia, se fue desplazando hacia Gondwana. Navegó durante veinte millones de años, hasta que encalló en estas costas. Cuando el océano Atlántico dividió Gondwana en África y Sudamérica, hace doscientos millones de años, el territorio viajero quedó como parte de las costas sudamericanas. Y más recientemente, cuando se formó la cordillera de los Andes, lo empujó hacia el este, a su ubicación actual.

—¿De qué manera se puede compro-

bar la conexión entre los Apalaches y la precordillera?

—Esta historia de separaciones y viajes quedó grabada en los restos fósiles de la precordillera. Los fósiles más antiguos, de más de quinientos millones de años, son iguales a los de Laurasia, su continente madre. Poco después, comenzaron a diferenciarse. La diferenciación corresponde al período de aislamiento de este islote o fragmento de tierra. Finalmente, en los estratos más modernos, apareció la fauna típica de Gondwana. Esto demuestra que, para esa época, el fragmento naufrago ya estaba ligado a este supercontinente, cuya fauna lo invadió.

—¿Qué ocurrirá en el futuro, si los continentes se siguen moviendo?

—Los Andes continúan elevándose, la erosión los desgasta casi a la misma velocidad con que ascienden. Tal vez, dentro de unas cuantas decenas de millones de años, tengan un aspecto similar al de las sierras de Córdoba. Sudamérica y África

se alejan, debido a que el Atlántico se ensancha a razón de cuatro centímetros por año. Australia se desplaza hacia Asia. California terminará por separarse del continente americano, navegará hacia el oeste por el Pacífico, en un proceso muy parecido al que sufrió la precordillera al separarse de Laurasia.

—Debido a que estuvieron unidas y tienen el mismo origen geológico, ¿puede haber riqueza minera, como la de los montes Apalaches, en la precordillera?

—Es muy probable que sí. La semejanza entre las estructuras geológicas de ambas formaciones permite suponer que también debe haber oro y petróleo en la precordillera. A nadie se le había ocurrido hacer un estudio de este tipo en la zona; sin embargo, a partir del descubrimiento científico, varias empresas mineras y petroleras se mostraron muy interesadas en el asunto.

Fuente: adaptado de una nota de la revista

"Nueva", N° 476, 1998.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál les parece que es la importancia del descubrimiento del Dr. Astini?
- 2 Sobre la base de la explicación que brinda el entrevistado, esquematicen el recorrido que realizó el fragmento de lo que hoy es la precordillera, a lo largo de las distintas eras.
- 3 Transcriban las partes de la entrevista que se refieren al estudio de los restos fósiles y las que se refieren a las series estratigráficas.
- 4 Realicen un dibujo donde muestren la estratigrafía de la zona estudiada por el Dr. Astini.

1 Con la información que figura en el capítulo:

- a) Realicen un gráfico de torta para representar la duración de cada una de las eras geológicas.
- b) Completen el siguiente cuadro:

Era	Período	Acontecimientos geológicos	Acontecimientos biológicos
Cuaternaria			
Cenozoica			
Mesozoica			
Paleozoica			
Precámbrica			

2 Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

- Las montañas hercínicas son elevadas, ya que están poco erosionadas.
- Las montañas de la cordillera de los Andes, del plegamiento andino, presentan cimas agudas, vertientes pronunciadas, grandes alturas.
- Los primeros invertebrados marinos datan de la era precámbrica.
- Los primeros insectos aparecieron en la era paleozoica.
- A la era cenozoica se la conoce como "edad de los mamíferos".
- Los dinosaurios se extinguieron al final de la era cenozoica.
- Los primeros organismos fueron células procariotas, semejantes a las bacterias actuales.

3 Ordenen, cronológicamente, los siguientes acontecimientos e indiquen a qué era pertenecen:

- | | |
|--|--------------------------------|
| relieve actual | orogenia hercínica |
| aparición de los protozoos | aparición de los equinodermos |
| aparición de los insectos y los anfibios | orogenia hurónica |
| formación del océano Atlántico | separación de América y África |
| crátones | primeras células procariotas |
| aparición de las ballenas | primeros invertebrados marinos |
| trilobites | mar de Thetys |
| braquíópodos | orogenia alpina |
| aparición de las plantas con flores | rinocerontes |
| Pangea | mastodontes |
| simios antropoides | extinción de los dinosaurios |
| primeros peces | primates |
| primeros reptiles | glaciaciones |
| dinosaurios | Homo sapiens |
| amonites | orogenia caledónica |

1 ¿Cómo trabajan los paleontólogos?

La siguiente lectura les permitirá conocer cómo realizan los paleontólogos sus trabajos de campo y cómo se realizan las tareas en el laboratorio del museo.

Lean el siguiente texto y resuelvan las consignas que se formulan:

PLANIFICACIÓN

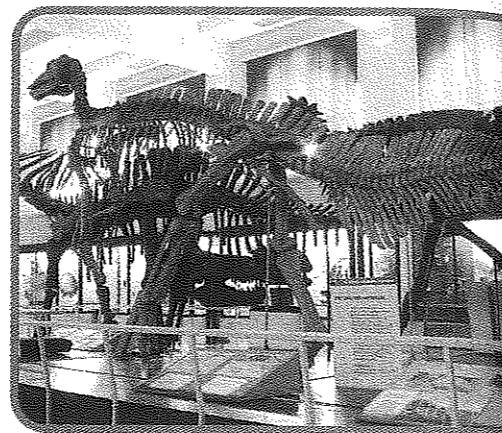
Las expediciones para realizar trabajos de campo de Paleontología deben planearse con bastante anticipación, debido, principalmente, a la necesidad de conseguir los fondos económicos, que cada día son más escasos, y reunir un grupo de voluntarios.

Hay que definir exactamente la zona de búsqueda. Para ello, se consulta la información previa acerca de la existencia de restos fósiles en el área. En la actualidad, algunos de los principales sitios de búsqueda de la Argentina se encuentran en la Patagonia, en el Valle de la Luna y en Ischigualasto (provincia de San Juan), y en casi todo el sector marítimo, en especial, el bonaerense.



Una vez definida el área, se debe solicitar el permiso con los propietarios del terreno, y conseguir los vehículos adecuados, capaces de acceder a los terrenos más difíciles y de trasladar varios cientos de kilos.

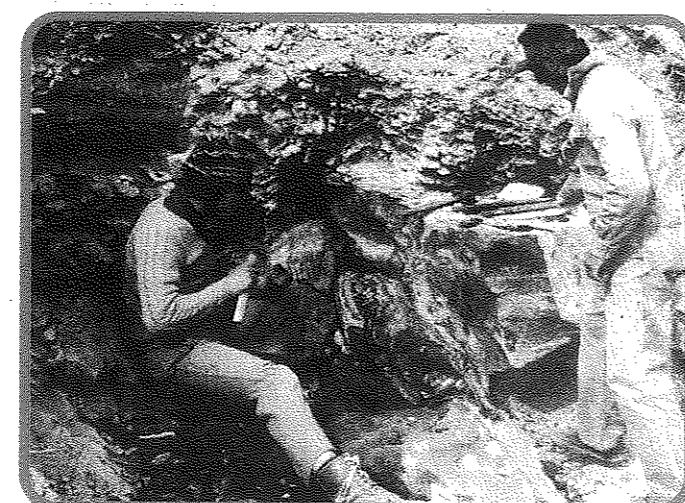
Además, hay que preparar tiendas de campaña, un laboratorio móvil, una provisión de agua segura, alimentación adecuada y el resto de las previsiones habituales para un campamento. Entre los materiales necesarios, se encuentran: martillos, picos, palas, formones, destornilladores, cucharines y pinceles, cepillos, arpillería, yeso, madera, alambres gruesos, resinas plásticas y productos químicos para endurecer los restos fósiles y el sedimento que los acompaña, instrumental óptico de laboratorio, cámaras fotográficas y de video, y artefactos de medición.



LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Para rescatar una muestra, se excavan zanjas profundas alrededor del fósil. Los huesos aislados se extraen de a uno, mientras que aquellos que se encuentren aún articulados o semiarticulados son extraídos en grupo. Se los cubre con papel húmedo o con papel de aluminio para aislarlos completamente, y luego se los envuelve con arpillería embebida en yeso. En algunos casos, se utilizan, además, productos químicos plásticos y estructuras de hierro. Todo el material queda cubierto en un enorme bloque de yeso, que forma una protección dura como una coraza.

Los huesos pequeños pueden ser trasladados en la mano, o entre dos o tres personas; pero para mover los grandes bloques, deben utilizarse distintas técnicas, desde trineos, carretas, camiones, hasta grúas especiales y, en algunos casos, helicópteros. Si bien se puede tratar de un fósil de tamaño modesto, la roca a la que está adherido puede pesar varias toneladas.



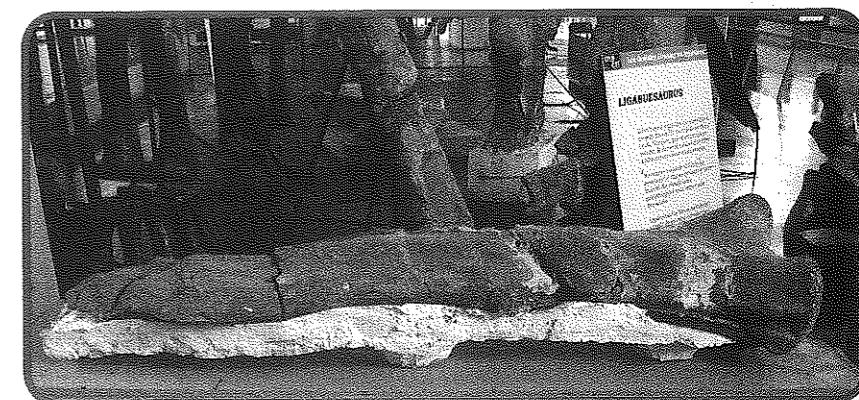
© Ángel Estrada y Cia. S. A. – Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

LA PREPARACIÓN DE LOS HUESOS EN EL MUSEO

Una vez que llegan los materiales del campo al museo, son descargados y puestos en grupos relacionados entre sí. El trabajo de laboratorio está a cargo de personal técnico especializado. Se trata de una tarea fascinante, semejante a la realización de una escultura, en la que la figura del fósil se hace visible poco a poco.

En primer lugar, se retira la cubierta de yeso y se deja secar la muestra. Luego, se limpia con instrumental, del tipo odontológico, toda la superficie del hueso. Una vez que el hueso está limpio y se pegaron las partes fracturadas, se lo pinta con lacas sintéticas y otros productos químicos, para endurecerlo.

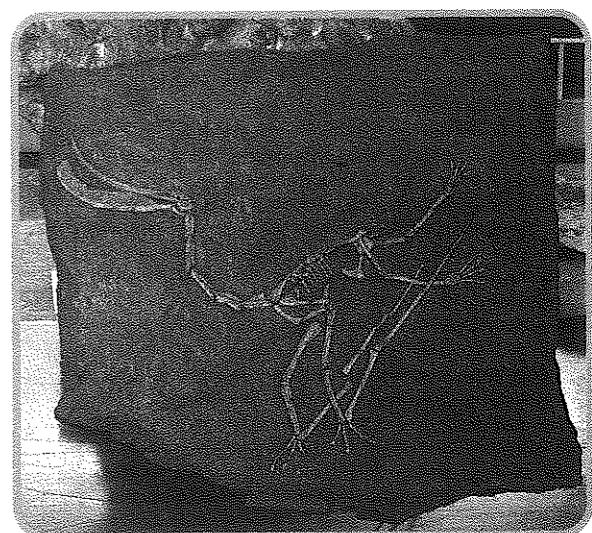
Por último, el material es introducido en un inventario o una base de datos, en la que se les asigna un número a todas las piezas del mismo ejemplar, y se incluyen todos los datos geográficos, geológicos, biológicos y técnicos relevantes para futuras consultas.



PREPARACIÓN DE LOS MOLDES Y DE LAS COPIAS

Cuando un resto fósil presenta un interés especial, los paleontólogos suelen hacer copias fieles a la pieza original.

El primer paso consiste en hacer los moldes de la pieza del organismo que se quiere copiar. En la actualidad, los moldes suelen hacerse con plásticos flexibles, que se separan con facilidad del hueso y permiten copiar la muestra con el mayor detalle. Las copias que se realizan actualmente en nuestro país son de alta calidad, y solo con un detalle minucioso es posible distinguir entre la pieza original y la copiada.



ESTUDIO E INTERPRETACIÓN DE LAS MUESTRAS

Los paleontólogos preparan una descripción formal de todos los huesos de que se dispone. Si se trata del hallazgo de un esqueleto, por lo general, su descripción comienza por el cráneo, y sigue con la columna vertebral, desde las vértebras cervicales hasta las caudales, la cintura torácica y las extremidades anteriores, la cintura pélvica y las extremidades posteriores, y, por último, las costillas.

El material obtenido tiene dos caminos probables dentro del museo. Uno de ellos es la exhibición pública. Pero lo más habitual es que acreciente la colección sistemática de la institución y que no se encuentre al alcance del público, aunque sí pueden acceder a él los investigadores, que lo consultarán periódicamente.

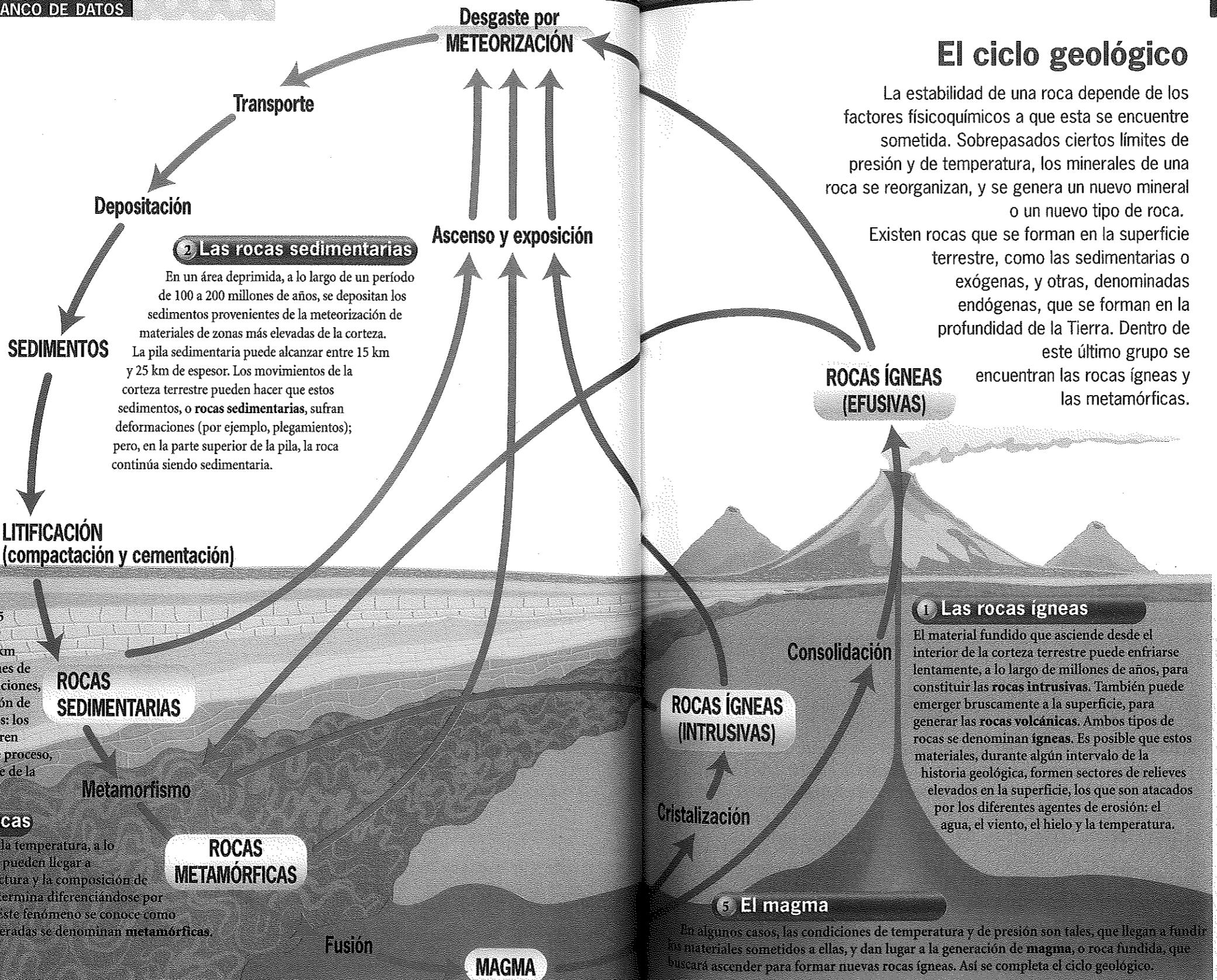
- Fuente: datos tomados de la página web www.paleontologia.deargentina.net.ar, cuyo autor es Mariano Magnussen Saffer, paleontólogo del Museo de Ciencias Naturales "Lorenzo Scaglia", de Mar del Plata.
- Realicen una lista de las acciones que se llevan a cabo para obtener una pieza paleontológica.
 - Agrupen las acciones de la lista anterior, según correspondan al trabajo de campo y al trabajo en el museo.
 - En un mapa de la Argentina, localicen los principales lugares de interés paleontológico.
 - Expliquen por qué motivos la preparación de una expedición paleontológica demanda un soporte económico importante.
 - Expliquen qué destinos se les puede dar a las piezas y a las copias que se preparan en un museo.

Las rocas y los minerales

Contenidos

- Los minerales y las rocas en el desarrollo de la humanidad.
- La formación de los minerales.
- Las rocas ígneas.
- Las rocas metamórficas.
- Las rocas sedimentarias y el registro geológico.

BANCO DE DATOS

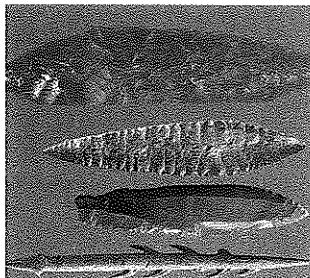


La corteza terrestre está integrada por minerales y rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. El ciclo geológico muestra las relaciones entre los procesos internos y externos de la Tierra y el modo en que cada grupo de rocas se relaciona con los demás. Así se constituye un complejo medio físico en el cual se desarrolla la vida del hombre. Desde los comienzos de la humanidad, la historia registra una estrecha relación entre las sociedades y los recursos geológicos, que se manifiesta, en nuestros días, en la preocupación por la forma de administrarlos y por el resguardo del patrimonio natural.

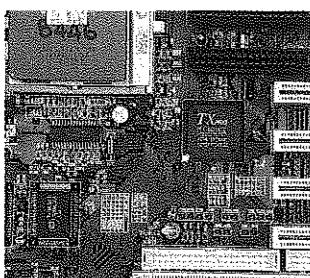
ACTIVIDADES

- Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:
 - Por cuáles materiales está compuesta la corteza terrestre?
 - Qué factores determinan que, a partir de una roca, se forme un nuevo tipo de roca?
 - ¿Cuál es la diferencia entre las rocas endógenas y las exógenas?
 - ¿Qué tipos de rocas se forman en la profundidad de la corteza terrestre?
 - ¿Cuál es el material que da origen a las rocas ígneas?
 - ¿Cuál es la diferencia entre las rocas intrusivas y las volcánicas?
 - En qué consiste la diagénesis? ¿En qué condiciones se produce?
 - ¿Cómo se originan las rocas metamórficas?
 - Por qué se dice que la evolución de las rocas forma un ciclo?

Los materiales de la corteza terrestre



Las piedras fueron usadas como herramientas o como armas por los primeros seres humanos.



Los microcircuitos de las computadoras están hechos con silicio, uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre, que forma parte de diversos minerales.

Los minerales son sustancias homogéneas y rigurosamente organizadas desde los puntos de vista físico y químico, que se formaron mediante procesos inorgánicos naturales. Por su parte, las rocas son una asociación natural de uno o varios minerales, que presentan cierta homogeneidad, solidez y dureza. De acuerdo con las características químicas o físicas de las rocas, estas tienen aplicación en la construcción, la ornamentación o la industria en general. Los geólogos clasifican a las rocas en tres grandes grupos, según su origen: ígneas, metamórficas y sedimentarias.

Los minerales y las rocas se hallan diseminados en la corteza terrestre, pero solamente pueden explotarse de manera provechosa cuando se los encuentra concentrados en grandes cantidades. En estas concentraciones, denominadas yacimientos o depósitos, se realiza la extracción de los minerales y las rocas, que luego serán aprovechados de diferentes modos. A

Un caso especial, dentro de las rocas y los minerales, lo constituyen las piedras preciosas. Se trata de ejemplares poco comunes, transparentes y de variados colores, que presentan un brillo poco usual. Desde los tiempos prehistóricos se los valoró como adorno, y su rareza los convirtió en objetos sumamente valiosos. B

Los minerales y las rocas en la historia

Las rocas y los minerales están presentes en la historia de la humanidad desde sus comienzos. Esta relación es tan importante, que la división de los tiempos históricos está marcada por las diferentes formas en que el hombre se valió de los recursos minerales en cada uno de ellos:

- La **edad de piedra**, que se inició hace 5.000.000 de años, corresponde al período en el cual los utensilios y las armas empleados por los seres humanos estaban realizados en piedra. Las rocas constituían la base para la elaboración de las armas de caza y de guerra, las herramientas de trabajo y del hogar, así como para la ornamentación personal.

- La **edad de cobre**, que se inició hace 12.000 años, se remonta al comienzo del manejo del fuego, que hizo posibles las fundiciones de cobre y las primeras industrializaciones de minerales.

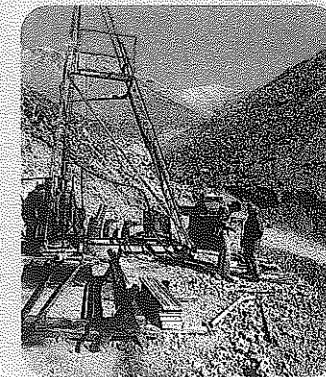
- La **edad de bronce** se inició cuando los egipcios mezclaron el cobre con el estaño, hace 3400 años. Esta aleación tiene la característica de que es más fácil de fundir y es más resistente que el cobre. Tanto el cobre como el bronce fueron utilizados para la fabricación de utensilios de cocina, objetos religiosos, instrumentos de guerra, ornamentos, etcétera.

- La **edad de hierro** se inició hace 1500 años, cuando el uso de este metal se hizo habitual en la producción de armas y herramientas. El hierro era más fácil de extraer que el cobre, constitúa un recurso más abundante, no requería aleación alguna y resultaba un material admirable para la fabricación de instrumentos y utensilios. En el siglo XVIII, el hierro comenzó a mezclarse con el coque, un subproducto del carbón, y se inició la producción de acero en forma industrial.

Las sociedades actuales basan su desarrollo y su tecnología en el uso de minerales y rocas. Con ellos se construyen las viviendas, los transportes y los medios de comunicación. Por ejemplo, para la fabricación de un televisor hacen falta 35 minerales diferentes; las comunicaciones telefónicas no serían posibles sin la utilización de 40 minerales, y para la fabricación de un automóvil son necesarios más de 15 minerales.

A La extracción de los minerales

En la naturaleza, los minerales rara vez se presentan solos. En general, se encuentran en asociaciones denominadas **paragénesis**, por ejemplo, asociaciones de plomo, plata y cinc, o de cobre, oro y molibdeno. En estos casos, la explotación minera se realiza sobre el conjunto del mineral útil, o **mena**, que incluye a la asociación. Posteriormente, cada uno de los minerales se separa, mediante un proceso industrial (que puede ser físico o químico), denominado **beneficio** o **concentración**.

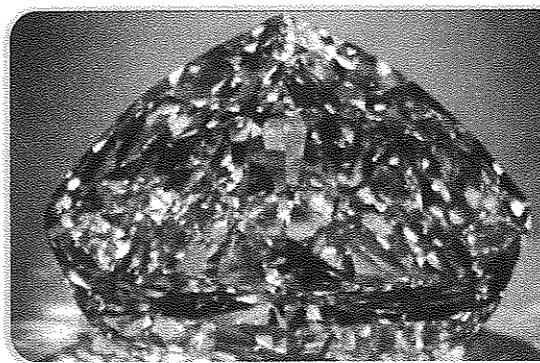


Torre de explotación en una mina de Famatina, provincia de La Rioja.

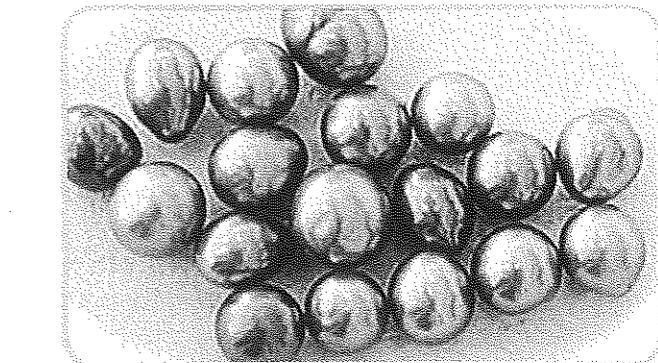
B Las gemas

La definición de **gema** incluye a los minerales, a las rocas, a ciertas sustancias orgánicas naturales y también a las piedras sintéticas y a los materiales artificiales que imitan a los naturales, siempre y cuando cumplan con la condición de belleza, rareza y otras cualidades, como la dureza y la resistencia al rayado.

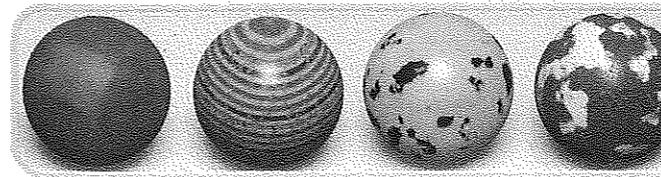
La mayoría de las gemas son minerales naturales, denominados **piedras preciosas**. Muchos minerales cumplen solo con alguna de estas condiciones, por ejemplo, la rareza o la singularidad, pero carecen de la dureza suficiente para ser considerados gemas; en estos casos, el mineral solo tiene valor como elemento de colección. Algunas gemas, como las perlas, el marfil, el coral y el ámbar, son de origen orgánico.



Algunas piedras preciosas translúcidas, como el diamante, se tallan para formar superficies planas pulidas, o facetas, que realzan al máximo la calidad de la luz reflejada y la belleza de la gema.



Las perlas son concreciones de carbonato de calcio, que se forman en el interior de ciertos moluscos, como las ostras. La mayoría de las perlas son blancas y lustrosas, pero también las hay grises, plateadas, verdes y negras.



ACTIVIDADES

1 ¿De qué manera el hombre se valió de los recursos minerales, a lo largo de la historia?

2 Actualmente, ¿se utilizan los minerales y las rocas?

3 ¿En qué hechos cotidianos pueden reconocer la presencia de los recursos minerales?

4 ¿Qué son las gemas?

5 ¿Qué condiciones tiene que cumplir un material para ser considerado gema?

6 ¿Las gemas provienen únicamente del reino mineral? Fundamenten su respuesta.

Los minerales



El mineral pirita se compone de dos elementos, hierro y azufre, en una proporción de dos iones de azufre por cada ion de hierro (FeS_2).

La escala de Mohs. Para facilitar el reconocimiento de los minerales, en 1812, se elaboró una escala en grado creciente de dureza, de 1 a 10. Cada mineral raya a los de dureza inferior. Por ejemplo, el corindón raya al topacio, y la calcita, al yeso.

1. Talc.
2. Yeso.
3. Calcita.
4. Fluorita.
5. Apatita.
6. Feldespato.
7. Cuarzo.
8. Topacio.
9. Corindón.
10. Diamante.

En el interior de la Tierra, se encuentra el **magma**, una mezcla muy compleja de silicatos fundidos, a temperaturas elevadas, de entre 700 °C y 1300 °C, con una proporción de agua y otros compuestos volátiles que, a grandes presiones, pueden permanecer en la mezcla.

Cuando una parte del magma se enfriá, comienza a producirse una serie de transformaciones químicas y físicas, denominada **cristalización**. Como resultado de la cristalización, a partir de átomos desordenados, se alcanza la formación de materiales rigurosamente organizados y homogéneos. Estos materiales son los **minerales**.

Un mineral cristaliza a una temperatura específica, dentro de ciertas condiciones de equilibrio fisicoquímico. El progresivo enfriamiento de la masa magmática cambia estas condiciones de equilibrio y genera una nueva serie de reacciones, que dan lugar a la cristalización de otros minerales. Este proceso se denomina **cristalización fraccionada**.

La clasificación de los minerales

Los minerales son sustancias homogéneas, que se forman a partir de uno o más elementos químicos, mediante procesos inorgánicos naturales. Cada mineral presenta una composición química definida, una estructura atómica determinada y propiedades físicas particulares.

Se conocen unos 4000 minerales diferentes en la naturaleza; algunos de ellos son muy comunes, y otros, muy raros. Existen diversos criterios para clasificar los minerales: su estructura atómica, su estructura cristalina, sus propiedades físicas, sus posibilidades de uso (por ejemplo, se distinguen minerales metalíferos, como el cromo, y minerales industriales, como el cuarzo). **A**

En cuanto a su aspecto químico, cada mineral tiene una composición constante de elementos en proporciones definidas. Por ejemplo, el diamante está constituido por un único elemento, el carbono (C), y la sal común de mesa, que es el mineral **halita**, se compone de dos elementos, sodio y cloro, en cantidades iguales (NaCl).

La clasificación de los minerales más utilizada es la que tiene en cuenta su composición química. Según este criterio, la gran variedad de especies minerales existentes se puede dividir en 8 grupos; entre ellos, el de los silicatos es el más abundante en la naturaleza. **B**

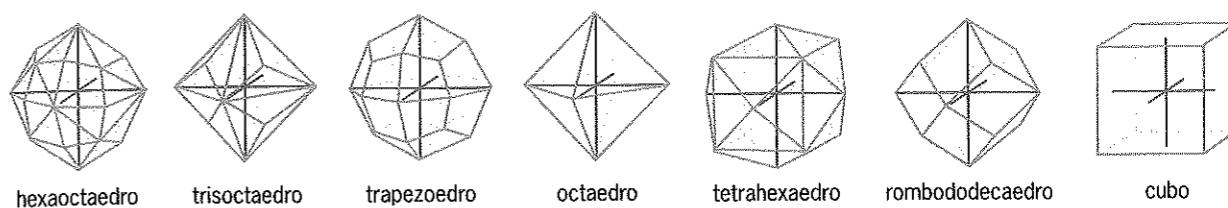
Sin embargo, diferentes minerales pueden presentar el mismo aspecto geométrico en su estructura cristalina; por ejemplo, la halita y la pirita forman cristales cúbicos. En estos casos, en el orden práctico, se tiene en cuenta el conjunto de propiedades de los minerales para facilitar su reconocimiento o clasificación. Algunas de esas propiedades son:

- El **aspecto**, que se define por el color y el brillo. Este último puede ser metálico, como en la galena, o no metálico, como en la calcita.
- La **dureza**, que es la capacidad de los minerales de ser rayados por otros. Existe una escala relativa de dureza, llamada **escala de Mohs**.
- El **peso específico**, que se expresa en gramos por centímetro cúbico. Por ejemplo, el peso específico del bórax es muy bajo (menos que 2 g/cm^3), mientras que el del oro es muy alto (18 g/cm^3).
- Otras características que se tienen en cuenta para la descripción de un mineral son la conductividad eléctrica, las propiedades magnéticas, la respuesta a la rotura, la sensación al tacto y las propiedades ópticas, entre otras.

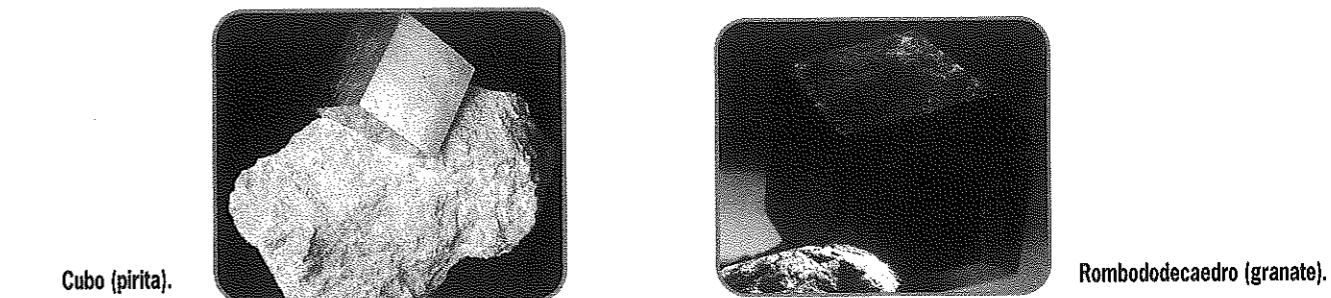
A La estructura cristalina

El ordenamiento atómico de los minerales forma una estructura cristalina característica de cada mineral. En función de ella, los minerales, que son cuerpos tridimensionales, pueden clasificarse desde su aspecto morfológico, describiendo sus características geométricas.

Según este criterio, se definieron siete sistemas cristalinos básicos; cada uno de ellos presenta variaciones, de modo que se obtienen, en total, 32 clases cristalinas. Los sistemas básicos son: cúbico, hexagonal, trigonal, tetragonal, rómbico, monoclinico y triclinico. La definición de estos sistemas se basa en los elementos de simetría de los cristales: la cantidad, las dimensiones y los ángulos de los ejes de estos cuerpos geométricos, la disposición y la cantidad de sus caras y sus vértices, etcétera.



hexoctahedro trisoctahedro trapezohedro octahedro tetrahedrahexahedro rombohedrahexahedro cubo



Cubo (pirita).

Rombododecaedro (granate).

B Ejemplo de la clasificación química de los minerales

Grupo	Elementos nativos	Sulfuros	Silicatos	Óxidos e hidróxidos	Carbonatos y boratos	Sulfatos y wolframatos	Fosfatos, arseniatos, vanadatos	Haluros
Algunos minerales del grupo.	oro, plata, cobre, mercurio, platino	galena, blenda, cinabrio, pirita	feldespatos, granates, diópsido, micas, olivino	cuarzo, berilo, pirolusita, bauxita, limonita	calcita, bórax, cerusita, aragonita	yeso, scheelita, baritina	vanadita, turquesa, monacita, autunita	fluorita, halita, silvina
Ejemplo	oro (Au)	galena (SPb)	diópsido ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$)	cuarzo (SiO_2)	aronita (CaCO_3)	yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	vanadita ($\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_2\text{Cl}$)	halita (NaCl)

ACTIVIDADES

1. ¿Qué es la cristalización?
2. ¿Qué es un mineral?
3. ¿Qué criterios se utilizan para clasificar los minerales?

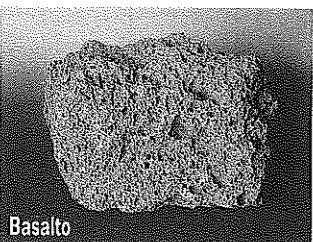
4. Para clasificar los minerales, ¿solo se consideran las características internas?
5. Enumeren algunas de las propiedades utilizadas para el reconocimiento y la descripción de los minerales.

Las rocas ígneas

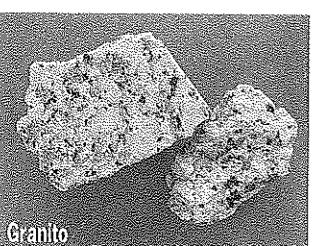
Las rocas magmáticas o ígneas, que constituyen alrededor del 80 % de todas las rocas de la corteza terrestre, son el producto final de la consolidación de un magma. Se distinguen dos tipos de magmas:

- El magma que asciende desde el manto, o magma primario, es el principal componente de las placas tectónicas oceánicas. Llega a la superficie a través de erupciones volcánicas o a través de las grandes zonas de debilidad de la corteza, por ejemplo, en las cordilleras centrooceánicas. Se lo denomina magma basáltico, y está compuesto principalmente por silicatos ferromagnesianos.

- El magma que se produce por el hundimiento de material superficial, que fue llevado hacia la profundidad por diversos movimientos de la corteza hasta alcanzar condiciones de temperatura y presión suficientes para lograr su fusión, forma masas fundidas que se localizan principalmente en las placas continentales y son más viscosas que las del magma basáltico. Se lo llama magma granítico. Es rico en sílice y contiene otros elementos, como aluminio, calcio, sodio, hierro, magnesio y potasio. A



Basalto



Granito

La textura, que revela la velocidad de enfriamiento de un magma, es el aspecto más importante para diferenciar una roca intrusiva de una efusiva.

Tipos de rocas ígneas

Se distinguen dos tipos principales de rocas ígneas, según la velocidad del enfriamiento del magma que las formó: las rocas intrusivas y las efusivas.

Las rocas intrusivas, también llamadas plutónicas, son aquellas que se forman en las zonas más internas de la corteza terrestre, donde se originan los magmas. Estas rocas afloran a la superficie por erosión de las capas superiores o por eventos tectónicos u orogénicos. B

Las rocas efusivas, también llamadas volcánicas, son aquellas que ascienden a la superficie junto con sus partes gaseosas y son expulsadas al exterior, mediante el fenómeno del vulcanismo. El magma puede irrumpir en la superficie a través de coladas de lava de diferente viscosidad, o puede ser emitido en forma de cenizas y gases, o a través del lanzamiento violento de fragmentos de roca fundida, que se enfrian al ser expulsados, como sucede con las bombas volcánicas.

Cuando un magma se enfria rápidamente, no hay tiempo para que los minerales reaccionen con el líquido remanente. Por el contrario, cuando un gran cuerpo de magma se enfria lentamente y a profundidad, dentro de la corteza, tienen lugar reacciones químicas que permiten la separación de ese magma original en diversos componentes minerales. Según las diferentes velocidades de cristalización del magma, resultan las diferentes texturas de las rocas:

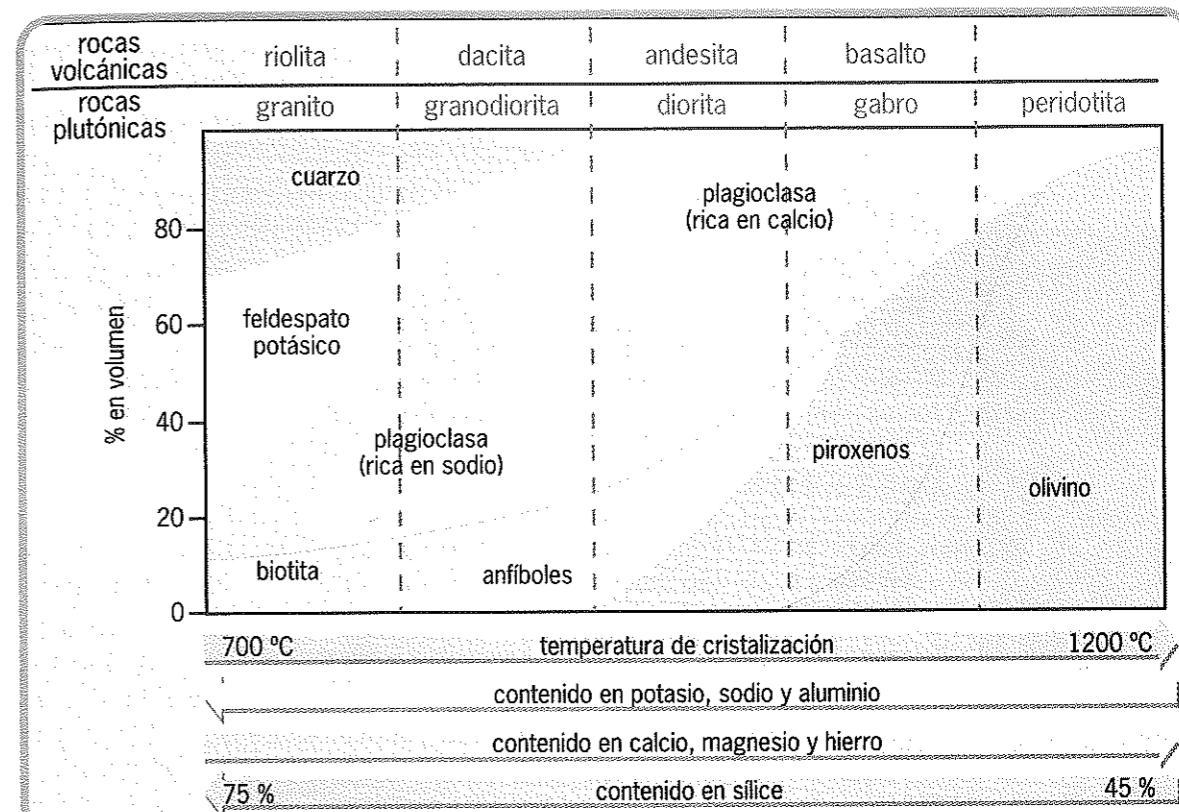
- **Textura de grano grueso.** Si el magma se enfrió a una velocidad relativamente lenta, se forman granos que pueden percibirse a simple vista.

- **Textura de grano fino.** Si un magma pierde su calor rápidamente, los cristales que se están formando no alcanzan tamaños importantes. Los minerales individuales están presentes, pero son de difícil identificación sin la ayuda de un microscopio.

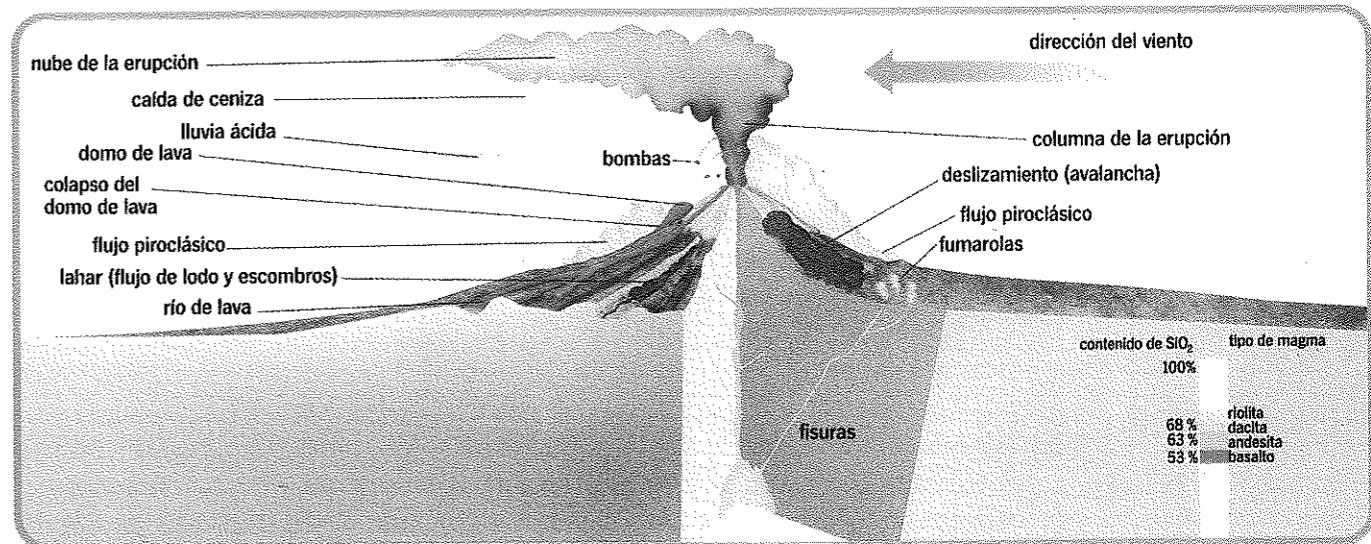
- **Textura vítreo.** Si el magma es lanzado repentinamente por un volcán, se enfria tan rápidamente, que no llegan a formarse cristales. El producto resultante es el vidrio volcánico.

- **Textura porfídica.** Si un magma comienza a enfriarse bajo condiciones que permiten la formación de granos minerales grandes en las primeras etapas y, a continuación, pasa a un nuevo medio más frío, el enfriamiento rápido detiene el crecimiento de los cristales grandes en una masa de granos más finos.

A Clasificación de las rocas ígneas según su composición



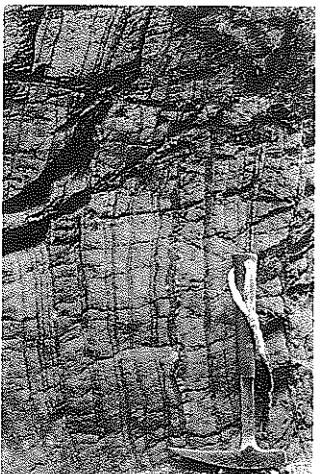
B Las emisiones volcánicas



ACTIVIDADES

- 1 ¿A qué tipo de rocas se las denomina ígneas?
- 2 ¿Todas las rocas ígneas provienen del mismo tipo de magma?
- 3 ¿Cuáles son las principales diferencias entre los magmas?
- 4 ¿Qué aspecto de las rocas ígneas revela su velocidad de enfriamiento?
- 5 ¿Qué es la textura porfídica?
- 6 ¿Cuáles son los dos grandes grupos de rocas ígneas? ¿Qué características presenta cada uno?

Las rocas metamórficas



Como consecuencia de haber estado sometidos al calor y a las presiones deformantes, los minerales de las rocas metamórficas tienden a ordenarse en capas paralelas. Esta característica se denomina esquistosidad o foliación.

Cuando las rocas son sometidas, durante varios millones de años, a grandes presiones y a temperaturas de centenares de grados por encima de las condiciones de la superficie, finalmente responden plegándose y fluyendo. Este fenómeno, denominado **metamorfismo**, consiste en un conjunto de reacciones químicas y físicas por el cual las rocas sólidas, al buscar condiciones de equilibrio ante los cambios de presión y temperatura, se recristalizan en un tipo diferente de roca. Las rocas metamórficas surgen por la transformación de las rocas preexistentes en el interior de la corteza terrestre, tanto las de origen ígneo o sedimentario, como otras rocas metamórficas, formadas en ciclos geológicos anteriores. Debido a las particularidades de su formación, estas rocas presentan características muy variadas. A

Los factores del metamorfismo

Las rocas que se encuentran situadas en las zonas más internas de la corteza están expuestas a la presión litostática, también llamada presión de carga, es decir, a la carga de los materiales que se encuentran situados por encima. Esta presión, aplicada en todas las direcciones y en todos los sentidos, varía únicamente con la profundidad.

Por otra parte, la presión de fluidos es una fuerza que tiene lugar en rocas permeables que permiten el paso de líquidos, como el agua y el petróleo, a través de sus poros, grietas o fisuras. A la combinación o la suma de la presión litostática y la de fluidos se la denomina presión de confinamiento.

La textura de las rocas metamórficas, así como los cambios en la proporción y la composición de los minerales que contienen, está determinada, fundamentalmente, por la presión y la temperatura. Los diferentes tipos de metamorfismo están en relación con la intensidad con la que estos agentes predominan uno sobre otro, o mantienen fuerzas dinámicas semejantes. Estas relaciones permiten distinguir tres tipos de metamorfismo: el dinámico, el de contacto y el regional.

• El **metamorfismo dinámico** es consecuencia directa de las fuerzas ejercidas por la presión. Su ámbito de actuación son las fallas y las zonas de fracturas, donde se liberan grandes cantidades de energía por efecto de los desplazamientos de placas o bloques, los cuales provocan la deformación, la trituración o la disgregación de los materiales que integran esas placas, y su recristalización simultánea.

• El **metamorfismo de contacto** o térmico consiste en la transformación de las rocas por efecto de la temperatura en las proximidades de los cuerpos ígneos. Este fenómeno forma superficies limitadas en extensión, denominadas aureolas metamórficas. La variación térmica a la que fue sometida la roca da lugar a la cristalización de minerales índice. En función de la temperatura creciente, se forman, consecutivamente, clorita, biotita, andalucita y sillimanita. Estos minerales también se dan en el tipo de metamorfismo regional.

• El **metamorfismo regional**, también llamado metamorfismo termodinámico o de carga, se manifiesta por efecto simultáneo de la presión de carga que soportan los sedimentos, como producto de la acumulación y del aumento de la temperatura en función de la profundidad que va alcanzando. El grado de metamorfismo será más intenso cuanto mayores sean estos agentes, lo que permite progresivamente rocas de metamorfismo bajo, medio y alto.

Muchas rocas y minerales metamórficos, como la pizarra, el mármol y el talco, son un importante recurso para la humanidad.

A Clasificación de las rocas metamórficas: algunos ejemplos

Los sedimentos arcillosos dan lugar a una serie de rocas, según el grado de metamorfismo de que se trate. Según el orden ascendente, esas rocas son: arcillas, pizarras, esquistos y gneises. A mayor profundidad, las crecientes temperaturas llegan a fundir los gneises parcialmente, y dan lugar a rocas denominadas migmatitas. Estas, a su vez, también se funden si la temperatura aumenta, formando los granitos de anatexis, que representan el límite entre una roca metamórfica y una roca ígnea.

Textura	Roca metamórfica	Minerales que presenta	Grado metamórfico	Características que presenta	Roca original
FOLIADAS	PIZARRA	arcillas, mica, clorita	bajo	De grano muy fino, se separa en lajas.	limolita, piedras arcillosas, ceniza volcánica
	FILITA	cuarzo, mica, clorita	bajo a medio	De grano muy fino y aspecto sedoso.	limolita
	ESQUISTO	mica, clorita, cuarzo, talco, hornblenda, granate	bajo a alto	Foliación distingible, minerales visibles.	limolita, carbonatos, rocas ígneas
	GNEIS	cuarzo, feldespato, hornblenda, mica	alto	Bandas claras y oscuras visibles.	limolita, areniscas, rocas ígneas
	MIGMATITA	cuarzo, feldespato, hornblenda, mica	alto	Franjas o lentes de granito entremezcladas con gneis.	rocas ígneas mezcladas con sedimentarias
NO FOLIADAS	MÁRMOL	calcita, dolomita	bajo a alto	Granos entrelazados de calcita o dolomita.	caliza
	CUARCITA	cuarzo	medio a alto	Granos entrelazados de cuarzo.	arenisca de cuarzo
	ANTRACITA	carbón	alto	Negra, lustrosa, de fractura concoidea.	carbón mineral



ACTIVIDADES

- 1 ¿Cómo se originan las rocas metamórficas?
- 2 ¿Qué aspecto externo es útil para la identificación de las rocas metamórficas?
- 3 ¿Todas las rocas metamórficas presentan esquistosidad?
- 4 ¿Qué factores físicos definen el fenómeno del metamorfismo?
- 5 ¿Qué tipos de metamorfismo se conocen?
- 6 Distingan las rocas metamórficas, cuyos nombres les sean familiares. ¿Para qué se usan?

Las rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias se forman a partir de la acumulación de materiales provenientes de rocas preexistentes. Estos materiales se generan por las condiciones mecánicas y químicas de la exposición a la intemperie, y luego son acarreados y depositados. Posteriormente a la acumulación, se produce la litificación, que es el proceso por el cual el sedimento se convierte en roca.

En cuanto a su origen, las rocas sedimentarias pueden ser detriticas o químicas. Dentro de estas últimas, se ubican las organógenas.

Las rocas sedimentarias detriticas están compuestas por fragmentos sólidos o granos desprendidos de rocas preexistentes. Cada fragmento se llama clasto; su redondez o su angularidad manifiesta el grado de transporte que sufrió. Existe una gran variedad de estas rocas, que se distinguen por el tamaño de sus partículas constitutivas. Por ejemplo, la roca arenisca proviene de un sedimento de entre 0,05 mm y 2 mm, independientemente de cuál sea la composición de los granos.

Los materiales que componen estas rocas se ordenan en capas llamadas estratos, cuyo espesor puede variar desde menos de un milímetro a muchos metros. Los estratos están separados por planos de estratificación, y se distinguen unos de otros por las diferencias en la composición, el tamaño y el color del grano.

Las rocas sedimentarias químicas se originan a partir de materiales en disolución, que fueron transportados a los lagos o a los océanos, donde se concentraron y precipitaron. Un ejemplo de este tipo de rocas lo constituyen las evaporitas, como la sal común y el yeso, que se forman, en algunos casos, por la desecación de las lagunas.

Las rocas sedimentarias organógenas son aquellas como la coquina, compuesta íntegramente por restos de conchillas cementadas mediante carbonato de calcio, o la creta, integrada por conchillas microscópicas.

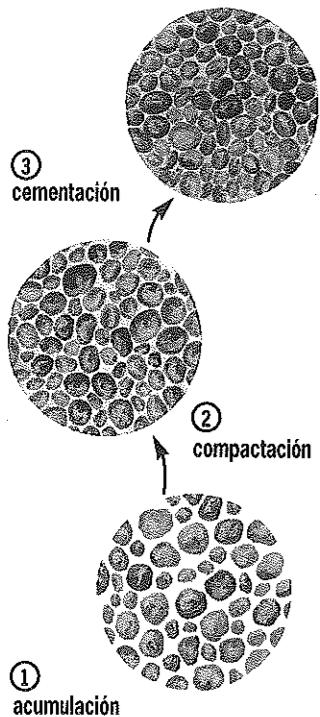
Las rocas sedimentarias y el registro geológico

La investigación geológica se orienta, en gran medida, al estudio y la reconstrucción de acontecimientos que tuvieron lugar en el pasado. El registro de estos sucesos se encuentra en las rocas, y, muy especialmente, en las sedimentarias. Las características de las rocas sedimentarias, como la textura y la estructura, revelan los procesos originales y las características del ambiente en que se originaron. Por otra parte, alojados entre los estratos, suelen presentarse documentos de alto valor geológico: los fósiles.

Se considera fósil a todo resto o rastro de un organismo vivo, que fue preservado de alguna manera. De los organismos se conservan principalmente las partes duras, como los esqueletos, los caparazones o los dientes; sin embargo, excepcionalmente, pueden preservarse las partes blandas.

Para que un organismo se preserve, no debe estar expuesto a los procesos destructivos del agua, los animales carroñeros, la atmósfera, o las bacterias. Esto significa que deben producirse condiciones especiales para la conservación; por ejemplo, que el organismo caiga en un lugar donde rápidamente sea sepultado por el barro, la arena o la ceniza volcánica. Y aun en esas circunstancias, es posible que no se conserve. A

Los fósiles constituyen la herramienta más precisa para la reconstrucción del ambiente en el cual vivieron los seres vivos en épocas pasadas; también son útiles para estimar la edad de los sedimentos que los alojan. Los fósiles guía son aquellos que tuvieron una distribución geográfica muy amplia durante un lapso muy breve, de modo que su sola presencia basta para definir la edad de una roca.



La litificación es el proceso de transformación del sedimento en roca sedimentaria. Consta de las siguientes etapas:

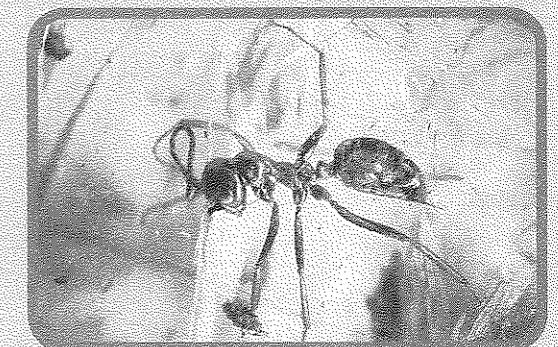
1. Acumulación
2. Compactación. La presión de los sedimentos superpuestos reduce los espacios intersticiales y el volumen del depósito.
3. Cementación. Puede ocurrir que algún material en solución, como el carbonato de calcio, penetre el sedimento y ocupe los espacios entre las partículas. Al precipitar, actúa como un cemento.

A Algunos procesos de fosilización

Existen diferentes procesos de fosilización. Estos son algunos de los más generalizados:



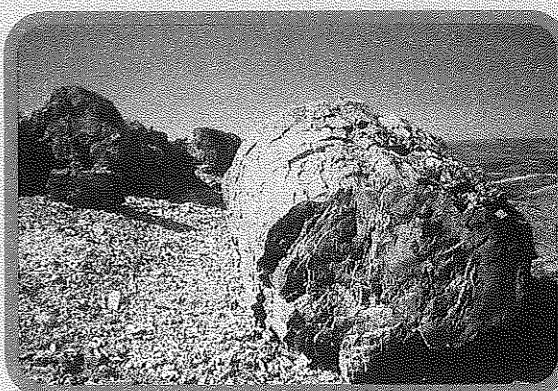
- **Conservación de las partes duras.** Las conchillas y los huesos, por su composición carbonática o fosfática, suelen ser muy resistentes a la degradación. Un ejemplo lo constituyen los yacimientos de fósiles de dinosaurios del oeste y el suroeste argentino, como el de Ischigualasto (en la provincia de San Juan) y el Valle de los Dinosaurios (en la provincia del Neuquén).



- **Inclusión.** Se produce cuando un organismo queda atrapado en alguna sustancia que lo protege de la degradación. Los ejemplos más conocidos son los insectos conservados en ámbar.



- **Momificación.** En ocasiones, las condiciones en que permaneció sepultado un organismo permiten que se conserven aun sus partes blandas. Así se preservaron los mamuts congelados hallados en Siberia.



- **Reemplazo o petrificación.** Se produce cuando los tejidos originales del organismo son reemplazados por componentes inorgánicos. Este proceso químico, que tiene lugar debido a la acción de aguas infiltradas en los sedimentos, permite que se conserven las formas, las estructuras o los moldes de los organismos, como sucede con los troncos petrificados.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál es el origen de las rocas sedimentarias?
- 2 ¿Cómo se clasifican las rocas sedimentarias?
- 3 ¿Qué aspecto se tiene en cuenta para clasificar las rocas detriticas?
- 4 ¿Cómo se ordenan los materiales en las rocas sedimentarias?

- 5 ¿Qué roca evaporitica forma parte de nuestra vida diaria?
- 6 ¿Qué es un fósil?
- 7 Mencionen y expliquen distintas formas de conservación de fósiles.
- 8 ¿A qué se denomina fósil guía?

Córdoba ya tiene su primer inventario geológico

El paciente trabajo realizado por el geólogo Favián Leynaud, con el apoyo de la Universidad Nacional de Córdoba y la Dirección Provincial de Minería, permite redescubrir la incalculable riqueza geológica de la provincia de Córdoba.

El estudio consiste en el relevamiento y el inventario de los Puntos de Interés Geológico (P.I.G.) del territorio provincial.

No se trata de nuevos hallazgos, sino de una recopilación de datos realizada con criterios actuales. El autor recorrió cada uno de los sitios, relevando el estado en que se encuentran, identificó a los lugareños y fotografió extrañas piedras en el cerro Negro, rocas sedimentarias cargadas de vertebrados fósiles, y hasta el increíble cuadro de cientos de aves anidando en la bella Cueva de los Pajaritos.

Debido al desconocimiento del valor científico, histórico y hasta turístico de estos lugares, así como a las precarias condiciones de conservación de muchos de ellos, Leynaud se propuso sacarlos a la luz. Para ello, ideó una herramienta que permite iniciar el conocimiento y la difusión del capital geológico de la provincia, de una manera ordenada y orientada a la incorporación de los puntos de interés al Patrimonio Cultural de Córdoba.

El trabajo incluye, además de los sitios tradicionalmente reconocidos por su conformación geológica, aquellos que son de interés por su contenido paleontológico, museológico, gemológico, geoquímico, hidrogeológico, estratigráfico, tectónico, geotécnico, minero y petrológico. También tuvo en cuenta la utilidad que presentan esos puntos geográficos, por su valor científico, didáctico, económico y turístico.

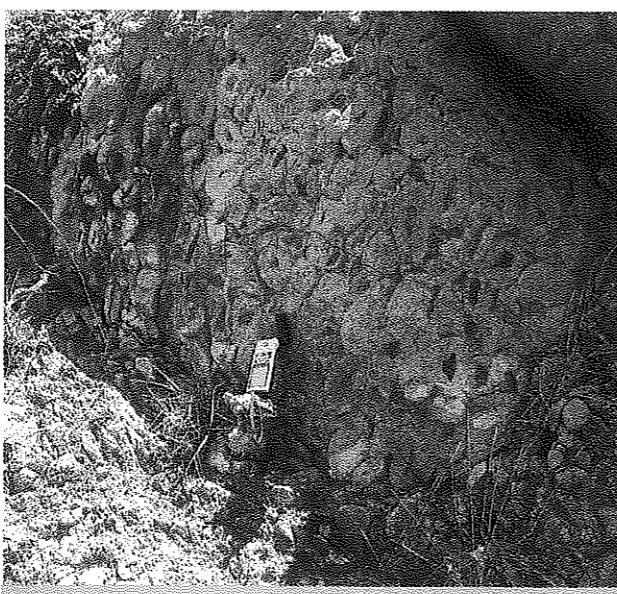
"El objetivo de mi estudio fue desenterrar la interpretación y la historia de la geología, para que la gente pueda observarla con ojos más sensibles e informados", dice Leynaud. Los resultados se reflejan en un catálogo informatizado: sobre un preciso y colorido mapa de Córdoba, una pequeña mano digital, como las que abren sitios en la Internet, se posa y va descubriendo, uno por uno, los lugares catalogados y caracterizados por el investigador, con su ficha, su croquis de ubicación y sus fotografías.

Frente a cada sitio que muestra en su catálogo, el geólogo reitera con insistencia la necesidad de proteger estas formaciones. En la ficha de cada sitio se resaltan los casos en los que se

observa fragilidad o necesidad urgente de implementación de medidas protectivas. Es alarmante la cantidad de zonas que se encuentran en condiciones muy precarias de conservación, y hasta en riesgo de desaparición.

El investigador plantea la urgencia de que el estado provincial y los municipios pongan en marcha medidas efectivas de protección, "porque son una parte fundamental del patrimonio cultural y, además, encierran un enorme e inexplorado potencial turístico, que puede ser aprovechado por las exigüas economías regionales".

Fuente: adaptado de una nota del diario "La voz del interior", del 27 de abril de 2000.



Uno de los sitios relevados en el trabajo. La formación denominada Cerro Negro está compuesta por un grupo de rocas cordieríticas, de origen metasomático. Su color es variable, y se caracteriza por presentar aureolas blanquecinas. Esta roca es de alto valor por la rareza de su origen. Cuando se la pule, adquiere gran belleza.

ACTIVIDADES

- 1** ¿Qué son los puntos de interés geológico?
- 2** ¿Qué utilidad tienen?
- 3** ¿Qué importancia tiene la confección de un inventario de recursos?
- 4** Los recursos geológicos, ¿se destinan exclusivamente al uso minero?

1 Unan, mediante flechas, cada concepto con su definición:

paragénesis
litificación
petrificación
inclusión
diagénesis
beneficio

Proceso por el cual los sedimentos se consolidan, adquiriendo compacidad y cementación.

Proceso responsable de la litificación de los sedimentos.

Asociaciones de minerales.

Proceso industrial por el cual se separan los minerales de una asociación.

Proceso de fosilización por el cual un organismo queda atrapado en una sustancia que lo protege de la descomposición.

Proceso de fosilización por el cual los tejidos de un organismo son reemplazados por componentes inorgánicos.

2 Elijan la opción correcta para completar cada oración:

a) Cuando el magma se enfriá, tiene lugar una serie de transformaciones denominada...

...sedimentación.

...cristalización.

...intrusión.

b) La textura de una roca ígnea depende de...

...la velocidad de cristalización del magma.

...la presión de confinamiento.

...la cementación entre sus partículas.

c) El magma fundido que asciende desde el interior de la corteza terrestre puede enfriarse lentamente para constituir...

...las rocas volcánicas.

...las rocas intrusivas.

...las rocas sedimentarias.

d) Las rocas que se forman a partir del depósito de los sedimentos provenientes de la meteorización de materiales se denominan...

...sedimentarias.

...ígneas.

...metamórficas.

e) Las rocas que resultan de la deformación de otras rocas por acción de la temperatura y la presión en el interior de la corteza terrestre se denominan...

...sedimentarias

...ígneas

...metamórficas.

3 Completen el siguiente párrafo:

Las rocas sedimentarias se generan a partir de la acumulación de materiales provenientes de.....

Cada fragmento acumulado se denomina Estos depósitos se organizan en capas o Las rocas

sedimentarias se clasifica en:..... y..... Dentro de estas últimas, se encuentran las rocas

Las rocas detriticas se clasifican, según el, independientemente de su composición.

1 Fichado para el reconocimiento de minerales

La siguiente es una ficha de identificación y clasificación de minerales. Cópienla y luego entren a las páginas web que se indican. La actividad consiste en completar tres fichas por cada grupo químico:

FICHA DE RECONOCIMIENTO DE MINERALES	
NOMBRE	
Grupo químico	
Composición química	
Sistema cristalino	
Color	
Brillo	
Dureza	
Peso específico (o densidad)	
Raya	
Fractura	
Tenacidad	
Sensación al tacto	
Origen, forma de presentarse en la naturaleza	
Usos principales	

Sitios de la Internet:

<http://www.montes.upm.es/Dptos/DptoSilvopascicultura/Edafologia/guia/indice.html>
<http://www.uned.es/cristamine/inicio.htm> (elegir el link "Curso de mineralogía descriptiva")

2 Visitas a museos de mineralogía en la Internet

Existen, en muchos lugares del mundo, importantes colecciones de minerales, rocas y fósiles. Muchas de ellas están en manos de instituciones, como las universidades, y, entre sus finalidades, se encuentra la investigación. En otros casos, existen muestrarios particulares dirigidos a los coleccionistas, con fines comerciales.

a) Entren en la página y recórranla.

Museo de Mineralogía y Geología Dr. A. Stelzner, de la Universidad Nacional de Córdoba
<http://www.efn.uncor.edu/museos/mineralogia/index.html>

b) Respondan: ¿cuáles son las principales funciones de este museo?

c) Visiten el link "Colección". Lean el nombre de la metodología según la cual se clasifican las muestras y, luego, investiguen, en otros sitios de la Internet, el fundamento de este método.

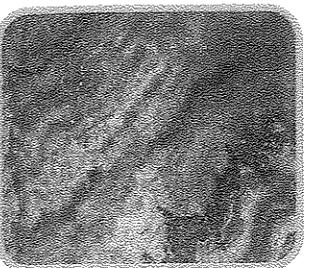
Colección Mineralógica del Instituto de Geología, de la Universidad Nacional de México.
<http://geologia.igeolcu.unam.mx/academia/Temas/Diapositivas/Minerales.html>

d) Recorran esta página.

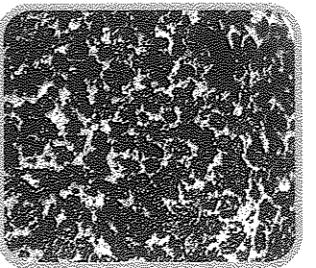
e) Respondan: ¿cuál es el criterio de clasificación de los minerales?; ¿se parece al modo de clasificación del Museo Stelzner?

3 Observación de rocas

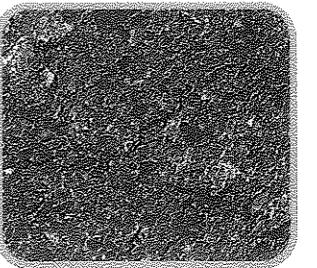
Observen las fotos que se muestran a continuación. Considerando el aspecto y la textura de las rocas, clasifiquelas según su origen.



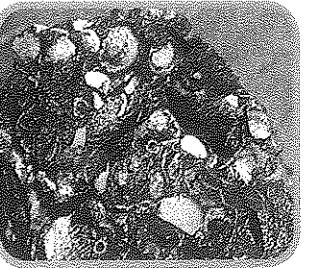
a



b



c



d

4 Los fósiles y el registro geológico

Lean el siguiente artículo y respondan a las preguntas:

EXPOSICIÓN CON VALIOSOS FÓSILES ENCONTRADOS EN LAS OBRAS DE UN TÚNEL

El 15 de noviembre se inaugurarán en Ribadesella (localidad española de Asturias) una exposición sobre los fósiles encontrados durante la perforación de un túnel en la Autopista del Cantábrico, el cual, por su importancia científica, se denominará, a partir de ahora, "Túnel Ordovícico del Fabar".

Las investigaciones geológico-paleontológicas, dirigidas por el científico Juan Carlos Gutiérrez-Marco, director del Instituto de Publicidad Geología Económica, se centraron en una sección de más de 650 metros de espesor, formada por rocas ordovícicas, de antigüedad comprendida entre los 457 y los 490 millones de años.

El investigador declaró: "Un paleontólogo no es solamente un cazador de fósiles; es un investigador científico que se encarga de diversas tareas, tanto de campo, como de laboratorio y bibliográficas".

La exploración se desarrolló, capa por capa, a través de un cuarto de millón de toneladas de antiguas rocas de origen marino: fangolitas, pelitas, lutitas. La excavación subterránea duró seis meses (cada día se perforaba el equivalente a más de 200.000 años de tiempo geológico).

Los fósiles encontrados pertenecen a dos centenares de especies distintas muy bien conservadas, de las cuales 14 son nuevas para la ciencia, y otras muchas se citan por vez primera en España y en el suroeste de Europa. Los principales grupos representados son los trilobites, los graptolitos, los moluscos, los braquíópodos y los equinodermos de la época, asociados a un amplio cortejo de plancton oceánico y a señales fosilizadas del comportamiento animal sobre el fondo marino. Un reinado marino que fue, en cierto modo, comparable al de los dinosaurios en los ecosistemas terrestres del jurásico y del cretácico.

Los resultados geológicos precisan y modifican ideas previas sobre el desarrollo de la invasión marina iniciada hace 480 millones de años sobre el sector cantábrico del desaparecido continente de Gondwana, en cuyo borde se situaban, por aquel entonces, los territorios ibéricos.

Sería deseable, como apuntan todas las fuentes, que, en un futuro próximo, Ribadesella albergue una exposición permanente del ordovícico. Parece razonable que el municipio pueda quedarse con parte de este inmenso tesoro y darle un uso cultural y de divulgación.

Fuente: adaptado de <http://es.news.yahoo.com/031113/4/32i2z.html>, 13 de noviembre de 2003.

a) ¿Cómo se clasifican, según su origen, las rocas en las que se encontraron los fósiles?

b) ¿A qué era geológica corresponde la edad ordovícica?

c) ¿Qué formas de vida predominaban en ese momento de la historia de la Tierra?

d) ¿Por qué se hallaron fósiles marinos dentro de una región continental?

e) El túnel de Ribadesella, ¿es un sitio de interés geológico? ¿Por qué?

Fuerzas y movimientos

Contenidos

- El principio de inercia.
- Fuerza y aceleración.
- Masa. Peso.
- Principio de acción y reacción.
- Fuerzas de contacto y fuerzas a distancia.
- Las fuerzas de la naturaleza.

BANCO DE DATOS

Las fuerzas y el movimiento

La Dinámica es la parte de la Física que estudia los movimientos de los cuerpos y las fuerzas que los originan. Las relaciones entre las fuerzas y los movimientos fueron explicadas por primera vez, de un modo completo y exacto, por Isaac Newton, en el año 1687. Sus estudios, orientados por los descubrimientos previos de Galileo Galilei, le permitieron expresar tres leyes de la Dinámica, que describen cómo se ejercen las fuerzas entre los cuerpos y qué efectos producen. En las leyes de Newton, la masa de los cuerpos, es decir, su cantidad de materia, aparece como un factor fundamental para determinar sus movimientos.

La masa y la aceleración

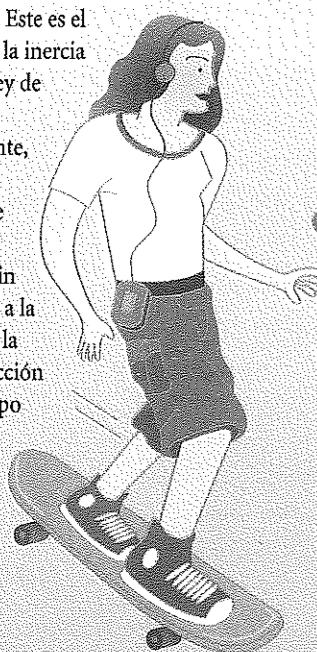
La aceleración que una fuerza le imprime a un cuerpo depende de su masa o cantidad de materia. Si se aplican fuerzas iguales sobre cuerpos de distinta masa, el cuerpo con menor masa obtendrá mayor aceleración. Esto fue expresado por Newton en su Segunda Ley del movimiento.



El principio de la inercia

Cuando un cuerpo se mueve en línea recta y con velocidad constante, puede continuar moviéndose eternamente, siempre que no actúen sobre él fuerzas que tiendan a cambiar su situación. Este es el principio de la inercia o Primera Ley de Newton.

Habitualmente, no podemos observar este movimiento continuo y sin final, debido a la presencia de la fuerza de fricción entre el cuerpo y el piso.



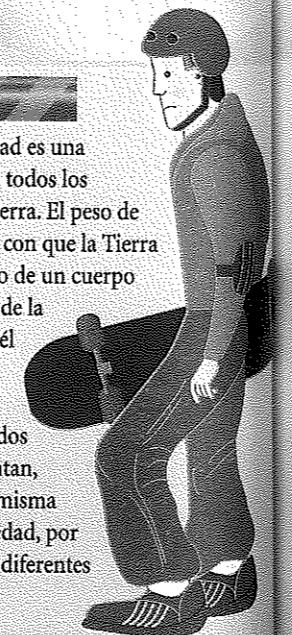
La aceleración

Si se aplica una fuerza sobre un cuerpo, este comienza a moverse. En el instante inicial, el cuerpo está en reposo, por lo que su velocidad es cero. Al actuar la fuerza, el cuerpo se mueve, por lo que la velocidad aumenta. Al cambio de la velocidad en el transcurso del tiempo, se lo llama **aceleración**. Por lo tanto, el efecto de la fuerza sobre el cuerpo es acelerarlo.



El peso

La fuerza de la gravedad es una fuerza que mantiene a todos los cuerpos unidos a la Tierra. El peso de un cuerpo es la fuerza con que la Tierra atrae al cuerpo. El peso de un cuerpo depende de su masa y de la aceleración que sobre él produzca la fuerza de la gravedad. En la superficie terrestre, todos los cuerpos experimentan, aproximadamente, la misma aceleración de la gravedad, por lo que sus pesos serán diferentes si lo son sus masas.

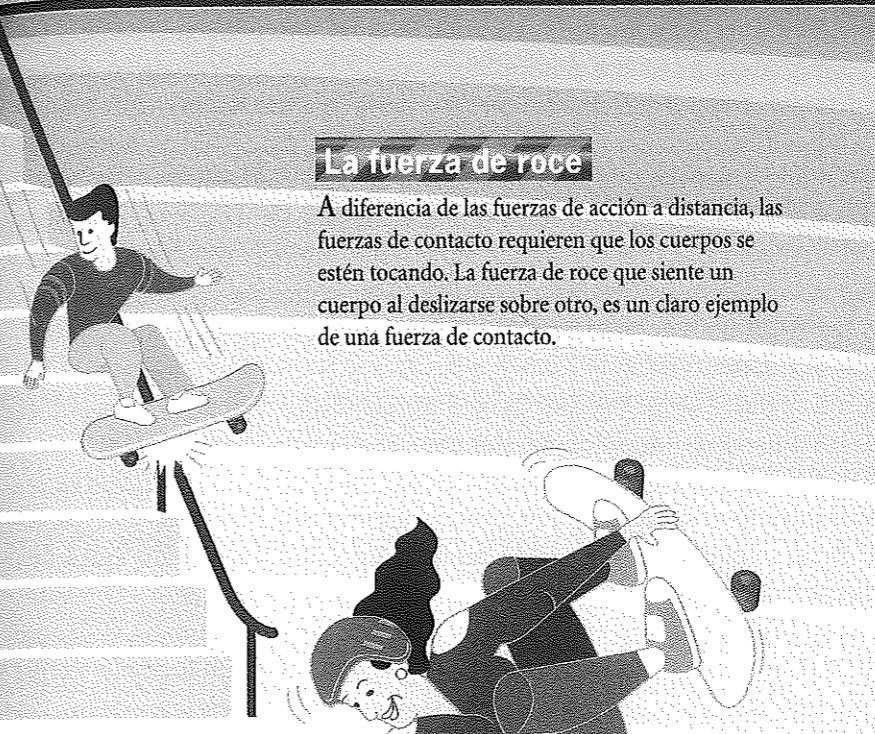


En la naturaleza, los cuerpos se relacionan entre sí de muchas maneras diferentes; una de ellas consiste en las fuerzas que ejercen unos sobre otros. Por ejemplo, un chico en una patineta ejerce, con su pierna, una fuerza hacia atrás en el suelo. Como resultado de esta fuerza, el chico se pone en movimiento. Este ejemplo sugiere que una fuerza es una interacción entre dos cuerpos (el chico y el suelo), que produce algún efecto sobre uno o el otro. Los efectos de las fuerzas pueden ser la deformación de un cuerpo, o bien la pérdida del estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Qué es una fuerza?
- ¿Qué efectos puede producir una fuerza sobre un cuerpo?
- ¿Qué expresa la Primera Ley de Newton?
- ¿Qué es la aceleración de un cuerpo?
- ¿Cómo se relaciona la aceleración de un cuerpo con la fuerza aplicada?
- ¿Qué es la masa de un cuerpo?
- ¿Qué es el peso de un cuerpo?
- ¿Qué son las fuerzas de acción a distancia?
- ¿Qué son las fuerzas de contacto?



La fuerza de roce

A diferencia de las fuerzas de acción a distancia, las fuerzas de contacto requieren que los cuerpos se estén tocando. La fuerza de roce que siente un cuerpo al deslizarse sobre otro, es un claro ejemplo de una fuerza de contacto.



La fuerza de la gravedad

Muchas fuerzas de la naturaleza pueden actuar sin necesidad de que el cuerpo que las ejerce esté en contacto directo con el cuerpo que las recibe. Este tipo de fuerzas se llaman **fuerzas de acción a distancia**. Un caso típico es la fuerza de la gravedad, ejercida por la Tierra sobre todos los cuerpos que la rodean. Aunque el cuerpo no esté en contacto con el suelo, puede sentir esta fuerza continuamente.



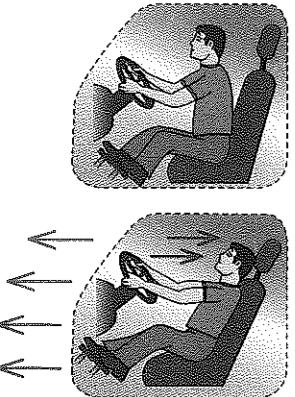
El principio de acción y reacción

Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este responde ejerciendo sobre el primero una fuerza igual y opuesta. Esta es la Tercera Ley de Newton, o principio de acción y reacción. Si una persona golpea el suelo con una fuerza, por ejemplo, al caer, el suelo ejercerá sobre ella una fuerza igual y opuesta, causando mayor o menor daño.

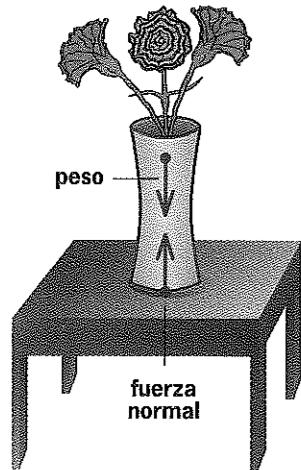


El principio de inercia

Si un automóvil se desplaza por una ruta y toma una curva, las personas que van en su interior perciben que sus cuerpos tienden a moverse en la dirección en la que viajaba el automóvil. Este movimiento involuntario es más notorio en las partes del cuerpo de los pasajeros que están más libres de moverse, como, por ejemplo, sus cabezas. Si el automóvil frena o acelera, los cuerpos tienden a moverse hacia adelante o hacia atrás, respectivamente. De la misma manera, los ocupantes de un automóvil que se pone en marcha sienten que sus cuerpos son empujados contra sus asientos.



Cuando un automóvil comienza a moverse, los pasajeros sienten que sus cuerpos se mueven hacia atrás, como intentando mantenerse en el estado de reposo. A este fenómeno se lo conoce como inercia.



Si las fuerzas ejercidas sobre un cuerpo se equilibraran, el cuerpo permanece en reposo. Se requiere una fuerza adicional para que comience a moverse. En la figura se indica el peso del jarrón y la fuerza normal que ejerce la mesa sobre su superficie, la cual evita que el jarrón se hunda.

A partir de estos ejemplos, resulta claro que los cuerpos tienen una tendencia a continuar en el estado en que se encontraban antes del cambio. El estado inicial puede ser el de reposo o el de movimiento rectilíneo y con velocidad constante. Cuando ese estado inicial cambia, los cuerpos de los pasajeros se mueven como si intentaran mantenerlo. ■■■■■

En estos casos, se dice que los cuerpos tienen inercia, es decir, una resistencia a los cambios de sus estados de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo. Para cambiar el estado inicial de un cuerpo, es necesario ejercer una fuerza sobre él. Por ejemplo, para que un automóvil doble, el conductor debe aplicar una fuerza sobre el volante. De esta manera, se podría definir a una fuerza como una interacción entre dos cuerpos, tendiente a cambiar su estado de movimiento. Estas ideas fueron expresadas por Newton, en su Primera Ley del movimiento, conocida como principio de inercia: "Todo cuerpo continúa en su estado de reposo, o de movimiento uniforme y rectilíneo, a menos que sea impelido a cambiar dicho estado por fuerzas ejercidas sobre él".

En general, resulta claro que un cuerpo permanecerá en reposo a menos que se ejerzan fuerzas sobre él. Sin embargo, no es tan simple suponer que un cuerpo, en movimiento uniforme y rectilíneo, pueda continuar moviéndose indefinidamente. Este es un fenómeno que no se observa en la vida diaria. Una pelota que se mueve sobre una superficie plana se detiene tras avanzar un cierto trayecto, no se mueve indefinidamente. De acuerdo con el principio de inercia, para que el movimiento de la pelota haya cesado, tiene que haber actuado una fuerza. En este caso, se trata de la fuerza de rozamiento entre la pelota y el piso. Si se arrojara una pelota sobre una superficie muy pulida, recorrería distancias mayores, ya que la fuerza de roce sería menor. Si un astronauta lanza una pelota en el espacio exterior, esta continuará desplazándose sin detenerse. El vacío del espacio asegura que no haya fricción y que la pelota no se frene.

Las fuerzas y el equilibrio

Una fuerza es una interacción que tiende a cambiar el estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme de un cuerpo. Sin embargo, el hecho de que un cuerpo se encuentre en reposo, no implica que sobre él no se estén ejerciendo fuerzas. Por ejemplo, sobre un jarrón en reposo encima de una mesa, se ejercen dos fuerzas: su peso (es decir, la fuerza con que la Tierra lo atrae) y la fuerza normal (es decir, la fuerza con la que la mesa evita que el jarrón se hunda en su superficie). Ninguna de estas dos fuerzas hace que el jarrón se mueva, porque entre ambas se equilibraran. En este caso, cuando las múltiples fuerzas que actúan sobre un cuerpo se anulan entre sí, se dice que el cuerpo está en equilibrio.

Las fuerzas, al igual que las velocidades o las aceleraciones, se representan matemáticamente por medio de vectores. ■■■■■

A El movimiento de los cuerpos

Cuando un cuerpo cambia de posición en el espacio al cabo de un tiempo, se dice que está en movimiento. Se llama **velocidad** al cociente entre la distancia recorrida por el cuerpo y el tiempo empleado en recorrerla. La velocidad de un cuerpo mide la rapidez con la que este puede pasar de un punto a otro del espacio. Las unidades de velocidad se expresan como el cociente entre una unidad de distancia y una de tiempo: m/s, km/h, cm/s, etcétera.

Si, para intervalos iguales de tiempo, el cuerpo recorre distancias iguales, se dice que el cuerpo se está moviendo con **velocidad constante**. Por ejemplo, si un automóvil se mueve con velocidad constante de 100 km/h, recorrerá 100 km en cada hora transcurrida durante su movimiento.

Si la velocidad de un cuerpo no es constante, es decir, cambia al transcurrir el tiempo, se dice que el cuerpo está acelerado. Al cociente entre el cambio de velocidad y el tiempo empleado, se lo llama **aceleración**. Por ejemplo, un automóvil que pasa de estar en reposo (0 km/h) a tener una velocidad de 100 km/h en una hora tendrá una aceleración (a) de:

$$a = \frac{100 \text{ km/h} - 0 \text{ km/h}}{1 \text{ h}} = \frac{100 \text{ km/h}}{\text{h}} = 100 \text{ km/h}^2$$

Como la aceleración es el cociente entre velocidades y tiempos, las unidades son km/h^2 , m/s^2 , etcétera.

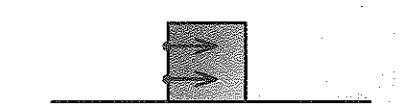
Se dice que un cuerpo está en **movimiento rectilíneo y uniforme**, si se mueve en línea recta y su velocidad es constante (es decir, no está acelerado). En este caso, no cambia ni su magnitud, ni su dirección, ni el sentido de la velocidad.

B Magnitudes escalares y vectoriales

Algunas magnitudes, como el volumen de un cuerpo, la temperatura, la masa y la presión, entre otras, pueden expresarse con un único valor y una unidad de medida. Por ejemplo, la superficie de una mesa vale 1,8 m^2 . A este tipo de magnitudes se las denomina **magnitudes escalares**.

Existen otras magnitudes que requieren más información para ser descriptas completamente. Por ejemplo, si se dice que la velocidad de un cuerpo es de 100 km/h, se está omitiendo la información sobre la dirección en que se mueve el cuerpo. Por lo tanto, para describir completamente magnitudes como las velocidades, las aceleraciones o las fuerzas, es necesario usar vectores. A estas magnitudes se las llama **magnitudes vectoriales**. Gráficamente, un vector se representa con una flecha. La longitud de la flecha mide el **módulo** o la **intensidad** de la magnitud en el sistema de unidades elegido. Por ejemplo, la longitud de un vector que representa a una velocidad de 6 km/s es el doble de la que representa a una velocidad de 3 km/s. El extremo donde se origina el vector se llama **punto de aplicación**. La recta sobre la que se dibuja al vector es la **dirección**. La punta de la flecha indica el **sentido** del vector.

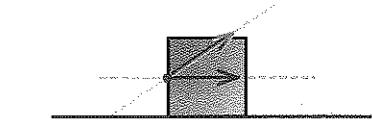
Las magnitudes vectoriales se indican con una flecha sobre la letra que las simboliza, por ejemplo: \vec{F} es un vector que representa una fuerza.



Fuerzas con distinto punto de aplicación.



Fuerzas con distinta intensidad.



Fuerzas con distinta dirección.

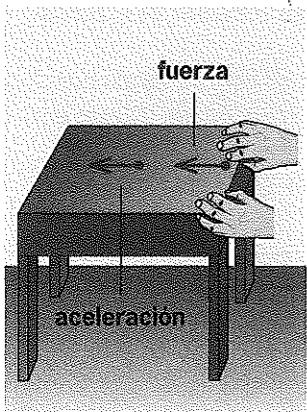


Fuerzas con distinto sentido.

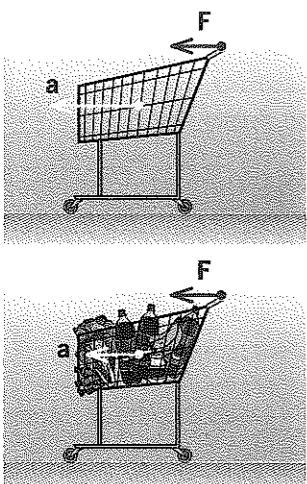
ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué es la inercia de los cuerpos?
- 2 ¿Qué establece la Primera Ley de Newton? ¿Con qué otro nombre se la conoce?
- 3 ¿En qué condiciones un cuerpo está en equilibrio?
- 4 ¿Cómo actúan las fuerzas sobre un cuerpo en equilibrio?
- 5 ¿Por qué se frena un cuerpo que se desliza sobre una superficie plana?
- 6 ¿Qué es la velocidad y qué es la aceleración?
- 7 ¿Qué es una magnitud escalar?
- 8 ¿Qué elementos son necesarios para representar una magnitud vectorial?

Las fuerzas y la aceleración



Al ejercer una fuerza sobre un cuerpo, este adquiere una aceleración en la misma dirección en la que se aplicó la fuerza.



Un carro de supermercado vacío adquiere una aceleración mayor que uno lleno, al ser empujados por fuerzas iguales. Al tener menor masa, posee menor resistencia a la aceleración.

Cuando las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se anulan unas con otras, se dice que el cuerpo está en **equilibrio**. Un cuerpo en estado de equilibrio puede estar en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme. Sin embargo, si sobre un cuerpo en equilibrio se ejerce una fuerza que no esté compensada, el cuerpo abandonará su estado de equilibrio y comenzará a moverse con un movimiento acelerado. Por lo tanto, el efecto de esta nueva fuerza es acelerar al cuerpo, es decir, variar su velocidad al pasar el tiempo.

Por ejemplo, para empujar una mesa se aplica una fuerza sobre ella. Si esta fuerza no está equilibrada, la mesa comenzará a moverse. Su velocidad pasará de tener un valor nulo a alcanzar un cierto valor, lo que implica que su movimiento es acelerado. Resulta claro que la mesa se acelerará en la misma dirección que tiene la fuerza aplicada. También es evidente que si se aplica una fuerza mayor, la aceleración será mayor. Si dos personas suman sus fuerzas para empujar la mesa, esta alcanzará la misma velocidad más rápidamente, por lo que su aceleración será mayor.

Cuando se aplican sucesivamente distintas fuerzas (F_1, F_2 , etc.) sobre un mismo cuerpo, en una misma dirección y un mismo sentido, se obtienen distintas aceleraciones (a_1, a_2 , etcétera). Si, en cada caso, se realiza el cociente entre la fuerza aplicada y la aceleración resultante, se obtendrá siempre el mismo número. Ese número es igual a la masa (m) del cuerpo sobre el que se aplican las fuerzas. La masa es una magnitud escalar y mide la cantidad de materia que tiene el cuerpo. Esto puede expresarse de la siguiente forma:

$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F}{a} = m$$

Esta relación puede escribirse como:

$$F = m \cdot a$$

Como la dirección y el sentido de las fuerzas coinciden con la dirección y el sentido de las aceleraciones resultantes, esta relación puede expresarse usando vectores:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Esta igualdad expresa la **Segunda Ley de Newton**: “La aceleración de un cuerpo es proporcional a la fuerza aplicada y tiene su misma dirección”.

Usando esta ley, es posible definir las unidades de medida para las fuerzas, las masas y las aceleraciones. A

La masa

De acuerdo con la Segunda Ley de Newton, si se aplica una fuerza sobre un cuerpo, este se acelerará, y la aceleración obtenida dependerá de la masa del cuerpo. Si se ejerce una misma fuerza sobre dos cuerpos de distinta masa, el cuerpo con mayor masa experimenta una aceleración menor que el cuerpo con menor masa. Por ejemplo, si se aplica una fuerza sobre un carro de supermercado vacío, se obtiene una aceleración mayor que si se la aplica sobre el mismo carro lleno de mercaderías. Por lo tanto, la masa de un cuerpo es la medida de su inercia, esa resistencia a cambiar de estado de movimiento a la que se refiere la Primera Ley de Newton.

A Las unidades de la fuerza, la masa y la aceleración

A partir de la Segunda Ley de Newton, se pueden obtener las unidades adecuadas para las fuerzas, las masas y las aceleraciones. Un sistema de unidades surge a partir de un acuerdo mundial, por medio del cual se adoptan ciertas cantidades como referencia para medir una magnitud determinada. Cuando se desea medir una magnitud, hay que compararla con la cantidad elegida como referencia. Por ejemplo, para establecer como unidad de longitud el metro, y con el fin de que todas las mediciones puedan ser comparadas con un metro único, se construyó un “metro patrón”, que es una barra de metal guardada en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de Sèvres, cerca de París. Como todas las mediciones deben ser comparadas con esa barra, se repartieron copias por todo el mundo.

Sistema técnico

Unidades básicas	Longitud: metro (m) – Tiempo: segundo (s)
Fuerza	Se adopta como unidad de fuerza el peso (fuerza de la gravedad) de un cuerpo de referencia llamado kilogramo patrón; a ese peso se lo llama kilogramo fuerza (kg).
Aceleración	m/s^2
Masa	De acuerdo con la Segunda Ley de Newton, $m = \frac{F}{a} = \frac{F[\text{kg}]}{a[m/s^2]}$; por lo tanto, la unidad de masa es $\frac{\text{kg}}{m/s^2}$, llamada unidad técnica de masa (utm).

Sistema mks (metro-kilogramo-segundo)

Unidades básicas	Longitud: metro (m) – Tiempo: segundo (s)
Masa	Se adopta como unidad la masa de un cuerpo de referencia llamado kilogramo patrón; a esa masa se la llama kilogramo (kg).
Aceleración	m/s^2
Fuerza	De acuerdo con la Segunda Ley de Newton, $F = m \cdot a = m[\text{kg}] \cdot a \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$; por lo tanto, la unidad de fuerza es $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, llamada newton (N).

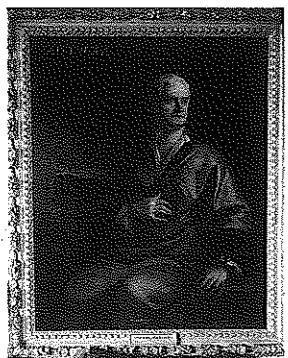
Sistema cgs (centímetro-gramo-segundo)

Unidades básicas	Longitud: centímetro (cm) – Tiempo: segundo (s)
Masa	Se adopta, como unidad de masa, la milésima parte de la masa del kilogramo patrón; a esa masa se la llama gramo (g).
Aceleración	cm/s^2
Fuerza	De acuerdo con la Segunda Ley de Newton, $F = m \cdot a = m[g] \cdot a \left[\frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \right]$; por lo tanto, la unidad de fuerza es $\text{g} \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$, llamada dina (dyn).

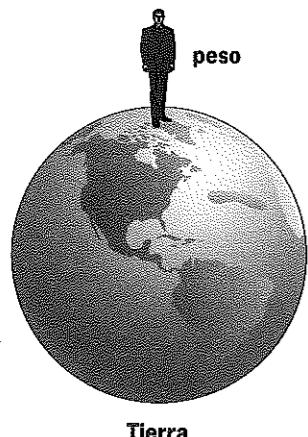
ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué sucede cuando se ejerce una fuerza que no está equilibrada con otra sobre un cuerpo?
- 2 ¿A qué equivale el cociente entre la fuerza ejercida y la aceleración adquirida por un cuerpo?
- 3 ¿Qué expresa la Segunda Ley de Newton?
- 4 Si se ejerce una fuerza sobre un cuerpo, ¿cómo influye su masa en la aceleración que adquiere?
- 5 ¿Cuál es la dirección de la aceleración producida por una fuerza?
- 6 ¿Qué es un sistema de unidades?
- 7 ¿Qué son el kilogramo fuerza y la unidad técnica de masa?
- 8 ¿En qué unidades se miden las fuerzas en los distintos sistemas?

Ejemplos de aplicación



Isaac Newton (1642-1727) es considerado, por muchos, el genio más grande de la historia en las Ciencias Naturales.



El peso de un cuerpo es la fuerza gravitatoria con que la Tierra lo atrae.

Por medio de algunos ejemplos, se pueden calcular las fuerzas, las masas y las aceleraciones, usando la Segunda Ley de Newton.

Primer ejemplo. ¿Cuánto vale la fuerza que, al ser ejercida sobre un cuerpo de 6 kilogramos de masa, produce una aceleración de 8 m/s^2 ?

Los datos del problema están en el sistema mks. Aplicando la Segunda Ley de Newton, se obtiene:

$$F = m \cdot a = 6 \text{ kg} \cdot 8 \text{ m/s}^2 = 48 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 48 \text{ N}$$

El valor obtenido es simplemente el módulo o la intensidad de la fuerza. Para completar la respuesta debería agregarse que la fuerza resultante tiene la misma dirección y el mismo sentido que la aceleración, y que su punto de aplicación se encuentra en algún punto del cuerpo.

Segundo ejemplo. ¿Cuál es la masa de un cuerpo si, al aplicársele una fuerza de 12 kg adquiere una aceleración de 4 m/s^2 ?

En este caso, los datos están en el sistema técnico. Despejando la masa, según la Segunda Ley de Newton, se puede obtener:

$$m = \frac{F}{a} = \frac{12 \text{ kg}}{4 \text{ m/s}^2} = \frac{3 \text{ kg}}{\text{m/s}^2} = 3 \text{ utm}$$

Como la masa es una cantidad escalar, en esta cuenta solamente se consideran los módulos de la fuerza y de la aceleración.

El peso y la masa

El peso de un cuerpo es una fuerza muy fácil de reconocer. En general, se llama peso a la fuerza gravitatoria con que la Tierra atrae a un cuerpo sobre su superficie. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, si una persona estuviera parada en cualquier otro planeta, también sentiría la fuerza gravitatoria por parte de este, es decir, también tendría peso.

Como la Tierra ejerce una fuerza sobre los cuerpos, estos deben estar acelerados, como lo establece la Segunda Ley de Newton. La aceleración causada por la fuerza de la gravedad (g) vale $9,8 \text{ m/s}^2$. Este valor es aproximadamente igual para todos los cuerpos ubicados en la superficie terrestre. Esta es la razón por la cual, al soltar un cuerpo desde una cierta altura, este cae hacia la Tierra. **A**

Identificando a la fuerza como el peso (P) y a la aceleración como la aceleración de la gravedad (g), se puede usar la Segunda Ley de Newton para calcular el peso de un cuerpo:

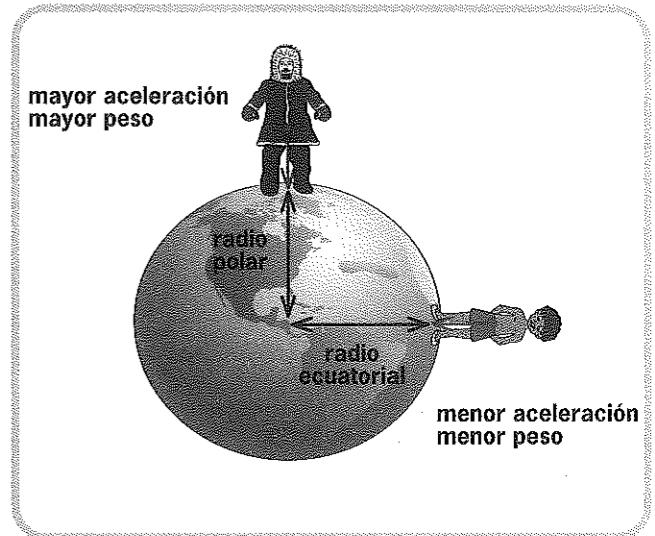
$$F = m \cdot a \Rightarrow P = m \cdot g$$

Como la aceleración g es la misma para todos los cuerpos, el peso de un cuerpo está determinado exclusivamente por su masa. Un cuerpo con mayor masa, pesará más. **B**

Debe recordarse que la masa de un cuerpo es constante, mientras que el peso puede variar si, por algún factor, varía la aceleración de la gravedad.

A La variación de la aceleración de la gravedad

En la superficie de la Tierra, la aceleración de la gravedad tiene un valor promedio de $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Este valor no es estrictamente constante, ya que depende de dos cantidades fundamentales: la masa de la Tierra y la distancia al centro de esta. En general, todos los cuerpos que están sobre la superficie de la Tierra están a una distancia de 6378 km del centro de esta, es decir, en el radio de la Tierra. Sin embargo, como la Tierra no es esférica, sino que está más achatada en los polos y más ensanchada en el ecuador, los habitantes de las regiones polares experimentan una aceleración levemente mayor (por ejemplo, $9,82 \text{ m/s}^2$ en Groenlandia), que los habitantes de las regiones ecuatoriales (por ejemplo, $9,78 \text{ m/s}^2$ en Panamá), ya que los primeros están más cerca del centro de la Tierra. Esto implica que una persona es más pesada en las regiones polares que en las regiones ecuatoriales. Sin embargo, su masa es la misma en ambos casos.



B Calculando el peso

¿Cuál es el peso de un cuerpo de 1 kg de masa? En el sistema mks, se puede definir como:

$$P = m \cdot g = 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ N}$$

¿Y en el sistema técnico? Previamente se definió que un cuerpo de 1 kg de masa pesa 1 kg. Por lo tanto, se puede ver que el valor de la masa en el sistema mks coincide con el valor del peso en el sistema técnico. Esta equivalencia suele originar una confusión entre el peso y la masa de los cuerpos. Sin embargo, debe quedar claro que son magnitudes completamente diferentes, y que solamente coinciden sus valores. Cuando una persona usa una balanza, mide su peso en el sistema técnico, por ejemplo, mide 60 kg. Ese valor es equivalente a su masa en el sistema mks; por lo tanto, se puede considerar que la persona que se está pesando, también está midiendo su masa.

Puesto que 1 kg de masa pesa $9,8 \text{ N}$ y 1 kg, entonces, ambas medidas son equivalentes: $1 \text{ kg} = 9,8 \text{ N}$.

La conversión de unidades entre los sistemas estudiados se muestra en la tabla.



	kg	N	dyn
1 kg	1	9,8	980.000
1 N	0,102	1	100.000
1 dyn	$1,02 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}	1

ACTIVIDADES

1. ¿Qué es el peso de un cuerpo?
2. ¿Qué es la aceleración de la gravedad?
3. ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra?
4. ¿Cómo puede variar la aceleración de la gravedad de la Tierra?
5. ¿Por qué la masa determina el peso de los cuerpos en la superficie de la Tierra?
6. ¿Cuánto pesa un cuerpo de 1 kg de masa en los tres sistemas de unidades?
7. ¿Cuánto vale la masa, en el sistema mks, de una persona que pesa 80 kg?

El principio de acción y reacción

Si una persona, parada sobre un par de patines, ejerce con sus brazos una fuerza contra una pared, notará que comienza a moverse hacia atrás. Ese movimiento es una aceleración, lo que implica que el patinador recibió una fuerza por parte de la pared. Si el patinador empuja la pared con mucha fuerza, su aceleración será mayor. Por lo tanto, la pared responde a la fuerza ejercida sobre ella por el patinador, con una fuerza igual y de sentido opuesto sobre el patinador mismo. A la fuerza ejercida por el patinador se la llama acción, y a la fuerza ejercida por la pared, reacción.

Este fenómeno fue comprendido por Newton, quien lo enunció en su Tercera Ley de movimiento: "Siempre que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, el segundo ejerce sobre el primero una fuerza igual en magnitud, de sentido opuesto y que tiene la misma línea de acción".

El principio de acción y reacción se cumple siempre, sin importar si el cuerpo está en reposo o en movimiento, en equilibrio o fuera de él. No existen en la naturaleza fuerzas aisladas, es decir, sin reacción. La acción y la reacción se ejercen simultáneamente una con otra, por lo que es indistinto considerar a una como acción y a la otra como reacción, o viceversa.

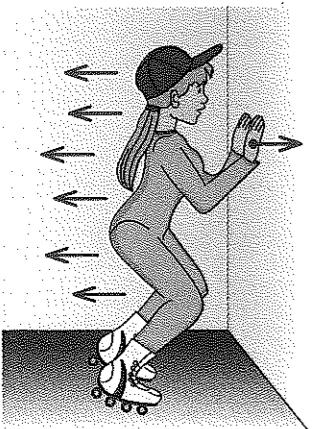
Por ejemplo, si una persona está parada, la Tierra ejerce sobre ella una fuerza gravitatoria llamada peso. Esta fuerza tiene su punto de aplicación en la persona. Según el principio de acción y reacción, la persona ejerce sobre la Tierra una fuerza igual a su peso. Esta fuerza tiene su punto de aplicación en el centro de la Tierra. En este ejemplo, se ve que la fuerza de acción y la de reacción siempre están aplicadas en cuerpos diferentes. A

Si las fuerzas ejercidas entre la persona y la Tierra son iguales y opuestas, ¿por qué, cuando una persona tropieza, cae hacia la Tierra y no sucede que la Tierra cae hacia la persona? En realidad, suceden ambas cosas, solo que la aceleración que adquiere la persona es mucho mayor que la aceleración que adquiere la Tierra; ambas aceleraciones son producidas por la misma fuerza (el peso de la persona). La aceleración que obtiene la persona por esa fuerza es: $a_p = P/m_p$, donde P es el peso de la persona y m_p es la masa de la persona. La aceleración que experimenta la Tierra es de $a_T = P/m_T$, donde m_T es la masa de la Tierra. Como la masa de la Tierra es muchísimo más grande que la masa de la persona, la aceleración de la Tierra es tan pequeña que es prácticamente imperceptible.

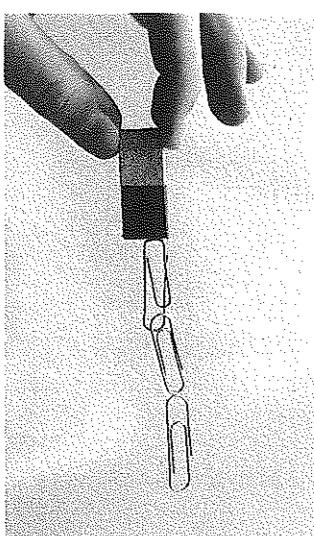
Tipos de fuerzas

Las fuerzas pueden ser clasificadas en dos categorías, según el modo en que actúan sobre los cuerpos. Las fuerzas que, para ser ejercidas, requieren un contacto directo entre los cuerpos son llamadas **fuerzas de contacto**. Un ejemplo muy sencillo es la fuerza de rozamiento que ejerce el pavimento sobre las ruedas de un auto. En este caso, el pavimento y las ruedas están en contacto directo.

Por otra parte, las fuerzas de acción a distancia son aquellas que se ejercen sin necesidad de que haya contacto directo entre los cuerpos. Un claro ejemplo es la fuerza de la gravedad, que puede ser ejercida sobre un cuerpo aun en el vacío. De la misma manera, las fuerzas eléctricas y magnéticas son fuerzas de acción a distancia.



Una patinadora que ejerce una fuerza sobre una pared recibe una fuerza igual y opuesta por parte de la pared. Esta fuerza hace que la patinadora se acelere.



La fuerza magnética es un ejemplo de una fuerza de acción a distancia.

A Análisis de las fuerzas y del movimiento

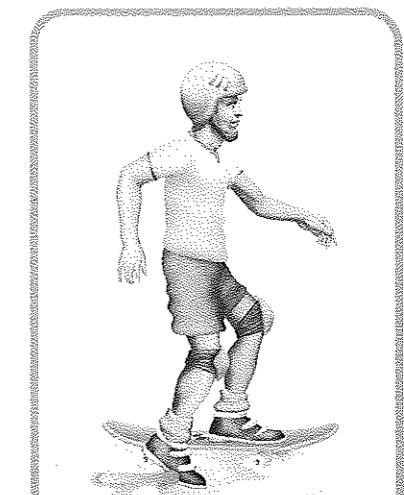
¿Cómo logra avanzar un patinador? ¿Qué fuerzas experimenta cuando está quieto? ¿Qué fuerzas debe ejercer para desplazarse? En este análisis se comprenderá cómo las tres leyes de Newton son capaces de explicar el movimiento de una persona. Para simplificar la explicación, se tratará el caso de un joven que usa una patineta.



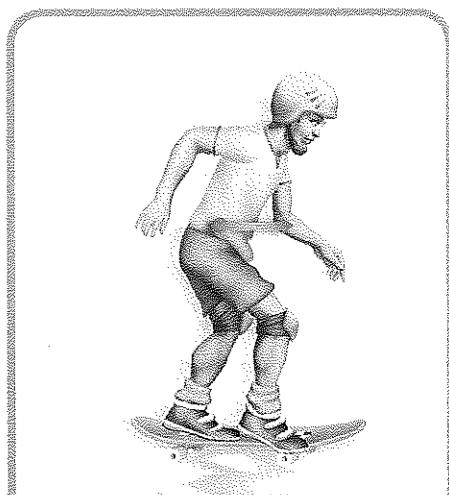
Si el patinador está en reposo, está en equilibrio. Según la Primera Ley de Newton, eso significa que todas las fuerzas que actúan sobre él se contrarrestan unas con otras, dando una suma total nula.

Las fuerzas que actúan sobre él son:
a) El peso (P): esta fuerza apunta hacia abajo y está aplicada sobre el patinador. La reacción a esta fuerza está aplicada en el centro de la Tierra, por lo que no forma parte de las fuerzas que actúan sobre el patinador. El peso es una fuerza de acción a distancia.
b) La fuerza normal (N): para evitar que la persona se hunda en el piso, este debe ejercer sobre la persona una fuerza hacia arriba, llamada **fuerza normal**. Si el patinador estuviera parado sobre arenas movedizas, la fuerza normal sería casi nula, por lo que el patinador se hundiría.

La fuerza normal debe ser igual al peso de la persona, ya que esa es la única forma de que no se hunda ni se eleve. Por lo tanto, ambas fuerzas son iguales en módulo y en dirección, pero son opuestas en sentido. Como ambas se cancelan, el patinador queda en equilibrio.



Como el peso y la fuerza normal se cancelan, no es necesario volver a considerarlas en esta situación. Para moverse hacia delante, el patinador baja un pie de la tabla y empuja el suelo hacia atrás. ¿Por qué empuja hacia atrás si desea moverse hacia delante? Simplemente porque la fuerza que está ejerciendo es una acción que actúa sobre el piso. Como reacción, el piso ejerce sobre él una fuerza igual y opuesta. Tanto la acción que ejerce el patinador, como la reacción que ejerce el piso, están dirigidas en la misma línea (dirección) y tienen igual módulo o intensidad. Sus sentidos son opuestos.



La fuerza de acción que realizó el patinador al impulsarse, se ejerció sobre la Tierra, por lo que la aceleración de esta será mínima. Sin embargo, la reacción de la Tierra se ejerce sobre el patinador, cuya masa es más pequeña y puede ser fácilmente acelerada. Por consiguiente, la fuerza de reacción F impulsa al patinador de masa m con una aceleración $a = F/m$, cumpliendo con la Segunda Ley de Newton: $a = F/m$. En esta relación, se observa que la aceleración tendrá el mismo sentido que la fuerza de reacción, es decir, hacia delante. Una vez comenzado el movimiento, el patinador se deslizará manteniendo la velocidad alcanzada, al dejar de impulsarse. Esta velocidad irá decreciendo a medida que la fuerza de roce se oponga a su movimiento. Cuando una persona camina, cumple aproximadamente el mismo esquema de fuerzas y movimientos explicados.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué establece el principio de acción y reacción?
2. ¿En qué cuerpo se aplica la acción y en qué cuerpo se aplica la reacción?
3. ¿Cuándo se cumple el principio de acción y reacción?
4. ¿Qué son las fuerzas de contacto?
5. ¿Qué son las fuerzas de acción a distancia?
6. ¿Qué es la fuerza normal?
7. ¿Por qué un patinador, para impulsarse, ejerce una fuerza hacia atrás sobre el piso?
8. ¿Qué tipo de fuerza es el magnetismo?

Una revolución científica

Las leyes de Newton sobre el movimiento de los cuerpos y el descubrimiento de la fuerza de la gravedad constituyeron una de las revoluciones más trascendentales en el pensamiento científico de la humanidad.

Los movimientos naturales

Durante muchos siglos, la teoría aceptada sobre el movimiento de los cuerpos fue la del filósofo griego Aristóteles, que creía que todas las cosas estaban formadas por combinaciones de cuatro elementos básicos: tierra, agua, fuego y aire. Cada uno de estos elementos estaba dotado de “movimientos naturales” únicos. Por ejemplo, los objetos materiales (tierra) tendían a caer hacia el centro de la Tierra y, al llegar allí, a quedar en reposo. El fuego tenía que moverse hacia arriba, apartándose de la Tierra. El agua y el aire se movían lateralmente, uno junto al otro. Estos movimientos naturales ocurrían, a menos que apareciera una influencia externa o “movimiento violento” causado, por ejemplo, por una persona. Si un cuerpo no estaba sujeto por una fuerza, instantáneamente caía hacia la Tierra por su movimiento natural. También creía que los cielos estaban formados por un quinto elemento, que no se encontraba en la Tierra. El movimiento natural del quinto elemento era en círculos y con velocidad constante. Por esta razón, suponía que los planetas y el Sol se movían de esta manera, en torno a la Tierra. Aristóteles no sabía que se podían ejercer fuerzas sin necesidad de que los cuerpos se tocaran.

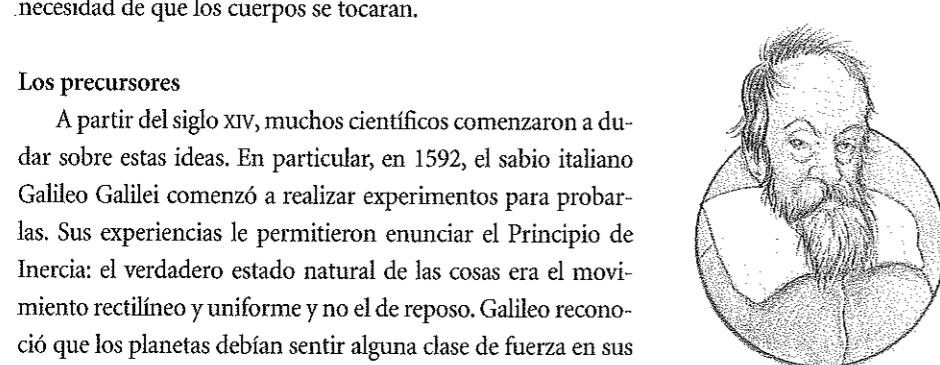
Los precursores

A partir del siglo XIV, muchos científicos comenzaron a dudar sobre estas ideas. En particular, en 1592, el sabio italiano Galileo Galilei comenzó a realizar experimentos para probarlas. Sus experiencias le permitieron enunciar el Principio de Inercia: el verdadero estado natural de las cosas era el movimiento rectilíneo y uniforme y no el de reposo. Galileo reconoció que los planetas debían sentir alguna clase de fuerza en sus órbitas, ya que, de lo contrario, se moverían en línea recta. En esos años, el astrónomo alemán Johannes Kepler descubrió

que las órbitas de los planetas no eran circunferencias, sino elipses, y que sus velocidades variaban.

Newton y las fuerzas

En 1665, a partir de los descubrimientos de Galileo y de Kepler, Newton dedujo sus tres leyes del movimiento y la forma de la fuerza de la gravedad. De esta manera, Newton confirmó las conclusiones de Galileo sobre el movimiento de los cuerpos, reconociendo que la masa de los mismos condiciona sus movimientos. También explicó las características del movimiento de los planetas, mostrando que la fuerza de la gravedad actúa a distancia y que es la misma que mantiene a la Luna en su órbita y que hace caer un cuerpo a la Tierra.



Galileo Galilei (1564-1642).



Johannes Kepler (1571-1630).

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál era la teoría sobre el movimiento de los cuerpos, aceptada antes de los estudios de Newton?
- 2 ¿Cómo contribuyeron Galileo y Kepler al desarrollo de la nueva teoría?
- 3 ¿Qué importancia tiene para la Física la teoría de Newton?

1 Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

- Un cuerpo de mayor masa pesa más que uno de menor masa.
- La masa se puede medir en kilogramos fuerza.
- Se llama masa al cociente entre la fuerza ejercida sobre un cuerpo y la aceleración obtenida.
- La masa de una persona ubicada en la Antártida es mayor que la masa de una persona ubicada en Ecuador.
- La masa es una medida de la inercia de los cuerpos.
- El peso de un cuerpo es la fuerza de la gravedad con que lo atrae un planeta (por ejemplo, la Tierra).
- El peso se puede medir en kilogramos fuerza.
- El peso se puede medir en kilogramos.
- El peso de un cuerpo es el mismo en la Antártida que en Ecuador.
- Una persona que pesa 70 kilogramos fuerza, ejerce sobre la Tierra una fuerza de 70 kilogramos fuerza.
- Un cuerpo con menor masa pesa más que uno con mayor masa.

2 Completén el párrafo con las palabras de la lista. Las palabras pueden ser usadas más de una vez, o no ser usadas:

masa - acelerado - fuerza - acción - reacción - peso - gravedad - uniforme - newton - normal - equilibrio - intensidad - mayor - menor - iguales

Un tren, formado por una locomotora y un vagón, está en una estación ferroviaria. Cuando el tren está quieto, se ejercen dos fuerzas sobre el vagón: su , que es la fuerza de la con que la Tierra lo atrae, y la fuerza , que es la fuerza que ejerce el piso y que evita que se hunda. Ambas fuerzas están en , ya que una apunta hacia arriba y otra hacia abajo, y tienen igual

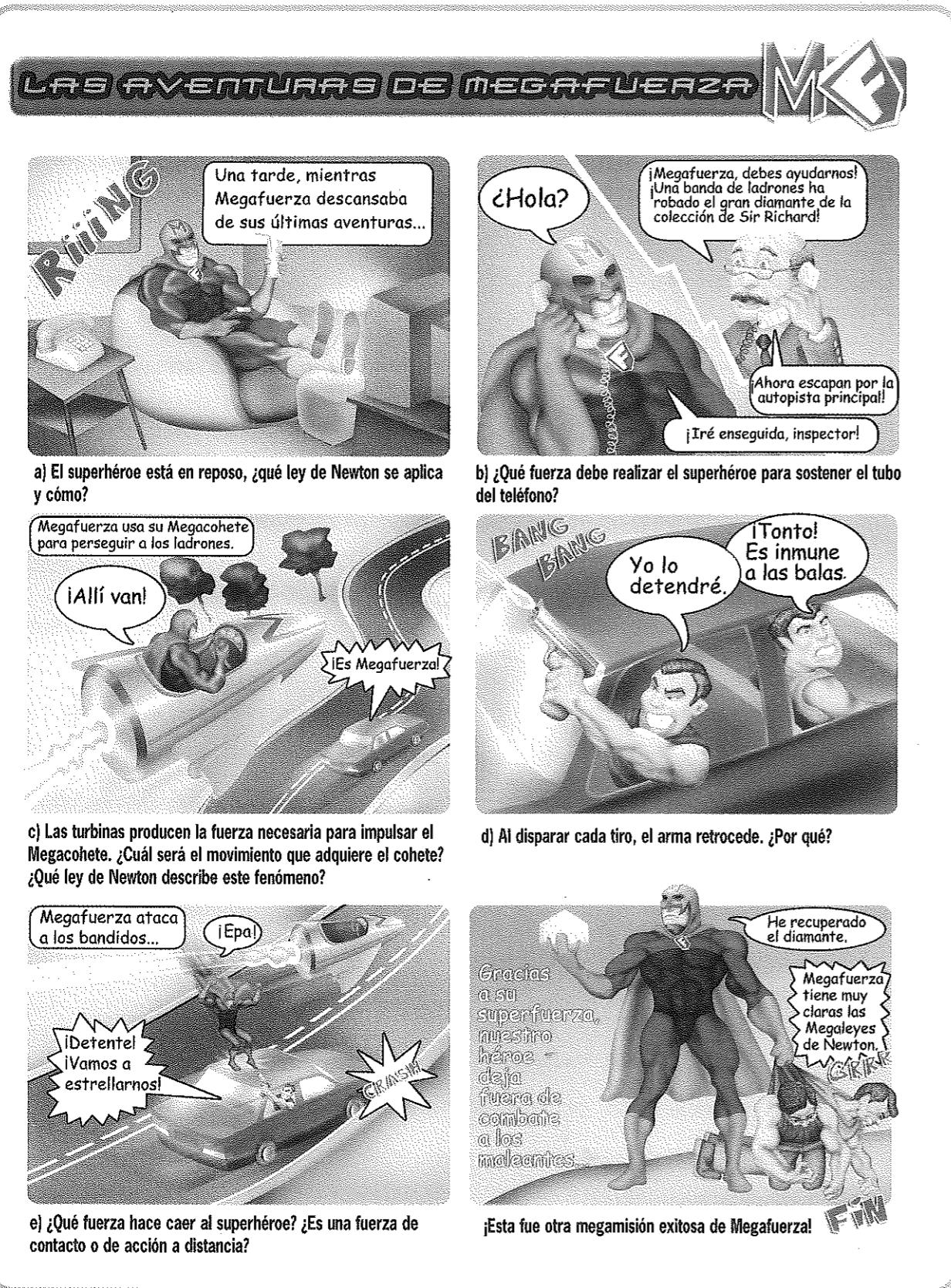
Cuando el tren arranca, la locomotora ejerce sobre el vagón una , que lo hace mover con movimiento Si el vagón tuviera más , la aceleración sería Como la locomotora ejerce una fuerza sobre el vagón, llamada , el vagón ejerce sobre la locomotora una fuerza llamada Ambas fuerzas son en , pero opuestas en sentido. La se aplica sobre el vagón y la se aplica sobre la locomotora.

3 Expliquen qué fuerzas actúan en los siguientes casos, y clasifiquenlas según sean fuerzas de contacto o de acción a distancia:

- a) Un imán atrae a un clavo de hierro.
- b) Un martillo golpea una nuez.
- c) La Luna gira alrededor de la Tierra.
- d) Un chico se desliza sobre un piso encerado, hasta que finalmente se detiene.
- e) Una persona deja caer una pelota desde una cierta altura.
- f) Un libro está en reposo sobre una mesa.

1 Las leyes de Newton

Lean las aventuras de Megafuerza, el superhéroe, cuando enfrentó a los ladrones del gran diamante. Respondan a las preguntas que se presentan debajo de cada viñeta sobre las leyes de Newton, que describen la acción:

**2 Problemas con fuerzas y aceleraciones**

Resuelvan los siguientes problemas, aplicando las leyes de Newton:

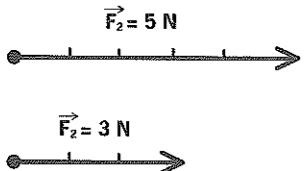
- Una maceta con flores, que pesa $3,5 \text{ kg}$, se encuentra en reposo sobre una mesa. ¿Cuál es la intensidad de la fuerza normal? Hacia dónde apunta?
- ¿Cuánto vale la intensidad de la fuerza que, al ser aplicada sobre una masa de $3,2 \text{ kg}$ genera en ella una aceleración de 15 m/s^2 ?
- ¿Cuál es la masa de un cuerpo que, al aplicarle una fuerza de 14 kg , adquiere una aceleración de 3 m/s^2 ?
- Sobre una lata de sardinas de 120 g , se ejerce una fuerza de 67 dyn . ¿Cuánto vale el módulo de su aceleración?
- Si se ejerce una fuerza de 16 N sobre un cuerpo de masa desconocida, se obtiene una aceleración de 40 m/s^2 . ¿Qué aceleración se obtendrá si se ejerce, sobre el mismo cuerpo, una fuerza de 100 N ?
- ¿Cuántos kilogramos fuerza pesa una caja cuyo peso es de 400 N ?
- ¿Cuál es la masa, en utm , de un niño que pesa 20 kg ?
- Debido a que la Tierra no es perfectamente esférica, la aceleración de la gravedad en las proximidades de los polos es de $9,83 \text{ m/s}^2$. ¿Cuánto pesa una persona de 78 kg de masa en ambos lugares? Expresen el resultado en kg .
- En la Luna, la aceleración de la gravedad vale $g_L = 1,62 \text{ m/s}^2$. ¿Cuánto pesa, en la Luna, un astronauta que en la Tierra pesa 70 kg ? Expresen el resultado en newtons y en kilogramos fuerza.
- ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta, si un astronauta de 85 kg de masa pesa $104,04 \text{ kg}$?
- Un hombre ejerce una fuerza de 5 kg sobre una puerta. Si la puerta no se abre, ¿qué fuerza ejerce la puerta sobre el hombre? ¿Y si se abre?
- Un astronauta, durante una caminata espacial, arroja hacia delante una herramienta de 500 g de masa con una fuerza de 10 N . ¿Cuál es la aceleración a_H que adquiere la herramienta? ¿Cuál es la fuerza F_A que experimenta el astronauta? Si su masa es de 83 kg , ¿cuál será su aceleración a_A ? Hacia dónde se moverá?

Respuestas:

- a) $N = 3,5 \text{ kg}$. Apunta hacia arriba, en la misma dirección que el peso y con sentido contrario.
- b) $F = 48 \text{ N}$
- c) $m = 4,67 \text{ utm} = 4,67 \frac{\text{kg}}{\text{m/s}^2}$
- d) $a = 0,56 \text{ cm/s}^2$
- e) $a = 250 \text{ m/s}^2$
- f) $P = 40,8 \text{ kg}$
- g) $2,04 \text{ utm}$
- h) $P_{\text{PAO}} = 766,74 \text{ N} = 78,24 \text{ kg}; P_{\text{ECUADOR}} = 762,84 \text{ N} = 77,84 \text{ kg}$
- i) $P_L = 113,4 \text{ N} = 11,6 \text{ kg}$
- j) $a = 12 \text{ m/s}^2$
- k) $F = 5 \text{ kg}$; la misma.
- l) $a_H = 20 \text{ m/s}^2; F_A = 10 \text{ N}, a_A = 0,12 \text{ m/s}^2$, hacia atrás.
- m) $a = 4,67 \text{ utm} = 4,67 \frac{\text{m/s}^2}{\text{kg}}$
- n) © Angel Estrada y Cia. S. A. - Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

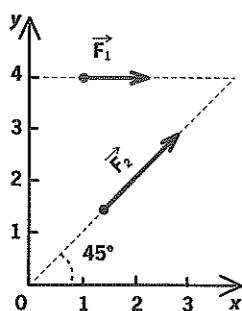
3 Trabajando con vectores

Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo pueden ser representadas con la ayuda de vectores. En esta actividad, aprenderán a representarlos adecuadamente y a trabajar con ellos.

PARTE A. La intensidad de las fuerzas

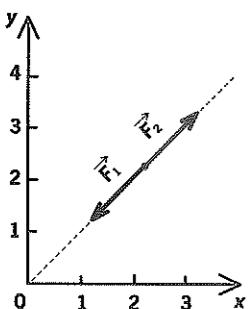
La intensidad de una fuerza está indicada por la longitud del vector que la representa y se denomina **módulo** del vector. Para dibujar la fuerza, se puede asociar una unidad de longitud con una unidad de fuerza, por ejemplo: 1 cm equivale a 1 N.

- a) Dibujen dos vectores: uno de 4 N y otro de 6 N.

PARTE B. La dirección de las fuerzas

Para orientar los vectores es conveniente usar un sistema de coordenadas dado por dos ejes, un eje horizontal, o eje x, y un eje vertical, o eje y. La dirección de un vector estará dada por la recta (infinita), de la cual se toma un segmento para representar al vector. Esa recta tendrá una cierta inclinación respecto a los ejes de coordenadas. La fuerza 1 está en la dirección de la recta 1, paralela al eje x y la fuerza 2 está en la dirección de la recta 2, a un ángulo de 45° respecto del eje x.

- b) Dibujen un vector cuya dirección forme un ángulo de 90° con el eje x, y otro cuya dirección forme un ángulo de 60° con el eje x.

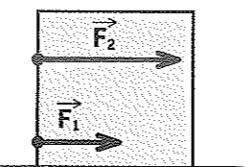
PARTE C. El sentido de las fuerzas

El sentido de un vector está dado por su orientación y se representa con la punta de la flecha. En el gráfico, se muestran dos vectores con iguales módulos y direcciones, pero con sentidos opuestos. Si fueran fuerzas sobre un objeto, una se ejercería con una orientación, y la otra, con la opuesta.

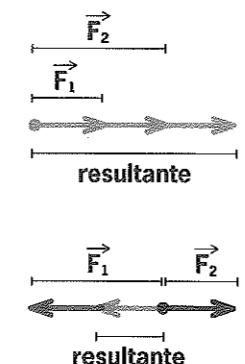
- c) Dibujen el vector que representa a una fuerza de 5 N, con una dirección paralela al eje y. Representen una fuerza igual, pero con sentido contrario a esta.

PARTE D. El punto de aplicación

El punto de aplicación es el origen del vector. En el caso de una fuerza, es el punto donde se está ejerciendo la fuerza. Si se trata de una fuerza de contacto, el punto de aplicación está en la región donde se tocan los cuerpos en cuestión. Si se trata de una fuerza de acción a distancia, estará aplicada en un punto especial del cuerpo, llamado centro de masas. Si se pudiera representar un cuerpo extenso por medio de un único punto, ese punto sería el centro de masas.



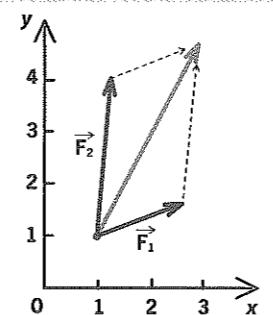
- d) Dibujen un cuerpo de forma cúbica, al que se le aplica una fuerza de contacto en el centro de una de sus caras, de modo de empujar al cuerpo paralelamente al piso.

PARTE E. Resultante de fuerzas colineales

Cuando se aplica más de una fuerza sobre un mismo cuerpo, el resultado de todas las fuerzas aplicadas es equivalente a la acción de una única fuerza, llamada fuerza resultante. Si todas las fuerzas tienen la misma dirección, se las llama **fuerzas colineales**. La fuerza resultante de las fuerzas colineales está en la misma dirección que estas. Para obtener la intensidad de la resultante se deben sumar las intensidades de cada fuerza, teniendo en cuenta el sentido de cada una. Las que apuntan en un mismo sentido suman con el signo positivo, y las opuestas, con el signo negativo.

- e) Dos fuerzas, de 5 N y 6 N, respectivamente, actúan sobre un mismo cuerpo en la misma dirección y en el mismo sentido. Dibujen la fuerza resultante.

- f) Dibujen la fuerza resultante para el caso en que la primera fuerza apunta a la izquierda, y la segunda, a la derecha.

PARTE F. Resultante de fuerzas no colineales

Para calcular la fuerza resultante de dos fuerzas que no son colineales, hay que aplicar la regla del paralelogramo. Para hacerlo, se traslada imaginariamente cada uno de los vectores, manteniéndolo paralelo al original, hasta el extremo del otro vector. El extremo de la resultante estará en el punto en que ambas proyecciones se unen. La intensidad de la fuerza puede medirse directamente del dibujo.

- g) Calculen la resultante de la suma de una fuerza de 3 N, dirigida en un ángulo de 45° respecto al eje x, y otra fuerza de 2 N dirigida en forma paralela al eje y. Midan su longitud y exprésela en newtons.

4 El vuelo a propulsión a chorro

Un cohete se impulsa gracias a la rápida expulsión de gases por sus toberas. En los motores del cohete, el combustible es quemado muy rápidamente, de modo que expulsa gases. El cohete ejerce una fuerza sobre los gases al acelerarlos hacia atrás, por lo tanto, los gases ejercen una fuerza sobre el cohete, que lo impulsa hacia delante. Este método de impulsión se llama "propulsión a chorro". ¿Qué principios físicos explican el movimiento del cohete?

En esta actividad, van a construir un pequeño dispositivo que funciona de manera similar a un cohete.

Materiales

- Cinta adhesiva.
- Un globo.
- Un cortaplumas.
- Hilo.

Procedimiento

1. Usando el cortaplumas con mucho cuidado, hagan un corte en el sorbete a 3 cm del borde, de modo de obtener un trozo de este.

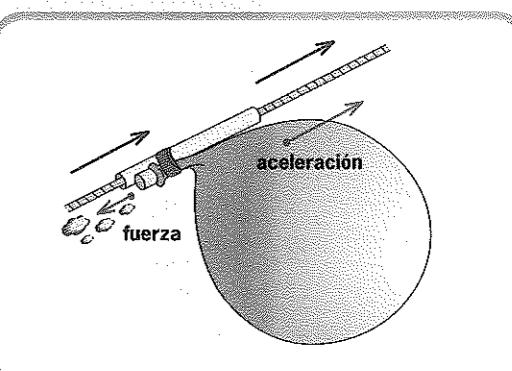
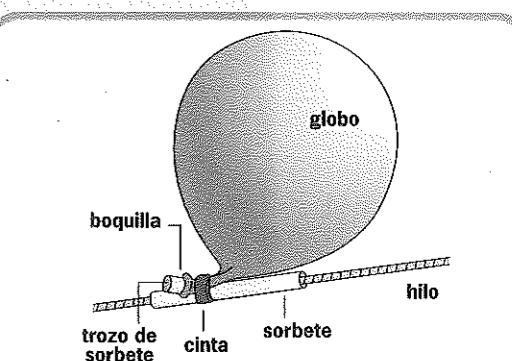
2. Introduzcan ese pequeño trozo de sorbete por la boquilla del globo y fíjelo firmemente con cinta adhesiva. De este modo, el tramo de sorbete sobresaldrá en la boquilla del globo, y permitirá inflarlo, sin que el aire escape por los costados.

3. Fíjen, con cinta adhesiva, el resto del sorbete a un costado de la boquilla del globo, como muestra el dibujo.

4. Pásen un hilo largo por el interior del sorbete.

5. Aten un extremo del hilo en una silla o en la pata de una mesa. Sostengan el otro extremo con el globo y el sorbete, tensando el hilo con fuerza. Procuren que el hilo quede bien estirado y que no cuelgue.

6. Inflen el globo, usando la boquilla, y suéltenlo. El aire comenzará a escapar del globo por la boquilla. Verán que el globo se desplaza moviéndose por el hilo.

**Observaciones y conclusiones**

- ¿Por qué la expulsión del gas de su interior empuja al globo?
- ¿Cuál es la fuerza que causa su aceleración?
- ¿Qué sucede cuando el globo se desinfla?

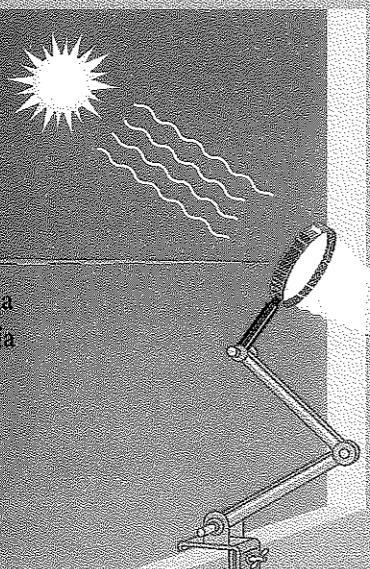
Contenidos

- El trabajo mecánico.
- Energía cinética.
- Energía potencial.
- Otros tipos de energía. Principio de trabajo y energía.
- La conservación de la energía. Potencia.

BANCO DE DATOS

Las transformaciones de la energía

La energía puede aparecer en muchas formas diferentes: energía radiante o luz, energía calórica, energía cinética, energía potencial y muchas otras. Una de las características más sorprendentes de la energía es su capacidad de transformarse de una forma a otra. Por ejemplo, si se sostiene una roca a una cierta altura, la roca tiene energía potencial. Si se la suelta, la roca comienza a caer, por lo que la energía potencial que tenía se transforma, paulatinamente, en energía cinética o de movimiento. Al golpear el piso, se desprende calor y se oye un ruido. Una parte de la energía cinética que traía la piedra se transformó en energía calórica, y otra, en energía sonora. En este ejemplo puede verse que la energía de un sistema se conserva, transformándose en sus distintas formas. Además, se comprueba que el trabajo y la energía están muy vinculados entre sí.

**LUZ**

El Sol irradian al espacio una enorme cantidad de energía en forma de luz. A esta forma de la energía se la conoce como **energía radiante**. Aunque solo una parte de la energía total emitida por el Sol es interceptada por nuestro planeta, esa parte es suficiente como para hacer de él un lugar habitable.

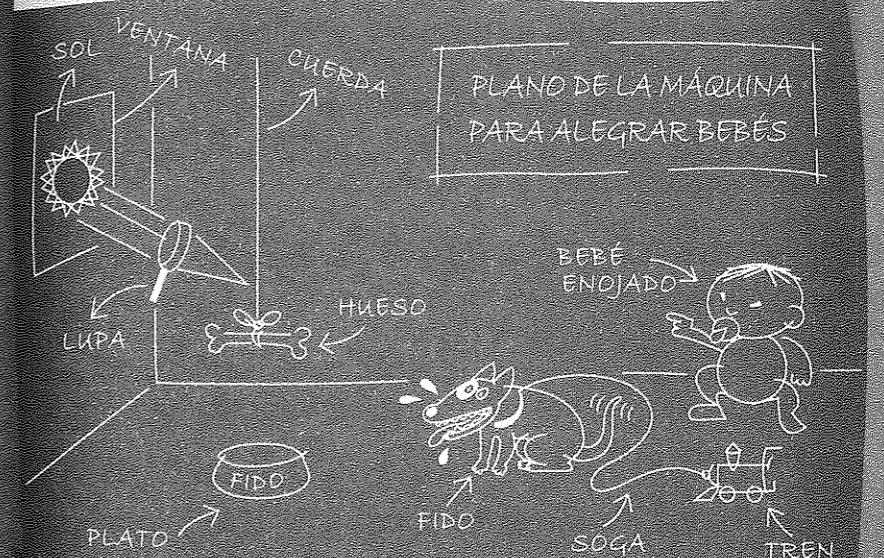
CALOR

Cuando la luz incide sobre la materia, las moléculas que componen la materia comienzan a agitarse. Este movimiento microscópico de las partículas es lo que se conoce como calor. De este modo, la energía luminosa del sol se transforma en **energía calórica** al interactuar con la materia. El calor es una de las formas de la energía.

GRAVEDAD

Por la fuerza de la gravedad, los cuerpos tienden a caer hacia la Tierra. En cuanto se libera un cuerpo situado a una cierta altura respecto al suelo, el cuerpo cae. De esta manera, un cuerpo suspendido a una altura dada, tiene una energía latente capaz de hacerlo caer, si su situación lo permite. A esta clase de energía se la llama **energía potencial gravitatoria**.

En el lenguaje cotidiano, las palabras trabajo y energía tienen muchos significados. Por ejemplo, se dice que el trabajo de una persona es manejar un avión, o que da mucho trabajo resolver una cuenta. También se dice que una persona tiene mucha energía, o que hay una crisis de energía. Para la Física, sin embargo, trabajo y energía son conceptos bien definidos. El trabajo mide el efecto que una fuerza produce sobre un cuerpo, al desplazarlo una cierta distancia. Por su parte, la energía de un cuerpo mide su capacidad para realizar un trabajo.

**ACTIVIDADES**

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se define el trabajo en Física?
- ¿Qué es la energía, según la Física?
- ¿Cómo se llama la energía que tiene un cuerpo en movimiento?
- ¿Qué es la energía potencial gravitatoria?
- ¿Qué otros tipos de energía conocen?
- ¿Cómo se relaciona el trabajo con la energía?

g) ¿En qué consiste la conservación de la energía?

h) Enumeren todas las formas de energía que aparecen cuando se acciona el dispositivo del gráfico.

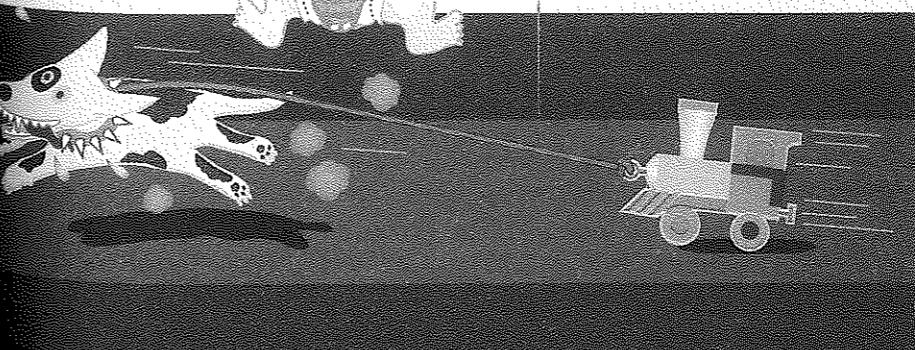
i) Indiquen las sucesivas transformaciones de las formas de energía en cada etapa.

MOVIMIENTO

Si un cuerpo está en movimiento, posee una forma de energía llamada **energía cinética**. Cuanto mayor sea la velocidad con la que se mueva, mayor será su energía cinética, y cuanto más masa tenga el cuerpo, mayor será también su energía cinética. Si el cuerpo choca contra otro cuerpo en reposo, las consecuencias de la colisión dependerán de la energía cinética que poseía inicialmente.

**TRABAJO**

Cuando una fuerza desplaza un cuerpo a lo largo de cierta distancia, se dice que se ha realizado **trabajo** sobre ese cuerpo. En este caso, la fuerza ejercida por el perro realiza trabajo al mover al tren. El trabajo y la energía están estrechamente vinculados: el trabajo realizado por el perro sobre el tren se invierte en darle energía cinética a este.



El trabajo mecánico



Cuando una fuerza, aplicada sobre un cuerpo, lo desplaza una cierta distancia, se dice que se realizó trabajo mecánico sobre el cuerpo.



Si la fuerza ejercida es perpendicular a la dirección en que se mueve el cuerpo, no se realiza trabajo sobre ese cuerpo. En el gráfico, la fuerza que ejerce la persona sobre la valija apunta hacia arriba, mientras que el movimiento que realiza es horizontal. Por lo tanto, la fuerza que ejerce la persona sobre la valija no produce trabajo.

Para empujar un mueble a lo largo de una cierta distancia, hace falta aplicarle una fuerza en la dirección en la que se desea moverlo. Al ejercer esta fuerza, el mueble se desplaza de su posición original. En ese proceso, se dice que la persona que empuja el mueble está realizando trabajo mecánico sobre él. Se define al trabajo mecánico o simplemente trabajo, como el producto de la fuerza aplicada en la dirección de movimiento del cuerpo, por la distancia que recorre el cuerpo. Por lo tanto, si la fuerza aplicada es F y la distancia que se desplazó al objeto es d , el trabajo (T) será:

$$T = F \cdot d$$

Si se aplica una fuerza mayor (por ejemplo, si dos personas empujan el mueble), el trabajo realizado será mayor. De la misma manera, si el mueble es desplazado una distancia mayor, el trabajo realizado también será mayor.

Por ejemplo, si se ejerce una fuerza de 8 kg para desplazar una mesa sobre un piso encerado (sin rozamiento) una distancia de 3 m , el trabajo realizado será:

$$T = F \cdot d = 8 \text{ kg} \cdot 3 \text{ m} = 24 \text{ kg} \cdot \text{m} = 24 \text{ kgm}$$

La unidad empleada para medir el trabajo en el sistema técnico es el **kilogrametro** (**kgm**). Un kilogrametro es el trabajo realizado por una fuerza de 1 kg , al mover un cuerpo una distancia de 1 m . Existen otras unidades para medir el trabajo, según las unidades de las fuerzas y los desplazamientos. **A**

Hay muchas maneras de realizar trabajo. Al levantar un cuerpo verticalmente desde el piso hasta una cierta altura, se realiza trabajo, ya que la fuerza ejercida se dirige hacia arriba y el desplazamiento del cuerpo está en la misma dirección que la fuerza. Un imán que atrae un clavo también realiza trabajo. La fuerza magnética desplaza al clavo hasta unirlo al imán.

Para realizar un trabajo, se debe desplazar al cuerpo de lo contrario el trabajo es nulo. Por ejemplo, si se sostiene, en reposo, una valija muy pesada no se realiza trabajo, aunque cueste un gran esfuerzo y cause mucha fatiga hacerlo. En este caso, alguien aplica una fuerza sobre la valija, pero el desplazamiento es cero. Del mismo modo, si una persona empuja un automóvil, pero no consigue moverlo, el trabajo realizado es nulo. También debe tenerse en cuenta que solo se realiza trabajo si la fuerza ejercida está en la dirección del movimiento del cuerpo. De esta manera, una persona que sostiene una valija y camina con velocidad constante, sin subirla ni bajarla, no realiza trabajo. **B**

La energía

Para que un cuerpo o un sistema de cuerpos pueda realizar un trabajo mecánico es necesario que disponga de energía para hacerlo. Por lo tanto, se puede definir a la **energía** como la capacidad que tiene un cuerpo o sistema de cuerpos para realizar un trabajo.

Una grúa puede realizar un trabajo mayor que un ser humano, por ejemplo, levantando un peso hasta una gran altura. Por eso se dice que la grúa tiene más energía que un ser humano.

Como el trabajo y la energía están estrechamente vinculados, las unidades de medida de la energía son las mismas que las del trabajo.

A Las unidades de medida del trabajo

Para medir el trabajo en el sistema técnico se usa el **kilogrametro**. En el sistema mks, la fuerza se mide en newtons (N) y la distancia en metros (m), por lo que la unidad de trabajo es **newton por metro o joule**. Aproximadamente, un joule es el trabajo que se hace al levantar un pan de manteca (~200 g) a una altura de medio metro.

En el sistema cgs, la fuerza se mide en dinas (dyn) y las longitudes en centímetros, por lo que la unidad de trabajo es **dina por centímetro o ergio**. Aproximadamente, un ergio es el trabajo que se realiza al levantar un grano de polenta (~1 mg) a una altura de un centímetro.

Un kilogrametro equivale a $9,8$ joules y a 98 millones de ergios.

	kgm	joule	ergio
1 kgm	1	$9,8$	$9,8 \cdot 10^7$
1 joule	$0,102$	1	10^7
1 ergio	$1,02 \cdot 10^{-3}$	10^{-7}	1

Tabla de unidades y sus equivalencias.

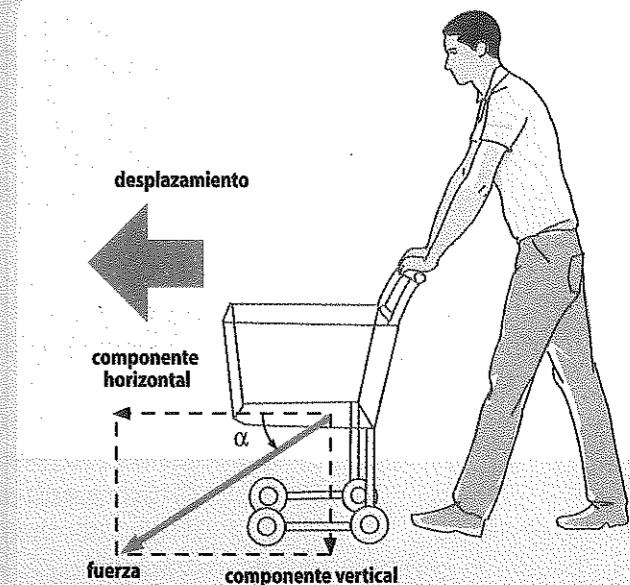
B ¿Cómo debe ser la fuerza para realizar trabajo?

Para que una fuerza realice trabajo, debe estar en la dirección del movimiento. En este gráfico, la persona realiza una fuerza sobre el carro, con un cierto ángulo α respecto a la dirección del movimiento. Esta fuerza puede pensarse como la composición de dos fuerzas, una vertical y una horizontal. Solamente la componente horizontal de la fuerza realiza trabajo sobre el carro. Esa componente puede calcularse multiplicando el valor de la fuerza por el coseno del ángulo α , por lo que el trabajo será:

$$T = F \cdot \cos \alpha \cdot d$$

Si la fuerza es de 10 N (newtons) y se aplica con un ángulo $\alpha = 30^\circ$ ($\cos \alpha = 0,867$), a lo largo de un trayecto de 3 m , el trabajo realizado valdrá:

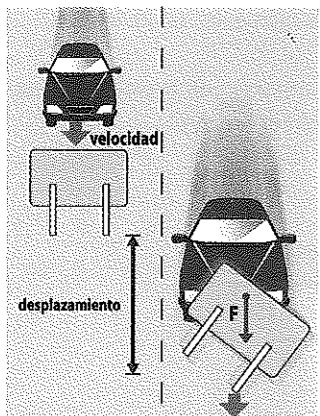
$$T = 10 \text{ N} \cdot 0,867 \cdot 3 \text{ m} = 26,01 \text{ N} \cdot \text{m} = 26,01 \text{ joules}$$



ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué es el trabajo mecánico?
- 2 ¿Cuáles son las unidades del trabajo en los distintos sistemas?
- 3 ¿Cómo se puede hacer más trabajo sobre un mismo objeto?
- 4 ¿Cómo debe ser la fuerza aplicada para que se realice trabajo?
- 5 ¿Se realiza trabajo si el cuerpo no se desplaza?
- 6 ¿Qué es la energía? ¿Cuáles son las unidades de la energía?

La energía cinética



Un cuerpo con energía cinética o de movimiento puede realizar trabajo si, al chocar contra otro cuerpo, lo desplaza. Un camión tiene más energía cinética que un automóvil que se desplaza a la misma velocidad. Esto se debe a que el camión posee más masa; por consiguiente, su capacidad de hacer trabajo es mayor que la del auto.

Cuando un cuerpo está en movimiento, posee una forma de energía llamada energía cinética. El movimiento que anima a un cuerpo le permite realizar trabajo sobre algún otro cuerpo. Por ejemplo, un automóvil que se desplaza a una cierta velocidad, al chocar contra un cartel, puede desplazarlo una cierta distancia. De este modo, el automóvil en movimiento tiene la capacidad de realizar trabajo sobre el cartel, es decir, posee energía.

La energía cinética de un cuerpo es mayor cuanto más rápido se mueva el cuerpo. Por ejemplo, una bala arrojada con la mano no hace daño, porque su velocidad no es muy alta. Sin embargo, si la bala es disparada por un arma, su velocidad será mucho mayor y, por lo tanto, también lo será su energía cinética. Como consecuencia, los efectos de su impacto serán mucho más grandes.

Por otra parte, la energía cinética también depende de la masa del cuerpo. A mayor masa, mayor energía cinética. Por ejemplo, es más difícil detener un piano que se desliza por un plano inclinado que detener una patineta que desciende a la misma velocidad. Al tener más masa, el piano posee mayor energía cinética que la patineta.

La energía cinética (E_C) depende de la velocidad (v) y la masa (m), según la siguiente ecuación:

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Se observa que la energía cinética depende del cuadrado de la velocidad. Esto significa que, si se duplica la velocidad del cuerpo, su energía cinética es el cuádruple de su valor original. **A**

La energía potencial

Si se libera una pelota desde una cierta altura sobre el nivel del suelo, la pelota cae rápidamente. Si, en su caída, la pelota golpea contra un vidrio delgado, lo romperá y arrastrará partes de este. En este ejemplo, puede verse que la pelota adquiere movimiento y es capaz de realizar trabajo (atravesando y arrastrando el vidrio). Por lo tanto, se deduce que un cuerpo, ubicado a una cierta altura sobre el nivel del suelo, posee una forma de energía llamada energía potencial gravitatoria. **B**

La energía potencial gravitatoria depende de la posición del cuerpo con respecto al suelo. Si el cuerpo está situado a mucha altura, tendrá más energía potencial. Por ejemplo, una naranja en el balcón de un décimo piso tiene más energía potencial que una naranja a un metro del suelo. Cuando la primera naranja caiga, se romperá al chocar contra el suelo, mientras que la otra no sufrirá mayores daños por su caída.

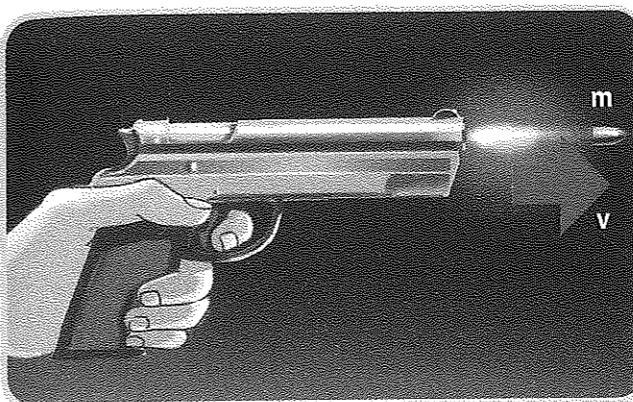
El peso del cuerpo también determina la energía potencial gravitatoria. Por ejemplo, no produce el mismo efecto la caída de una naranja, que la caída de un piano. Como el piano es más pesado que la naranja, tendrá más energía potencial gravitatoria; por ello, al caer, podrá realizar mayor trabajo.

La energía potencial gravitatoria (E_p) puede calcularse si se conoce el peso (P) del cuerpo y su altura (h) sobre el nivel del suelo:

$$E_p = P \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

La energía potencial gravitatoria es la energía que poseen los cuerpos al estar ubicados a una cierta altura sobre el nivel del suelo. Según el peso del cuerpo, su energía será mayor o menor, es decir, será capaz de hacer mayor o menor trabajo.

A La energía cinética de una bala

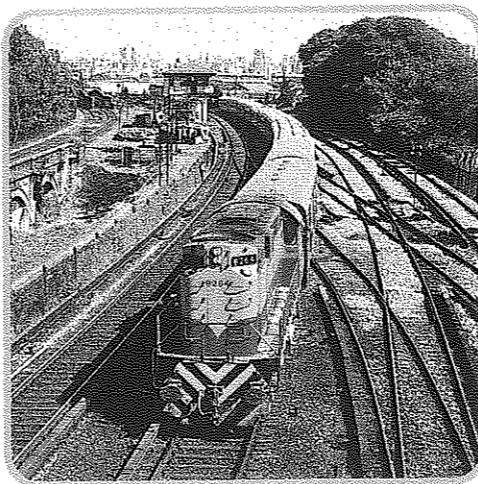


A pesar de que una bala es un objeto de poca masa, puede tener una gran energía cinética si se mueve a alta velocidad. Una bala de 220 g de masa, que se mueve a una velocidad de 330 m/s (1188 km/h), tendrá una energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,22 \text{ kg} \cdot \left(330 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 11.979 \text{ joules}$$

Esta energía cinética es la misma que tendría un ciclista de 70 kg, que se mueve a la enorme velocidad de 67 km/h. Por esta razón, un cuerpo tan pequeño como una bala puede penetrar en materiales muy resistentes.

B El nivel cero de la energía



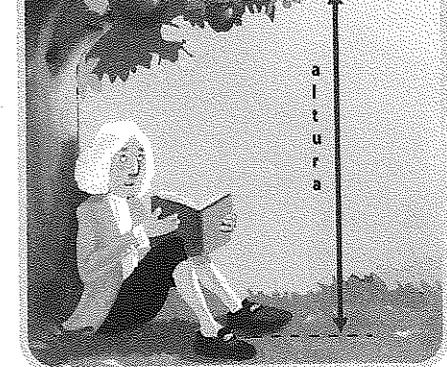
Para calcular la energía potencial gravitatoria, se debe elegir un nivel a partir del cual se mide la altura. Esta elección es completamente arbitraria, aunque habitualmente se considera al nivel del suelo como la altura cero. De esta manera, un objeto en un pozo tendría energía potencial negativa, ya que su altura sería un número negativo (por debajo del suelo).

De la misma manera, la velocidad de un cuerpo, usada para calcular su energía cinética, depende del sistema de referencia que se use para medirla. Por ejemplo, para un pasajero en un tren en movimiento, los asientos del tren tienen energía cinética nula. Sin embargo, para una persona en el andén, tanto el pasajero como los asientos se están moviendo y tienen energía cinética.

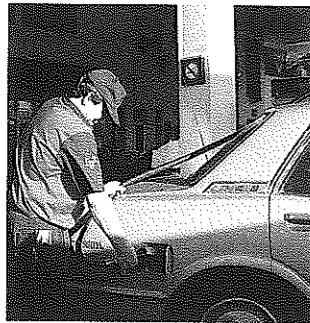
Si bien las energías no valen lo mismo para distintos observadores, lo que interesa son las diferencias de energía que miden los observadores. Estas diferencias son independientes de la ubicación del observador.

ACTIVIDADES

- 1** ¿A qué se debe que un cuerpo posea energía cinética?
- 2** ¿Cómo varía la energía cinética de un cuerpo teniendo en cuenta su masa?
- 3** ¿Cómo varía la energía cinética de un cuerpo teniendo en cuenta su velocidad?
- 4** ¿Qué es la energía potencial gravitatoria?
- 5** ¿De qué depende la energía potencial gravitatoria?
- 6** ¿Por qué puede suceder que distintos observadores midan distinta energía para un mismo cuerpo?
- 7** ¿Cuál es la altura que se considera como nivel cero?



Otras formas de energía



Cuando se quema petróleo o alguno de sus derivados, se libera la energía química almacenada en sus moléculas.

Además de la energía cinética y la potencial, existen otras formas de energía capaces de producir trabajo. A

- El calor es una forma de energía, que se manifiesta como la agitación de los átomos o de las moléculas que componen un cuerpo. B

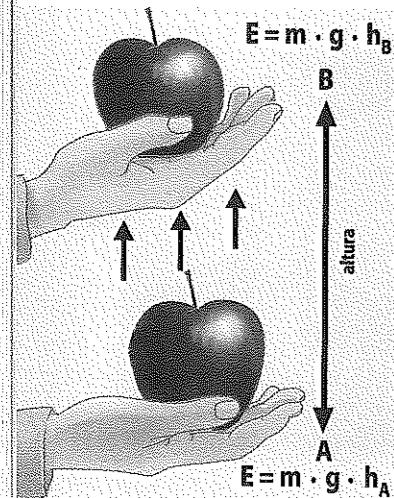
- Las energías eléctrica y magnética son otras formas de energía. Las fuerzas de atracción o de rechazo, ejercidas por las cargas eléctricas o por los polos magnéticos de un imán, pueden realizar trabajo. Por ejemplo, al enchufar una licuadora, la corriente genera el movimiento del motor.

- La energía transportada por la luz se llama energía radiante o luminosa. La energía solar es solo un ejemplo de la energía radiante, en este caso, generada por el Sol. También es un ejemplo de energía radiante la luz emitida por un tubo fluorescente. Usando celdas fotoeléctricas es posible captar una diminuta fracción de la energía solar y transformarla en electricidad, aprovechando, de este modo, su capacidad de realizar trabajo.

- Otra forma de energía es la energía química, que se produce en las reacciones químicas. Por ejemplo, el fuego es una reacción química que genera energía calórica y radiante. Esa energía liberada tiene su origen en la energía química, almacenada en la materia antes de quemarse.

- Por último, la energía atómica es la energía contenida en el núcleo de los átomos. En el funcionamiento de un reactor nuclear o en una explosión atómica, se rompen átomos de uranio y se liberan enormes cantidades de energía, contenidas en los núcleos de esos átomos.

El principio de trabajo y energía



El trabajo necesario para llevar a un cuerpo desde A hasta B, es igual a la diferencia entre la energía total del cuerpo en B y la energía total del cuerpo en A.

La energía y el trabajo están íntimamente vinculados, tal como puede comprobarse en el siguiente ejemplo. Una caja que pesa $P = 2 \text{ kg}$ es elevada con velocidad constante, desde una altura $h_1 = 1 \text{ m}$, hasta otra altura $h_2 = 1,5 \text{ m}$, por una fuerza igual al peso de la caja. La distancia total recorrida es:

$$d = h_2 - h_1 = 1,5 \text{ m} - 1 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

El trabajo realizado sobre la caja será:

$$T = F \cdot d = P \cdot d = 2 \text{ kg} \cdot 0,5 \text{ m} = 1 \text{ kgm}$$

La energía potencial gravitatoria de la caja en la primera posición es:

$$E_{P_1} = P \cdot h_1 = 2 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m} = 2 \text{ kgm}$$

En la segunda posición:

$$E_{P_2} = P \cdot h_2 = 2 \text{ kg} \cdot 1,5 \text{ m} = 3 \text{ kgm}$$

Por lo tanto, la diferencia de energía potencial de la caja en ambas posiciones es igual al trabajo necesario para moverla desde un punto hasta el otro:

$$E_{P_2} - E_{P_1} = 3 \text{ kgm} - 2 \text{ kgm} = 1 \text{ kgm} = T$$

El trabajo realizado sobre el cuerpo, al elevarlo desde una altura hasta otra, es invertido para aumentar la energía potencial del cuerpo. En general, el trabajo necesario para mover un cuerpo, desde un punto hasta otro, es igual a la diferencia de energía total entre ambos puntos. Este es el enunciado del principio de trabajo y energía.

A La energía potencial elástica



Además de la energía potencial gravitatoria, existe la energía potencial elástica. La energía potencial elástica es la energía que posee, por ejemplo, un resorte. Un resorte siempre tiene una longitud en la cual está en equilibrio. Si se lo estira o

comprime, reacciona con una fuerza que tiende a restaurar su longitud de equilibrio. Por lo tanto, un resorte comprimido puede realizar trabajo, al impulsar, con su fuerza, un cuerpo a una cierta distancia. Muchas clases de materia tienen **elasticidad**; esto quiere decir que, al ser deformadas, tienden a volver a su forma original. Se dice, entonces, que poseen **energía potencial elástica**.

B La energía del calor



Si se hiere agua en una olla con tapa, el vapor de agua, que se expande al ser calentado, puede levantar la tapa de la olla por sí mismo, gracias al calor recibido del fuego. Cuando el vapor levanta la tapa, está realizando trabajo. En este ejemplo, se comprueba que es válido considerar al calor como una forma de energía.

Las fuerzas de rozamiento

Si un cuerpo se desplaza sobre una superficie rugosa, su movimiento se ve continuamente disminuido. Este fenómeno se debe a la aparición de fuerzas de rozamiento entre el cuerpo y la superficie, cuyas direcciones siempre se oponen a la dirección del movimiento. Las fuerzas de rozamiento le quitan energía cinética al cuerpo y la transforman en calor. Por esta razón, cuando hace frío, una persona frota sus manos y obtiene calor. Otro ejemplo se da cuando un automóvil frena bruscamente y sus ruedas dejan una marca en el pavimento: la marca es el producto del calentamiento de las gomas por el roce contra el pavimento.



ACTIVIDADES

- 1 ¿En qué consiste la energía potencial elástica?
- 2 ¿Qué es la energía calórica?
- 3 ¿Cómo pueden realizar trabajo las energías eléctrica y magnética?
- 4 ¿Cómo puede liberarse la energía química contenida en una sustancia?
- 5 ¿Qué es la energía atómica?
- 6 ¿Qué propone el principio de trabajo y energía? Dén un ejemplo.
- 7 ¿Cómo actúan las fuerzas de rozamiento?
- 8 ¿En qué se transforma la energía sustraída a un cuerpo por la acción de las fuerzas de rozamiento?

La conservación de la energía

La energía total (E_T) de un cuerpo es la suma de todas las formas de energía que posee ese cuerpo en un momento dado. Por ejemplo, un cuerpo, sostenido a una altura h sobre el nivel del suelo, tiene velocidad nula, por lo cual no tiene energía cinética. Su energía total es solamente energía potencial gravitatoria.

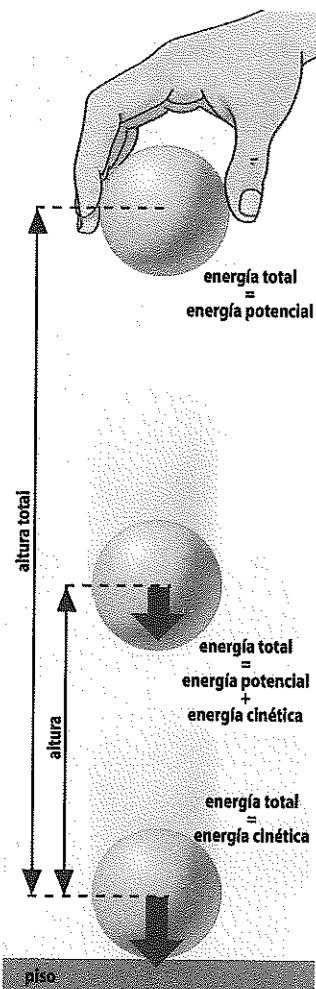
Al ser liberado, el cuerpo comienza a caer, adquiriendo cada vez mayor velocidad al ir disminuyendo su altura. Por lo tanto, durante su caída, el cuerpo posee energía cinética (E_C), ya que se está moviendo, y energía potencial gravitatoria (E_P), por estar a una cierta altura respecto del suelo. La energía total del cuerpo es:

$$E_T = E_P + E_C$$

A medida que el cuerpo cae, la energía potencial va disminuyendo, ya que el cuerpo se acerca al suelo, mientras que la energía cinética va aumentando, ya que el cuerpo se acelera. Cuando el cuerpo llega al suelo, su energía potencial es cero, porque allí la altura vale cero. En ese momento, su energía total es igual a su energía cinética, debido a su gran velocidad.

Si se calcula la energía total del cuerpo en cada uno de los momentos de su caída, se comprueba que siempre tiene el mismo valor. Esta energía total está en la forma de energía potencial gravitatoria al comienzo de la caída; como una combinación de energía potencial gravitatoria y energía cinética durante la caída; y solo como energía cinética cuando el cuerpo llega al suelo. Por lo tanto, a lo largo de la caída de un cuerpo, las energías cinética y potencial varían, pero su suma es siempre la misma, es decir que su energía total se mantiene constante. Este fenómeno se denomina **conservación de la energía**. La energía puede variar en sus distintas formas en un mismo cuerpo, o dividirse y pasar de un cuerpo a otro, pero siempre manteniendo constante su valor original. Por eso se dice que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma y se reparte. A

Es importante notar que, para aplicar el principio de la conservación de la energía, se deben tener en cuenta todas las formas de energía que intervienen en cada momento. En el ejemplo, se debería considerar, además de las mencionadas, la fricción del aire durante la caída, que causa el calentamiento del aire al ser agitado por el movimiento del cuerpo. En este caso, la energía calorífica perdida es muy pequeña.



En el primer instante de la caída de una pelota, la energía total de esta es igual a la energía potencial gravitatoria que posee por estar en reposo a una cierta altura. Durante la caída, una parte de la energía total está en la forma de energía potencial gravitatoria, y otra, en la forma de energía cinética. Al llegar al suelo, la energía total de la pelota es solamente energía cinética, ya que su altura es cero. En los tres momentos, la energía total es siempre la misma, debido a la conservación de la energía.

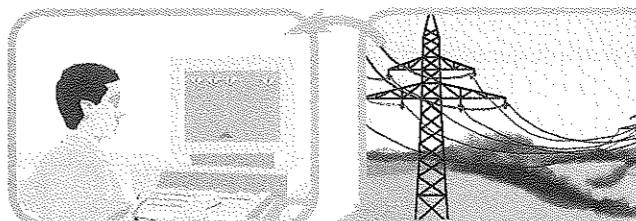
$$P = \frac{T}{t}$$

En el sistema técnico, la unidad de potencia es el kilogramo por segundo (kgm/s); en el mks, es el joule por segundo o vatio, y, en el cgs, es la dina por segundo (dyn/s).

A Tras la pista de la energía

En la vida cotidiana, se utilizan muchos artefactos diseñados para facilitar las tareas de la gente, para brindarles confort y permitirles el esparcimiento. La mayoría de estos artefactos hacen uso de energía de alguna forma, que se suministra a los hogares a través de redes de distribución. La energía eléctrica es una de las formas de energía de mayor distribución, aunque también existen otras, como la energía solar, la eólica o la química (gas natural). Resulta interesante rastrear cuál es el camino que sigue la energía, para llegar hasta los hogares, transformándose continuamente de una forma a otra.

Una computadora funciona gracias a la energía eléctrica. Esta energía es distribuida en todos los componentes de la máquina, y cada uno de ellos la emplea para cumplir su función específica.



La energía eléctrica es transportada por la corriente eléctrica, por medio de una extensa red de distribución.

Las enormes turbinas de una central hidroeléctrica son capaces de transformar la energía cinética de potentes flujos de agua en energía eléctrica.
energía cinética → energía eléctrica



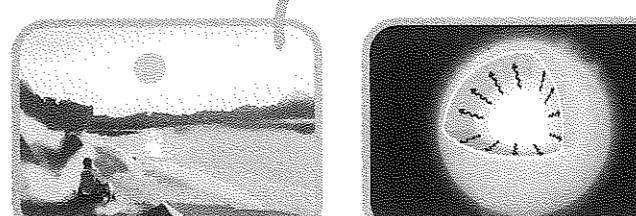
La energía cinética de los flujos de agua es originada a partir de la energía potencial gravitatoria del agua, almacenada en un dique. energía potencial → energía cinética

El agua del dique proviene de ríos que descienden de las regiones más altas. En su camino, los ríos llevan energía cinética y potencial y la almacenan en el dique como energía potencial, al elevar el nivel del agua.
energía potencial + energía cinética → energía potencial



El agua de los ríos proviene del deshielo de las montañas y de la lluvia de las regiones llanas. El calor evapora el agua formando nubes, y, al ascender, el vapor del agua aumenta su energía potencial. calor → energía potencial

El calor que evapora el agua proviene de la interacción de la luz del Sol con la materia de nuestro planeta. La luz del Sol viaja 150.000.000 de kilómetros para llegar a nuestro planeta.
energía luminosa → calor



La energía del Sol proviene de las reacciones nucleares que ocurren en su núcleo. Estas reacciones liberan la energía luminosa que constituye la luz del Sol.
energía atómica → energía luminosa

Las sucesivas transformaciones de la energía conducen hasta el interior del Sol. De manera directa o indirecta, el Sol es una de las fuentes de energía más importantes de la Tierra. Las condiciones extremas de su interior permiten la liberación de la energía contenida en el núcleo de los átomos.

ACTIVIDADES

- 1 ¿A qué equivale la energía total de un cuerpo?
- 2 Expliquen en qué consisten las transformaciones de la energía.
- 3 ¿Qué se mantiene constante en las transformaciones de la energía?

- 4 ¿Qué establece el principio de conservación de la energía?
- 5 ¿Cómo intervienen las fuerzas de rozamiento en la conservación de la energía?
- 6 ¿Cómo obtiene el Sol su energía?

El movimiento perpetuo

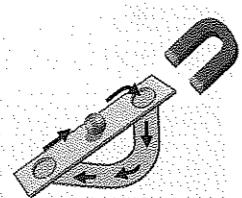
A lo largo de la historia de la humanidad, muchos inventores intentaron crear un aparato perfecto, una máquina cuyo movimiento nunca se detuviese. Un artefacto de tales características resultaría enormemente valioso, ya que, de él, se podría obtener energía ilimitada. El registro más antiguo del diseño de un móvil perpetuo se remonta al siglo XII, en la India. Posteriormente, en Europa, se patentaron innumerables artefactos que pretendían crear energía de la nada.

Todos estos intentos fueron vanos, ya que estas máquinas no pueden funcionar. En la mayoría de ellas, los principios físicos en los que se basan fueron mal interpretados por sus diseñadores.

Por otra parte, los materiales para construir cualquier máquina no son perfectos, y las fuerzas de rozamiento de sus partes internas no pueden ser eliminadas. El rozamiento produciría una rápida pérdida de energía en el sistema, lo que, finalmente, detendría su movimiento.

LA BOLITA QUE SUBE Y BAJA

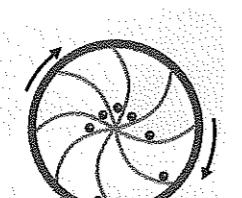
En esta máquina, un poderoso imán hace que una bolita de hierro ascienda por una tabla. En la tabla, hay un agujero por el que la bolita cae y regresa al punto de partida, para luego volver a subir.



Problema: si el imán es suficientemente potente como para atraer la bolita desde la parte más baja, esta no podría bajar por el agujero, debido a la atracción que ejerce el imán sobre ella.

LA RUEDA AUTOBALANCEADA

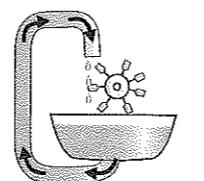
Se trata de una rueda en cuyo interior se encuentran bolitas que, al moverse, producen el giro de la rueda.



Problema: en el momento de la construcción del dispositivo, las bolitas se distribuyen balanceando la rueda, por lo que esta deja de girar.

LA FUENTE QUE SE LLENA SOLA

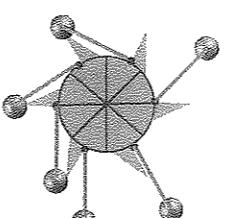
En este diseño, la presión del fondo del recipiente haría subir el agua por el caño. El agua volvería a caer al recipiente, y se cerraría el ciclo. La corriente de agua podría mover una rueda, de modo de obtener trabajo y movimiento continuos.



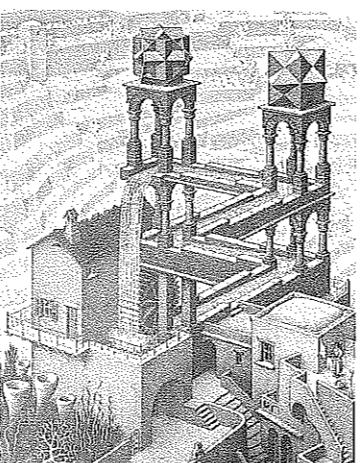
Problema: la presión del fondo del recipiente no es suficiente para que el agua suba por el conducto y vuelva a caer al recipiente.

LA RUEDA CON MARTILLOS

Esta rueda posee martillos que, al girar, van dando golpes que mantienen el movimiento de la rueda.



Problema: mientras unos martillos empujan la rueda, el peso de los martillos del lado opuesto evita que la rueda gire libremente.



Cascada, litografía de M. C. Escher, 1961.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué es el movimiento perpetuo?
- 2 ¿Por qué se intenta construir una máquina de movimiento perpetuo?
- 3 ¿Cuáles son las razones por las que los móviles perpetuos fallan?

1 Marquen las opciones correctas para completar las siguientes frases:

- a) Si se desplaza un cuerpo desde un lugar hasta otro, por medio de una fuerza orientada en la dirección del movimiento, se está realizando...

...potencia. ...trabajo. ...energía radiante. ...presión.
- b) Un cuerpo situado en reposo, a una cierta altura h sobre el nivel del suelo, tiene...

...energía cinética. ...energía potencial elástica. ...energía potencial gravitatoria. ...energía radiante.
- c) Si se lanza una pelota hacia arriba, esta alcanza una cierta altura sobre el nivel del suelo, se frena y vuelve a caer. En el punto más alto, la energía total de la pelota está en la forma de...

...energía cinética. ...energía potencial gravitatoria. ...energía calórica. ...energía radiante.
- d) En el caso anterior, hay tres momentos en el movimiento de la pelota: cuando la pelota asciende, cuando se frena y cuando cae. A lo largo de estos pasos, la energía total se transforma de la siguiente forma:

...energía cinética → energía potencial → energía cinética.
 ...energía potencial → energía cinética → energía potencial.
 ...energía cinética → energía potencial + energía cinética → energía cinética.
 ...energía cinética + energía potencial → energía potencial → energía cinética + energía potencial.
- e) La energía cinética de un cuerpo de masa m es mayor cuando...

...la altura a la que se encuentra es mayor. ...la masa del cuerpo es mayor.
 ...la velocidad del cuerpo es más grande. ...el calor del cuerpo es mayor.

2 Indiquen cómo se transforma la energía en los siguientes casos:

- a) Se quema un pedazo de papel.
- b) Se enciende una lámpara eléctrica.
- c) Un ciclista frena bruscamente.
- d) Una honda lanza una piedra.
- e) En las turbinas de una represa hidroeléctrica se genera corriente eléctrica.
- f) Una persona se frota continuamente las manos.
- g) Una persona toma sol en la playa.
- h) Un carro de montaña rusa baja una pendiente hasta el suelo.

3 Unan con flechas para formar las frases correctas:

- La potencia
El trabajo
La energía cinética
El calor
La energía
Las fuerzas de roce
La energía atómica

no se crea ni se destruye, se transforma y se reparte.
actúan oponiéndose al movimiento y liberando calor.
mide la rapidez con que se realiza un trabajo.
es la energía contenida en el núcleo de los átomos.
se realiza cuando una fuerza mueve a un cuerpo.
es la energía que poseen los cuerpos en movimiento.
es la agitación de los átomos y de las moléculas de un cuerpo.

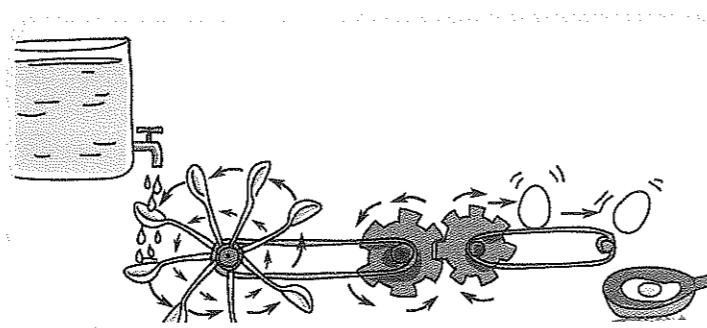
1 Las máquinas insólitas

En las siguientes máquinas imaginarias, la energía es transformada pasando por muchas de sus formas.

Describan el funcionamiento de cada máquina y los efectos que se consiguen con cada una. Identifiquen, de manera aproximada, las energías involucradas en cada paso y respondan a las preguntas. Busquen las transformaciones que ocurren, a medida que se desarrolla la acción.

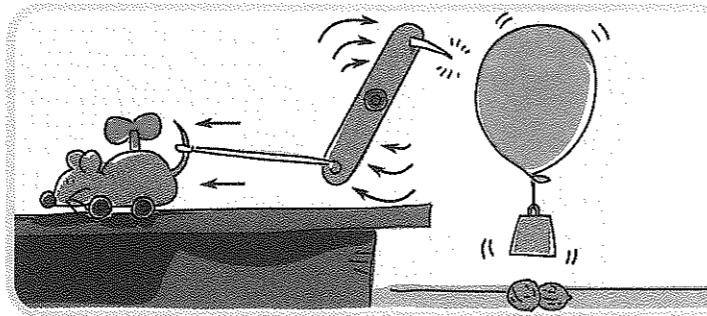
LA MÁQUINA DE HACER HUEVOS FRITOS

- ¿Qué forma de energía tiene el agua en el tanque?
- ¿Qué formas de energía tienen las gotas que caen?
- ¿Qué forma de energía tienen las cintas transportadoras?
- ¿Qué tipo de energía adquiere el huevo al caer?
- ¿Qué tipo de energía transforma al huevo crudo en frito?



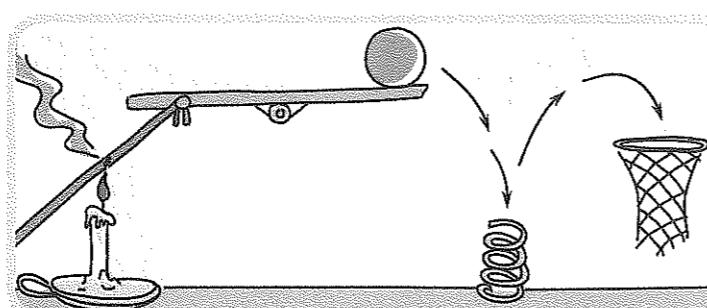
LA MÁQUINA DE CASCAR NUECES

- ¿Qué forma de energía tiene el juguete de cuerda?
- ¿Qué forma de energía tiene la pesa colgada del globo?
- ¿En qué forma de energía se transforma esta última energía cuando el globo se pincha?
- Al caer la pesa, las nueces se rompen y parte de las cáscaras son movidas y aplastadas por la fuerza con que cae la pesa. ¿Cómo se llama este fenómeno?



LA MÁQUINA DE HACER DOBLES

- ¿Qué formas de energía emite la vela?
- ¿Cuál es la energía almacenada en la vela, que se transforma en esas energías?
- ¿Qué energía tiene la pelota en reposo sobre la barra?
- En qué se transforma esa energía?
- ¿Qué energía adquiere la pelota al comprimir el resorte?

**2 Problemas con trabajo y energía**

Resuelvan los siguientes problemas, aplicando las nociones aprendidas de trabajo, energía, potencia y conservación de la energía.

Recuerden que el \vec{kg} es una unidad de fuerza (por ejemplo, del peso de un cuerpo), mientras que el kg es una unidad de masa, y que, si las velocidades están en km/h, deben transformarse a m/s al ser usadas en el sistema técnico o en el mks.

a) Un chico que pesa 20 \vec{kg} sube una escalera hasta una altura de 6 m. ¿Qué trabajo realiza? Expresen el valor en kilogrametros, joules y ergios.

b) Un mozo levanta una bandeja con bebidas, que pesa 2,4 \vec{kg} , desde la barra del bar de 1,2 metros de alto, hasta una altura de 1,5 metros. Luego, lleva la bandeja, manteniéndola a la misma altura, hasta una mesa con clientes ubicada a 17 metros de distancia. ¿Cuánto trabajo realizó al levantar la bandeja? ¿Cuánto trabajo realizó al llevar la bandeja hasta la mesa de los clientes? ¿Por qué?



c) Una señora lleva un coche de bebé, aplicando una fuerza de 12 N con un ángulo de 18° hacia abajo, respecto de la horizontal del suelo. ¿Cuál es el trabajo que realiza si empuja el coche a lo largo de 6 metros? ¿Cuál es el trabajo que realizaría al empujarlo en el mismo trayecto, pero aplicando la fuerza en un ángulo de 40°?

d) Calculen la energía potencial gravitatoria de una maceta de 1,8 kg de masa, situada a una altura de 13 m respecto del suelo. ¿Cuánto vale esta energía si la maceta está a 2 m del suelo?

e) A qué altura está un cuerpo de 100 kg, cuya energía potencial gravitatoria es de 10.000 joules?

f) ¿Cuál es la energía cinética de un automóvil de 1800 kg cuando viaja a la velocidad de 100 km/h?

g) Con qué velocidad golpea el suelo un cuerpo de 25 kg de masa, que cae desde una altura de 40 m? Expresen esta velocidad en km/h. ¿Y si el cuerpo tiene una masa de 50 kg?

h) Dos grúas están situadas frente a un barco, cuya cubierta está a 10 m por encima del nivel del suelo del puerto. La primera grúa puede cargar, en el barco, una caja de 250 \vec{kg} en 80 segundos. La segunda grúa lo puede hacer en 60 segundos. ¿Cuál es la potencia que desarrolla cada grúa?

i) Un vehículo de 1000 kg se mueve con el motor apagado a una velocidad de 10 km/h, sobre una superficie horizontal rugosa. ¿Cuánta energía cinética tiene el vehículo? Tras recorrer un tramo de 40 m, su velocidad es de 2 km/h. ¿Cuánto vale su energía cinética en ese momento? ¿Cuánta energía se transformó en calor debido al rozamiento?

Respuestas:

- a) T = 120 kgm.
b) T = 0,72 kgm.
c) T = 1176 joules.
d) Al llevar la bandeja no realiza trabajo.
e) Al llevar la bandeja se perpendicular al movimiento de la bandeja.
f) T = 11.760 millones de ergios.
g) V = 100,8 km/h. La misma.
h) P₁ = 250 vatios.
i) P₂ = 41,7 vatios.
j) E_{C1} = 2000 joules.
k) E_{C2} = 154,3 joules.
l) E_C = 1845,7 joules.

3 La conservación de la energía en un péndulo

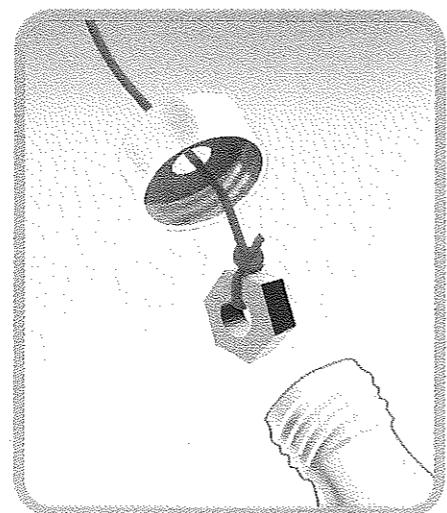
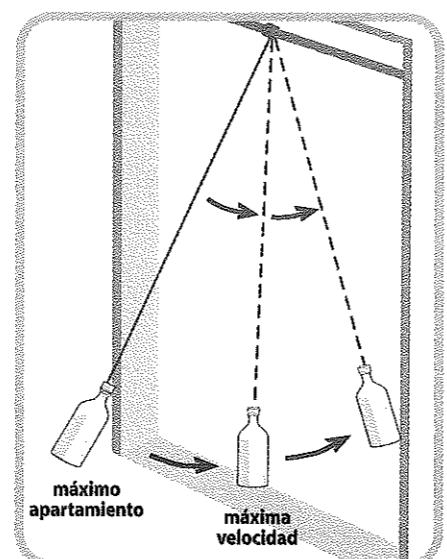
Esta actividad les permitirá construir un péndulo de gran tamaño y comprender sus propiedades. En particular, verán cómo la conservación de la energía total del péndulo permite calcular algunas de las cantidades características de su movimiento, por ejemplo, la velocidad del péndulo en el punto más bajo.

Materiales

- Una botella de plástico vacía, con tapa a rosca.
- Un hilo delgado y resistente (por ejemplo, hilo de nailon para pescar).
- Una tuerca pequeña, que quepa en la tapa de la botella.
- Un instrumento punzante.
- Una cinta métrica.
- Un reloj.
- Agua.

Construcción

1. Laven el interior de la botella.
2. Perforen, con mucho cuidado, el punto medio de la tapa, con el instrumento punzante.
3. Pasen un extremo del hilo por el agujero de la tapa, y aten la tuerca del lado interior de la tapa, de modo que, al enroscarla en la botella, la tuerca trabe el hilo, logrando que la botella se sostenga desde el punto medio de su tapa.
4. Rellenen la botella con agua y vuelvan a enroscar la tapa.
5. Cuelguen la botella de la parte superior del marco de alguna puerta, de tal manera que, en su punto más bajo, pase muy cerca del suelo, pero sin tocarlo.



EL PÉNDULO EN ACCIÓN

Si dejan el péndulo en reposo, este permanecerá en su configuración de equilibrio, que se da cuando el hilo está vertical, con la botella quieta. Para darle movimiento al péndulo, deben apartarlo de su posición de equilibrio y soltarlo sin empujarlo. El péndulo debe oscilar en un mismo plano, por lo que deben evitar que la botella se mueva describiendo un círculo.

El péndulo parte del reposo, con su apartamiento máximo respecto de la posición de equilibrio. Luego, comienza a descender, alcanzando su máxima velocidad al pasar por la posición de equilibrio. El movimiento continúa hacia el otro lado, hasta que se frena y se invierte.

Observaciones y conclusiones

El movimiento oscilatorio de un péndulo se debe a que la fuerza de tensión del hilo no resulta completamente balanceada por la gravedad (o peso) del péndulo, a medida que el péndulo oscila. Se define a la amplitud del péndulo como el ángulo comprendido entre su apartamiento máximo y su posición de equilibrio, y al período del péndulo, como el tiempo que tarda en pasar dos veces por el punto de amplitud máxima.

MIDIENDO LA VELOCIDAD DEL PÉNDULO

El siguiente paso de la actividad les permitirá calcular la velocidad con que el péndulo pasa por la posición de equilibrio, considerando que la energía total del péndulo debe conservarse.

- a) ¿Cuánto vale la energía total del péndulo cuando está en su máxima amplitud?

En esa posición, el péndulo solo tiene energía potencial gravitatoria, por lo que la energía total será:

$$E_T = E_P = m \cdot g \cdot h$$

En esta fórmula: m es la masa del péndulo, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ es la aceleración de la gravedad, y h es la altura de la base del péndulo (en metros) por encima del nivel del suelo. Mídanla con la cinta métrica, antes de soltar al péndulo.

- b) ¿Cuánto vale la energía total del péndulo cuando pasa por su posición de equilibrio?

Cuando el péndulo pasa por su posición de equilibrio, su energía total será solamente energía cinética, ya que el péndulo pasa muy cerca del suelo (no consideraremos la pequeña distancia que lo separa del suelo).

$$E_T = E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

c) Como la energía total es la misma en ambos puntos de la oscilación del péndulo, se pueden igualar las dos expresiones para la energía total, dando:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

De donde se puede despejar la velocidad en el punto más bajo:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Noten que esta velocidad es independiente de la masa del objeto que está colgado. Calculen la velocidad con la altura (h) que midieron en el punto a).

- d) Intenten lanzar el péndulo desde distintas alturas y repitan los cálculos. ¿Cómo cambia la velocidad en esos casos? ¿Por qué?

LAS FUERZAS DE ROZAMIENTO

Levanten el péndulo hasta una cierta altura y libérenlo, manteniendo la mano en la posición donde lo soltaron. Cuando el péndulo complete una oscilación, volverá hasta el lugar desde donde lo soltaron y no más allá, es decir, no les empujará la mano. ¿Por qué?

Si dejan pasar un rato, notarán que la altura a la cual llega el péndulo será mucho menor que la inicial. ¿Por qué?

MEDICIÓN DEL PERÍODO DEL PÉNDULO

Con la ayuda de un reloj, controlen el tiempo que necesita el péndulo para completar 10 oscilaciones. Dividan ese tiempo por 10, para obtener el tiempo que tarda recorrer una sola oscilación. De este modo, están midiendo el período del péndulo.

Repitan esta medición soltando el péndulo desde distintas alturas. Notarán que el tiempo de cada oscilación es siempre el mismo. ¿Por qué?

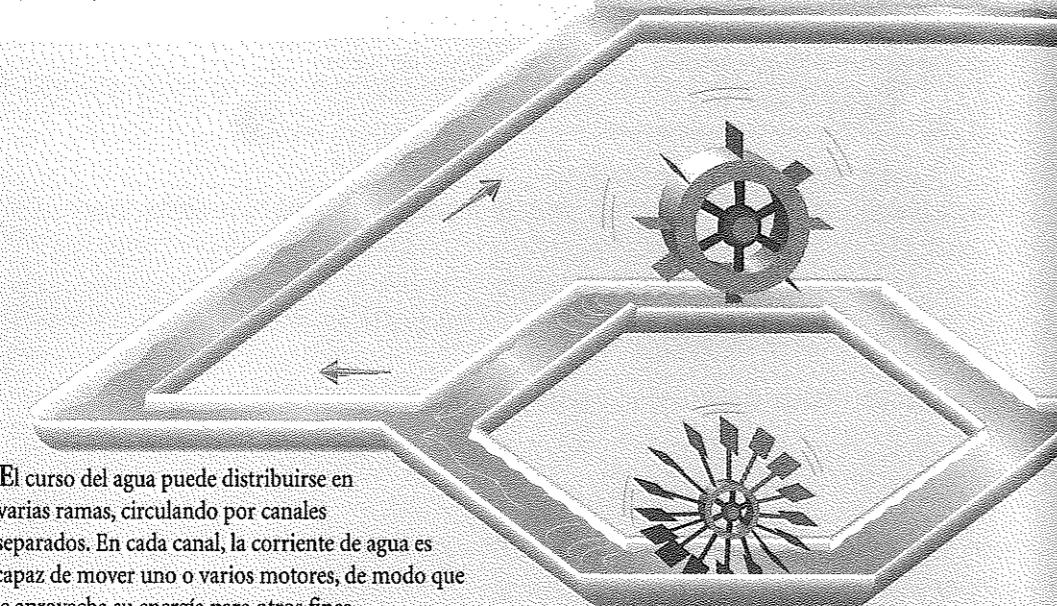
Contenidos

- Las cargas eléctricas.
- La corriente eléctrica.
- El voltaje. Baterías y pilas.
- La resistencia. Ley de Ohm.
- Resolución de circuitos básicos.
- Potencia.

BANCO DE DATOS

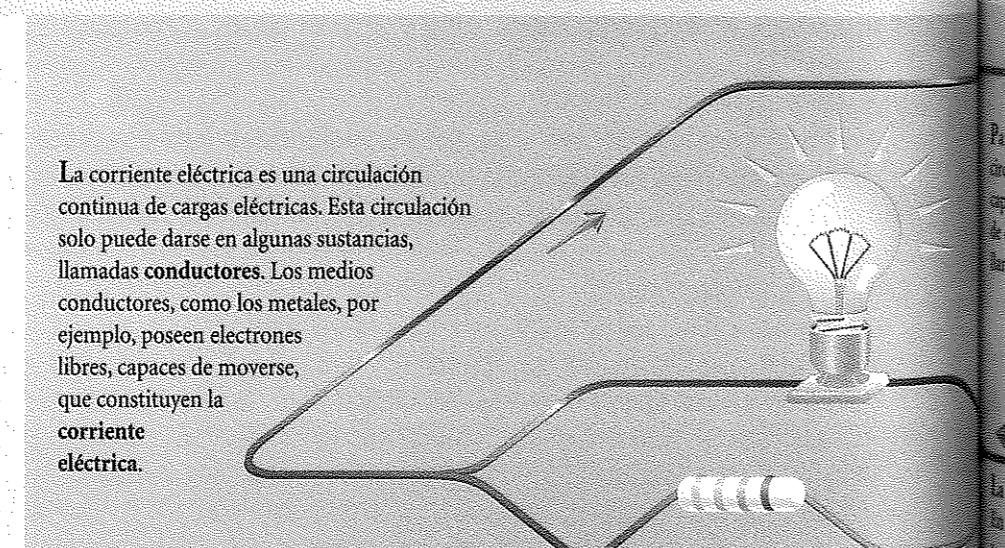
Los circuitos

Si se vierte agua en un canal con pendiente, el agua siempre descenderá, buscando el punto más bajo. En su curso, podrá aprovecharse la energía que lleva en su movimiento para impulsar algún motor o engranaje. Al descender hasta el final del canal, el agua se estancará y será necesario bombearla de nuevo, para que se reinicie el ciclo...



...En un circuito semejante, la corriente eléctrica, que es el movimiento de las cargas eléctricas en un medio capaz de conducirlas, desciende una pendiente imaginaria, creada por la batería. La batería origina el desnivel en el circuito, que obliga a las cargas a fluir continuamente en la forma de una corriente eléctrica. De modo semejante al caso del agua, se puede extraer y utilizar la energía que lleva la corriente de cargas eléctricas.

La corriente eléctrica es una circulación continua de cargas eléctricas. Esta circulación solo puede darse en algunas sustancias, llamadas **conductores**. Los medios conductores, como los metales, por ejemplo, poseen electrones libres, capaces de moverse, que constituyen la **corriente eléctrica**.



La electricidad constituye un recurso indispensable para la vida actual. La facilidad con la que puede aprovecharse la energía eléctrica permite que ella esté presente en todas las actividades humanas, desde la industria pesada y el desarrollo de alta tecnología, hasta la diversión y el confort en los hogares. Con la energía eléctrica se puede obtener calor, por ejemplo, en una estufa eléctrica; luz, al encender una lámpara; movimiento, al impulsar un motor; energía potencial, al elevar un ascensor, y muchas otras formas de energía.

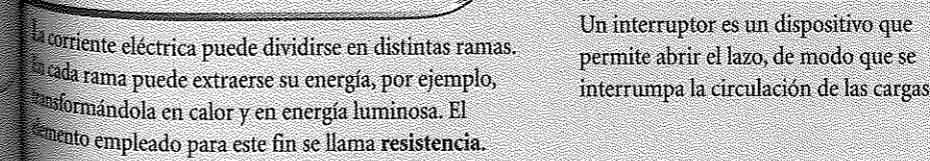
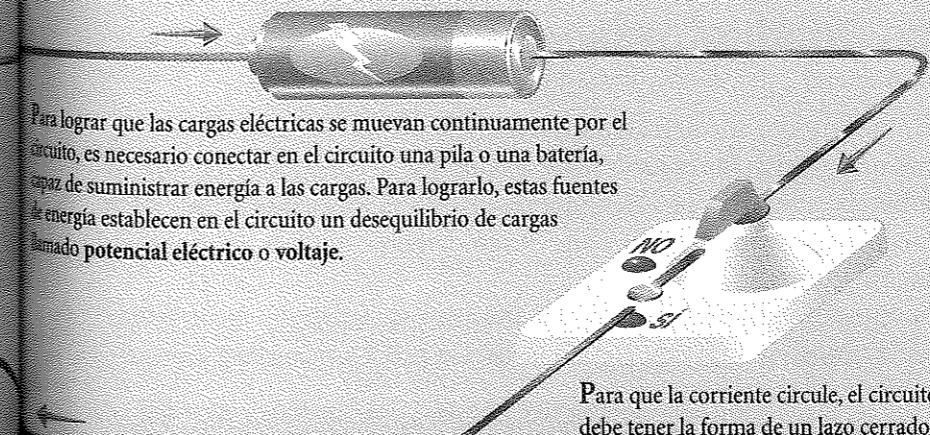
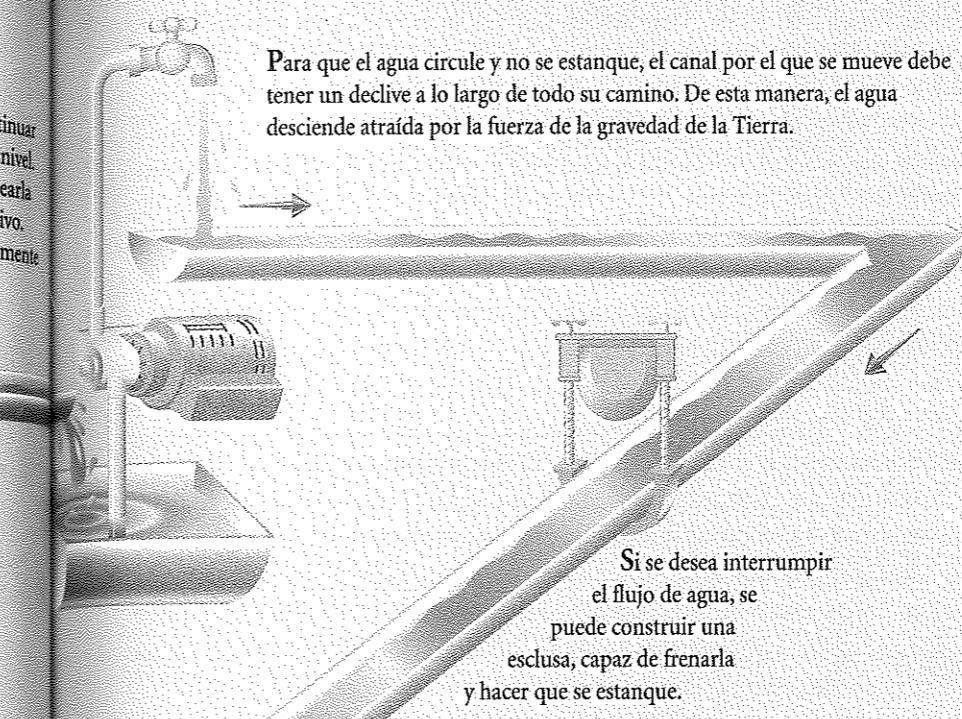
ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Qué es la corriente eléctrica?
- ¿Qué es un circuito eléctrico?
- ¿Cómo se llaman los materiales capaces de conducir la corriente eléctrica?
- ¿Cuál es la función de la batería en un circuito?
- ¿Cómo funciona un interruptor?
- ¿Qué es una resistencia?
- ¿En qué formas de energía se puede transformar la energía eléctrica?
- ¿Qué elementos pueden emplearse para extraer la energía eléctrica?

2 Relacionen el circuito del agua con el de la electricidad, proponiendo una situación análoga a la planteada, para cada una de las siguientes situaciones:

Círculo eléctrico	Círculo del agua
Se agota la batería.	Se endereza el canal.
	Se apaga la bomba que sube el agua.
	Se cierra la esclusa.
Se conecta una batería que puede mover más cargas.	
	Se coloca una rueda más difícil de mover en uno de los canales.



Las cargas eléctricas

Las cargas eléctricas ejercen entre sí fuerzas de atracción o repulsión, según el tipo de carga que posean. De esta manera, una carga ejerce una fuerza sobre la otra y esta ejerce una fuerza igual y opuesta sobre la primera, de acuerdo con el principio de acción y reacción de Newton.



La fuerza entre dos partículas con cargas del mismo signo es repulsiva.



La fuerza entre dos partículas con cargas de signo opuesto es atractiva.



No hay fuerzas eléctricas entre un neutrón y cualquier otra partícula.



La fuerza eléctrica depende de la distancia entre las cargas. A mayor distancia, menor fuerza.

En la naturaleza, la materia está constituida por pequeñas partículas que se agrupan formando átomos. Los protones y los neutrones forman el núcleo de los átomos, y, a su alrededor, giran los electrones. Estas tres clases de partículas se distinguen, entre otras características, por tener diferentes cargas eléctricas. Un protón posee carga eléctrica positiva, mientras que un electrón posee carga eléctrica negativa. Un neutrón no posee carga eléctrica, por lo que se dice que es una partícula neutra.

Las partículas con cargas eléctricas de diferente signo ejercen fuerzas eléctricas de atracción unas sobre otras. De esta manera, un protón ejerce sobre un electrón una fuerza eléctrica atractiva, que depende de la distancia que los separa. Cuanto mayor es la separación, menor es la fuerza de atracción. Si dos partículas tienen cargas eléctricas iguales, las fuerzas eléctricas que ejercen entre sí son repulsivas. De esta manera, entre dos protones o entre dos electrones, se ejercerán fuerzas eléctricas que tenderán a alejarlos entre sí. Nuevamente, la fuerza de rechazo será mayor cuanto más próximas estén las partículas. Los neutrones, al no tener carga eléctrica, no ejercen fuerzas eléctricas de ningún tipo sobre ninguna otra partícula.

Normalmente, un átomo tiene carga eléctrica total nula, ya que posee el mismo número de electrones que de protones. De esta manera, las cargas están equilibradas, de modo que el átomo es eléctricamente neutro. Sin embargo, si, por alguna razón, el átomo pierde alguno o algunos de sus electrones, quedará cargado con carga eléctrica positiva. Su carga eléctrica positiva será igual al número de electrones que perdió. Las moléculas, al ser conjuntos ligados de átomos, también pueden tener carga eléctrica positiva o negativa, o ser neutras.

La materia tiende a estar eléctricamente neutra. Si, en una región de una sustancia se produce un exceso de cargas de algún signo, las fuerzas eléctricas, ejercidas por estas cargas sobre las partículas de la vecindad, tratarán de moverlas y redistribuir las, para neutralizar el exceso de cargas. Estas fuerzas serán de atracción o de repulsión, según el signo de las cargas involucradas. En general, las cargas que se mueven ante estas fuerzas son los electrones, ya que son más pequeños y tienen mayor posibilidad de quedar libres.

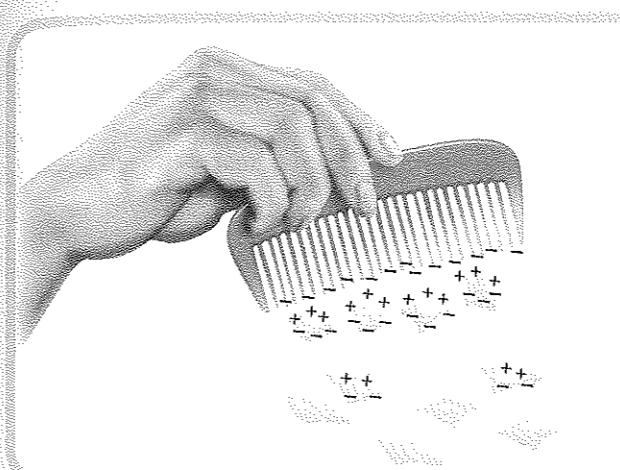
Materiales conductores y aislantes

En las redes de átomos que forman algunos materiales, como los metales, existen muchos electrones que quedan libres fácilmente. Cuando se origina un desequilibrio de cargas en este tipo de sustancia, por ejemplo, si se depositan cargas positivas en el extremo de un metal, los electrones libres viajarán rápidamente a través del material, intentando anular ese exceso de cargas.

Los materiales cuyas cargas libres pueden moverse ante un desequilibrio de cargas son llamados conductores. Al flujo de cargas que circula por los materiales conductores se lo llama corriente eléctrica.

Por otro lado, existen sustancias, como el plástico o la madera, que no permiten que las cargas se muevan tan libremente en su interior. A estas sustancias se las llama aislantes. En un aislante, las cargas no están completamente quietas, sino que pueden moverse levemente y distribuirse en su interior, pero sin establecer una corriente eléctrica. **A** **B**

A La electricidad estática



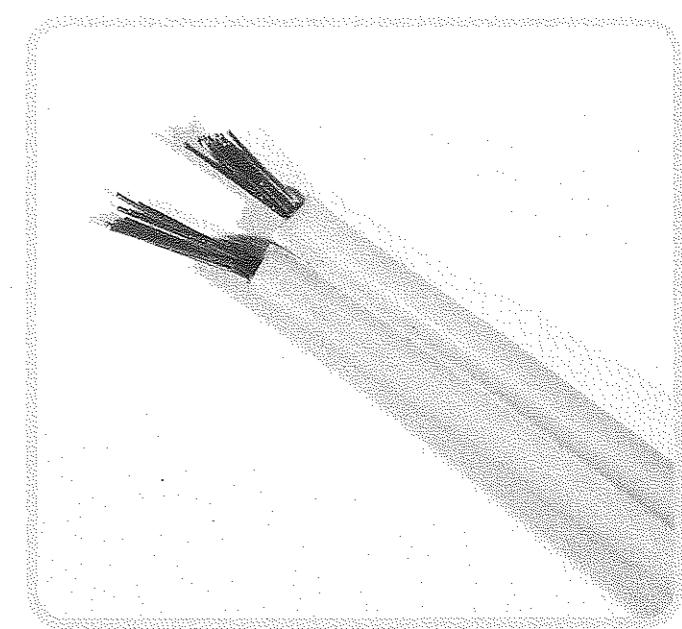
Si una persona se peina en un día con poca humedad y con viento, notará que sus cabellos tienden a erizarse y a apuntar hacia el peine. Este efecto es un fenómeno eléctrico conocido como **electricidad estática**. Cuando una persona pasa el peine por su pelo, el peine gana electrones, cedidos por el pelo, y queda cargado con carga eléctrica negativa. Si se acerca el peine cargado a trozos pequeños de papel, estos se elevarán y se pegarán al peine. Esto sucede porque actúa una fuerza eléctrica. Sin embargo, ¿por qué son atraídos los trozos de papel si estaban eléctricamente neutros? ¿Cómo puede haber fuerza eléctrica sobre un material neutro? Lo que sucede es que, al acercar el peine cargado a un trozo de papel, las cargas negativas de los átomos del papel tratan de apartarse del peine, mientras que las cargas positivas tratan de acercarse a él. Por lo tanto, dentro del mismo papel, las cargas se redistribuyen. Las cargas positivas se mueven ligeramente hacia el peine y las negativas se apartan, en un fenómeno que se llama **polarización**. Las cargas positivas del papel y las negativas del peine se atraen, de modo que los trozos de papel se elevan y se adhieren al peine. Al cabo de un rato, las cargas volverán a su posición, o se neutralizarán, y los trozos de papel se desprenderán.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué tipos de cargas tienen las partículas?
- 2 ¿Cómo son las fuerzas entre los distintos tipos de cargas?
- 3 ¿Cómo varía la fuerza eléctrica con la distancia entre las cargas?
- 4 ¿Bajo qué condiciones, un átomo, una molécula o un cuerpo son neutros?

B Conductores y aislantes de la electricidad

En un material conductor, los electrones pueden moverse libremente de un extremo a otro, permitiendo la circulación de la corriente eléctrica. En cambio, en un aislante, el movimiento de las cargas está limitado a una redistribución dentro del material. En general, todos los metales son buenos conductores de la electricidad, aunque también lo son el agua corriente y, por ende, el cuerpo humano. Las telas, la madera y el plástico son aislantes. Sin embargo, la distinción entre conductores y aislantes es relativa. Bajo ciertas condiciones especiales, el plástico puede transformarse en un conductor muy bueno, y permitir el paso de la corriente eléctrica. Esto puede suceder si el desequilibrio de cargas al cual se encuentra sometido es muy grande. En ese caso, el aislante se comporta de un modo completamente distinto.

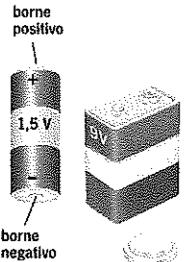


Los hilos de cobre que hay en el interior de los cables son buenos conductores de la electricidad. El plástico que los recubre es un aislante.

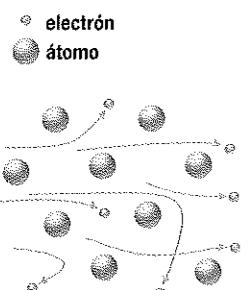
- 5 ¿Qué es un material conductor?
- 6 ¿Qué es un material aislante?
- 7 ¿Qué es la electricidad estática?
- 8 ¿En qué consiste el fenómeno de la polarización?
- 9 ¿En qué situación un material aislante puede transformarse en conductor?

E) voltaje

Para que la corriente eléctrica circule desde un punto hasta otro, a través de un conductor, debe haber un desequilibrio de cargas entre esos puntos. En esas condiciones, las cargas del interior del conductor se mueven rápidamente para anular el desequilibrio. Si en una región de un conductor o de un material hay más cargas que en otra región, se dice que se estableció una diferencia de potencial o voltaje entre ambas regiones. Una situación semejante sucede si una gota de agua se encuentra en una superficie inclinada. La gota tiende a fluir rápidamente hacia la parte más baja. En este caso, en lugar de la fuerza eléctrica, es la fuerza de la gravedad la que establece una diferencia de potencial gravitatorio. Basta con enderezar la superficie para que la gota deje de moverse. Si, en el caso de la diferencia de potencial eléctrico, desaparece el desequilibrio de cargas, cesa rápidamente el movimiento de los electrones.



Las pilas y las baterías constan de dos bornes, entre los cuales se establece una diferencia de potencial o voltaje. Al conectar sus extremos por medio de un cable conductor, estableciendo un circuito cerrado, comienza a circular la corriente eléctrica.



La resistencia de un material es la oposición que este presenta al paso de las cargas eléctricas. Esta resistencia es producida por las colisiones entre los electrones de la corriente eléctrica y los átomos que forman el material. Con cada colisión, los átomos se agitan, y esa agitación se manifiesta como el calentamiento del material.

Si se desea que las cargas fluyan continuamente formando una corriente eléctrica, se debe establecer una diferencia de potencial o voltaje permanente. Para lograrlo, se usan las baterías o pilas. Una pila tiene dos extremos llamados bornes, con distinta cantidad de carga, indicados con los símbolos (+) y (-). Las cargas en los bornes son originadas, en el interior de la pila, por medio de reacciones químicas. Si se conectan los dos bornes de una pila con un cable conductor, la corriente fluirá, cerrando un circuito. Este proceso continuará hasta que la pila se haya agotado, es decir, hasta que no pueda producir más reacciones químicas. En una pila, las reacciones químicas solo ocurren mientras el circuito está cerrado; esto significa que las pilas pueden mantener su capacidad de generar el voltaje sin descargarse por sí mismas. A

En un circuito, la pila mantiene las cargas en movimiento, es decir, les suministra la energía necesaria para circular. Es importante notar que, en un circuito cerrado, la corriente eléctrica circula a través de la pila, del mismo modo que lo hace en el conductor.

F) La resistencia

La corriente eléctrica consiste en numerosas cargas eléctricas, en general electrones, que se mueven en un conductor. Esas cargas no se desplazan con total libertad en el interior del conductor, sino que chocan continuamente contra los átomos que, distribuidos como una red, forman el conductor. Estas colisiones no son choques directos entre las partículas, sino desviaciones de las trayectorias de los electrones, debidas a las fuerzas eléctricas que experimentan al pasar cerca de los átomos. Estos choques sucesivos retrasan a los electrones y les quitan energía, por lo que es necesario suministrarles más energía para que sigan avanzando. En un circuito, la pila se encarga de esa tarea.

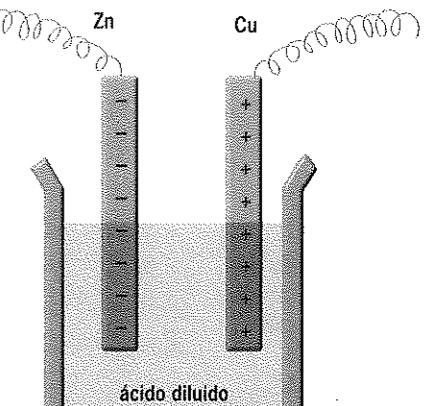
De esta manera, todo conductor se resiste al paso de las cargas y consume parte de sus energías. Se dice, entonces, que el material presenta una cierta resistencia a la circulación de la corriente eléctrica.

Cuando un electrón choca contra un átomo de la red que constituye el conductor, una parte de su energía es transferida al átomo, que comienza a oscilar. Los múltiples choques entregan gran cantidad de energía de la corriente de electrones a los átomos, de modo que aumentan su agitación. Esta vibración de los átomos en el interior de un material se percibe exteriormente como el calentamiento de la sustancia. Por esta razón, debido a la resistencia del material, parte de la energía eléctrica se transforma en calor. E

A) Las baterías

Existen muchas clases de pilas y baterías, pero todas ellas funcionan, aproximadamente, de la misma forma. En el interior de una pila, al entrar en contacto distintas sustancias, se producen reacciones químicas que liberan electrones. Así se origina el desequilibrio de cargas entre los bornes de la pila. Una pila básica consiste en una cubeta con ácido diluido, en la que se sumergen dos barras de distintos metales, llamadas **electrodos**. Por ejemplo, puede introducirse un electrodo de zinc y otro de cobre. La reacción química entre el ácido y el zinc libera electrones, que son atraídos por la barra de cobre. Como resultado, se establece una diferencia de potencial entre ambas barras o electrodos.

En las pilas comunes, los electrodos son de zinc y de carbono y están inmersos en una pasta ácida, en lugar de ácido líquido. Actualmente, son muy usadas las pilas alcalinas, que tienen electrodos de zinc y de óxido de manganeso, sumergidos en un medio alcalino, en lugar de ácido.



B) El uso de la resistencia

Cuando la corriente circula por un conductor que posee una determinada resistencia, parte de la energía eléctrica es transformada en calor, por la agitación de los átomos que forman el material. Esta disipación de energía en forma de calor se aprovecha en muchos electrodomésticos. Por ejemplo, en una plancha, hay una resistencia que, cuando circula por ella corriente eléctrica, se calienta y alcanza altas temperaturas. De la misma manera funcionan una estufa eléctrica, un secador de cabellos, una frazada eléctrica y muchos otros artefactos.

En algunos materiales, la resistencia se calienta tanto, que sus átomos comienzan a emitir luz, en un fenómeno llamado **incandescencia**. En una bombilla eléctrica, el filamento es una resistencia de tungsteno, que soporta temperaturas muy altas, sin quemarse. Para evitar que el filamento entre en combustión, se lo mantiene en un bulbo de vidrio con gases inertes, en un ambiente libre de oxígeno.

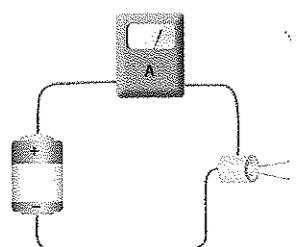


Una plancha y una lámpara son dos ejemplos de resistencia.

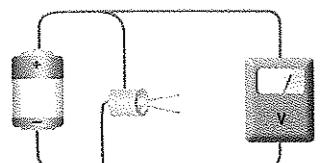
ACTIVIDADES

1. ¿Bajo qué condiciones puede circular corriente eléctrica por un conductor?
2. ¿Qué dispositivo se usa para establecer un voltaje en un conductor?
3. ¿De qué manera funciona una pila?
4. ¿Con qué materiales se construyen las pilas?
5. ¿Qué es la resistencia de un material?
6. ¿Por qué los materiales presentan resistencia al paso de la corriente?
7. ¿En qué se transforma la energía eléctrica cuando la corriente eléctrica pasa a través de una resistencia?
8. ¿Cómo se genera la luz en una lámpara eléctrica?

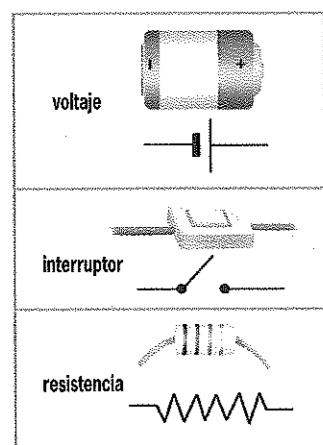
La medición de la corriente eléctrica



Para medir la intensidad de la corriente en un circuito, se usa un amperímetro, que se conecta abriendo el circuito.



Si se desea medir el voltaje entre dos puntos del circuito, se coloca el voltímetro, con sus dos terminales tocando esos dos puntos.



Para dibujar los circuitos, se usan símbolos aceptados universalmente. De esta manera, se hace más sencillo identificar cada uno de los elementos que lo integran.

Si se conectan los extremos de un cable conductor a los bornes de una pila, la pila origina un voltaje que pone en movimiento las cargas eléctricas, de modo que se genera una corriente eléctrica.

El voltaje o la diferencia de potencial, en dos puntos cualesquiera de un circuito, se puede medir con un aparato llamado voltímetro. El voltímetro consta de dos terminales, o puntas de prueba, con las que se tocan los dos puntos del circuito cuyo voltaje se desea medir. El voltímetro posee una aguja o un visor digital, que muestra la medida del voltaje. Los valores medidos estarán en voltios, que es la unidad de medida para el voltaje. A

Si se desea medir la corriente que circula por un conductor, es necesario abrir el circuito y cerrarlo nuevamente, incorporando un medidor llamado amperímetro. Generalmente, el amperímetro y el voltímetro funcionan combinados en un mismo aparato, llamado multímetro (o tester), cuya función se puede elegir con un selector. La unidad de medida de la intensidad de la corriente eléctrica es el amperio. El voltio y el amperio corresponden al sistema mks y son las unidades de medida que se utilizan habitualmente.

La Ley de Ohm

El circuito más simple que se puede construir consiste en una resistencia conectada a una pila por medio de cables conductores, con un interruptor que abre o cierra el circuito. La resistencia puede tener formas muy diversas, como el filamento de una lamparita, la resistencia de una plancha, o, simplemente, pequeños componentes que pueden comprarse en un negocio de electrónica. Los cables y la batería también tienen su propia resistencia interna, aunque habitualmente es tan pequeña, que puede omitirse cuando se estudia el funcionamiento de un circuito. La unidad de medida de la resistencia es el ohmio (Ω).

Al cerrar el interruptor del circuito, la corriente eléctrica comienza a circular, con una intensidad limitada por la presencia de la resistencia. Si se conecta la misma resistencia a una pila con mayor voltaje, la intensidad de corriente será mayor. Por lo tanto, resulta claro que, en un circuito, al aumentar el voltaje, aumenta la intensidad de la corriente eléctrica que circula por él. El voltaje es directamente proporcional a la corriente.

Si se construye un circuito con una pila y una resistencia pequeña, la intensidad de la corriente será grande, ya que la resistencia no ofrecerá mucha oposición al paso de las cargas. Si se cambia la resistencia por una mayor, manteniendo el mismo voltaje, la intensidad de la corriente será menor. Por lo tanto, la intensidad de la corriente que circula por un circuito es inversamente proporcional a la resistencia.

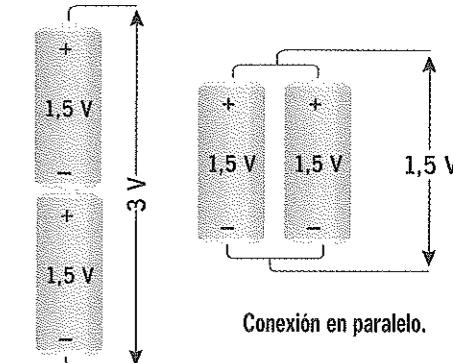
Estas relaciones entre la intensidad de la corriente (i), el voltaje (V) y la resistencia (R), en un circuito, están expresadas por la Ley de Ohm:

$$V = i \cdot R$$

En esta expresión, se comprueba que el voltaje es directamente proporcional a la corriente. La proporción entre ambos está fijada por el valor de la resistencia. A partir de la Ley de Ohm, se pueden calcular, según se requieran, la intensidad de la corriente, el voltaje o la resistencia, si se conocen los valores de las otras dos cantidades. B

A Conexiones de pilas

Las pilas pueden conectarse en serie o en paralelo, tal como lo muestra el gráfico. Cuando se conectan dos pilas en serie, se obtiene un voltaje igual a la suma de los voltajes de cada una. Por ejemplo, si cada pila tiene un voltaje de 1,5 voltios, al ser conectadas en serie, darán un voltaje de 3 voltios. Si se conectan dos pilas en paralelo, el voltaje resultante será el mismo que el de una sola. Por ejemplo, dos pilas de 1,5 voltios, conectadas en paralelo, no dan un voltaje mayor, sino que este es de 1,5 voltios. En este caso, la ventaja consiste en que las pilas tardan más tiempo en agotarse. Esto se debe a que, al estar el circuito dividido entre las dos pilas, circula una corriente menor por cada una de ellas, de manera que se prolonga su vida útil.



Conexión en serie.

Conexión en paralelo.

B Aplicación de la Ley de Ohm a un circuito simple

Resolver un circuito consiste en conocer los valores de:

- la intensidad de la corriente que circula por cada rama del circuito,
- el voltaje entre distintos pares de puntos del circuito,
- y el valor de todas las resistencias.

Para lograrlo, se debe aplicar adecuadamente la Ley de Ohm a los componentes del circuito.

Por ejemplo, en un circuito se conecta una resistencia (R) de 15 ohmios a una pila con un voltaje (V) de 3 voltios. ¿Cuál será la intensidad de corriente (i) que circulará por el circuito? En la Ley de Ohm, se deben considerar dos puntos en el circuito, entre los cuales habrá una diferencia de potencial o voltaje. En este caso, los puntos A y B, a un lado y a otro de la resistencia, estarán a un voltaje diferente. Como A y B están en contacto directo con los bornes de la pila, el voltaje será igual al suministrado por la pila. Despejando la intensidad de la corriente de la Ley de Ohm, se obtiene:

$$i = \frac{V}{R} = \frac{3 \text{ voltios}}{15 \text{ ohmios}} = 0,2 \text{ amperios}$$

Esta es la intensidad de la corriente que recorre todo el circuito, atravesando la pila y la resistencia. La corriente circulará desde el borne positivo de la pila hacia el borne negativo.

ACTIVIDADES

1. ¿Cómo se mide la intensidad de la corriente eléctrica?
2. ¿Cómo se mide el voltaje entre dos puntos de un circuito?
3. ¿Cuáles son las unidades de la intensidad de corriente eléctrica, del voltaje y de las resistencias?
4. ¿Cómo varía la intensidad de la corriente, si aumenta el voltaje en un circuito?
5. ¿Cómo varía la intensidad de la corriente, si aumenta la resistencia en un circuito?
6. ¿Qué relación establece la Ley de Ohm entre los componentes de un circuito?
7. ¿Cómo pueden conectarse dos pilas y qué voltajes suministran en cada caso?
8. ¿Cuál es el sentido de circulación de la corriente en un circuito?

El circuito con resistencias en serie

En general, los circuitos contienen varias resistencias conectadas al voltaje de diferentes maneras. Para resolver estos circuitos más complejos, se reemplazan todas las resistencias por una única resistencia, llamada **resistencia equivalente**.

Cuando se conectan a un voltaje, dos (o más) resistencias, una a continuación de la otra, se dice que las resistencias están **en serie**. En este caso, la intensidad de corriente (i) que atraviesa a cada resistencia es la misma. Sin embargo, el voltaje entre los puntos A y B, en los extremos de una resistencia, no será el mismo que entre los puntos B y C, en los extremos de la otra, aunque la suma de estos dos voltajes debe ser igual al voltaje total suministrado por la pila: $V_{\text{TOTAL}} = V_{AB} + V_{BC}$

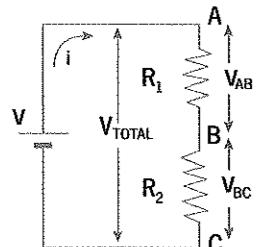
Aplicando la Ley de Ohm a ambos extremos de cada resistencia, se obtiene:

$$V_{AB} = i \cdot R_1 \quad y \quad V_{BC} = i \cdot R_2$$

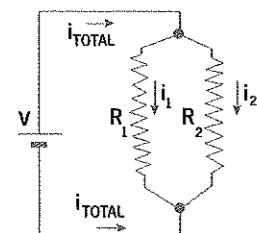
Por lo tanto, reemplazando V_{AB} y V_{BC} en V_{TOTAL} , y extrayendo como factor común la intensidad de corriente:

$$V_{\text{TOTAL}} = V_{AB} + V_{BC} = i \cdot R_1 + i \cdot R_2 = i \cdot (R_1 + R_2) = i \cdot R_{\text{eq}}$$

En la última igualdad, se reemplazó la suma de las dos resistencias ($R_1 + R_2$) por una única resistencia, la **resistencia equivalente** (R_{eq}). Conociendo el valor de cada resistencia, se puede calcular la suma y, con ella, obtener la corriente a partir de V_{TOTAL} , que es el voltaje suministrado por la pila.



En un circuito con las resistencias en serie, la corriente que circula por ambas resistencias es la misma. Sin embargo, el voltaje entre los puntos A y B es diferente del voltaje entre los puntos B y C. La resistencia equivalente que reemplaza a dos resistencias con igual efecto es igual a la suma de ambas resistencias.



Si las resistencias están conectadas en paralelo, el voltaje entre los extremos opuestos de estas será el mismo. La corriente eléctrica se distribuirá en cada una de las ramas, adoptando un valor determinado por la resistencia. En este caso, también es posible reemplazar las resistencias por una resistencia equivalente, para el cálculo.

$$i_1 = \frac{V}{R_1} \quad y \quad i_2 = \frac{V}{R_2}$$

Reemplazando i_1 e i_2 en i_{TOTAL} , y extrayendo V como factor común:

$$i_{\text{TOTAL}} = i_1 + i_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = V \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \right) = \frac{V}{R_{\text{eq}}}$$

En este caso, la resistencia equivalente valdrá: $R_{\text{eq}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$.

A Resolución de circuitos

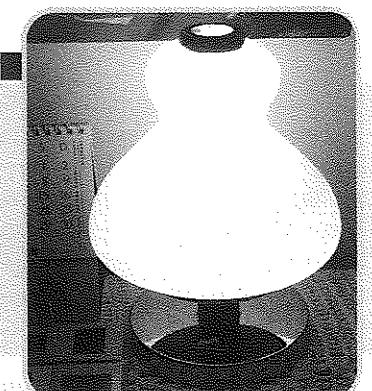
	Círculo con resistencias en serie	Círculo con resistencias en paralelo
Datos	<p>$V = 12 \text{ V}$</p> <p>$R_1 = 4 \Omega$</p> <p>$R_2 = 6 \Omega$</p>	<p>$V = 12 \text{ V}$</p> <p>$R_1 = 4 \Omega$</p> <p>$R_2 = 6 \Omega$</p>
Resistencia equivalente (en ohmios)	$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 = 4 \Omega + 6 \Omega = 10 \Omega$	$R_{\text{eq}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \Omega \cdot 6 \Omega}{4 \Omega + 6 \Omega} = 2,4 \Omega$
Corrientes (en amperios)	$i = \frac{V}{R_{\text{eq}}} = \frac{12 \text{ V}}{10 \Omega} = 1,2 \text{ A}$ <p>Las intensidades de corriente que circulan por R_1 y R_2 son iguales a i, ya que hay una única rama.</p>	$i_{\text{TOTAL}} = \frac{V}{R_{\text{eq}}} = \frac{12 \text{ V}}{2,4 \Omega} = 5 \text{ A}$ $i_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12 \text{ V}}{4 \Omega} = 3 \text{ A}$ $i_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2 \text{ A}$ $i_{\text{TOTAL}} = i_1 + i_2 = 3 \text{ A} + 2 \text{ A} = 5 \text{ A}$
Voltajes (en voltios)	$V_{AB} = i \cdot R_1 = 1,2 \text{ A} \cdot 4 \Omega = 4,8 \text{ V}$ $V_{BC} = i \cdot R_2 = 1,2 \text{ A} \cdot 6 \Omega = 7,2 \text{ V}$ $V = V_{AB} + V_{BC} = 4,8 \text{ V} + 7,2 \text{ V} = 12 \text{ V}$	<p>El voltaje entre cada uno de los extremos de las resistencias es el mismo que el voltaje suministrado por la pila:</p> <p>$V = 12 \text{ V}$</p>

La potencia

En una resistencia, se transforma energía eléctrica en calor. Se llama **potencia** a la rapidez con que se transforma una forma de energía en la otra; en este caso, la rapidez con que se consume la energía eléctrica. La potencia se mide en watts o vatios. Una lámpara eléctrica de 60 watts disipa 60 joules de energía en cada segundo.

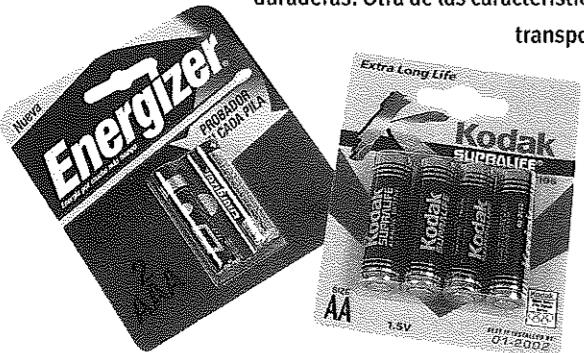
ACTIVIDADES

- 1 ¿Cómo pueden conectarse las resistencias en un circuito?
- 2 ¿A qué se llama resistencia equivalente?
- 3 ¿Cuánto vale la resistencia equivalente de dos resistencias en serie?
- 4 ¿Cuánto vale la resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo?
- 5 ¿Qué es la potencia de una resistencia?
- 6 ¿Cuál es la unidad con la que se mide la potencia?



Las baterías del futuro

En la vida moderna, cada vez se necesitan más y mejores fuentes de energía, para poner en funcionamiento los nuevos productos tecnológicos. Continuamente se ensayan nuevos tipos de baterías y pilas, buscando que sean baratas, fáciles de fabricar, potentes y duraderas. Otra de las características más deseadas es que sean de tamaño pequeño, de modo que se puedan transportar fácilmente y que no pesen demasiado.



Los nuevos materiales

Una nueva clase de batería recargable fue desarrollada en Israel. Construida con magnesio, como principal componente, la nueva batería es liviana, no tóxica y barata. Esta nueva tecnología podría llegar a sustituir las baterías de plomo y ácido y de níquel y cadmio, que impulsan y almacenan la electricidad en los automóviles. El plomo y el cadmio permiten recargar a las baterías, pero las hacen pesadas y dañinas para el ambiente. En cambio, el magnesio, además de ser seguro, es el séptimo metal más abundante en la corteza terrestre, lo cual lo hace ideal para la construcción de una batería.

Los investigadores intentan hacer baterías de magnesio desde la década de 1980. Doron Aurbach y sus colegas de la Universidad de Bar-Han, en Israel, son los primeros en construir un prototipo práctico. Este genera entre 0,9 y 1,2 voltios, al igual que su par de níquel y cadmio, y puede ser recargado muchas veces, sin perder demasiado su capacidad de potencia.

"Nature", abril de 2003.

Energía, gracias a la contaminación

Nuevas bacterias podrían limpiar los derrames de petróleo y generar electricidad al mismo tiempo. Científicos norteamericanos identificaron microbios que producen energía, a medida que digieren desechos orgánicos. Las novedosas bacterias consumen carbono de los sedimentos oceánicos, transformándolo en el dióxido de carbono que necesitan para su metabolismo y su crecimiento. En este proceso, acumulan electrones en algunas sustancias, lo que las convierte en po-

sibles electrodos de baterías en circuitos eléctricos. Los investigadores de la Universidad Estatal de Oregon, EE.UU., descubrieron que se puede construir una batería, plantando un electrodo en sedimentos del fondo marino y dejando el otro electrodo en el agua marina, por encima del anterior. El descubrimiento permitiría explotar esta posible fuente de energía, para alimentar instrumentos usados en la navegación. También, serviría para limpiar aguas contaminadas por petróleo o por desechos orgánicos, generando, a su vez, energía eléctrica.

"Nature", enero de 2002.

Microbaterías

Investigadores de los Estados Unidos patentaron una técnica para construir baterías de una milésima de milímetro de longitud, un tamaño microscópico, que les permitiría impulsar máquinas que operen a escala atómica. Robots en miniatura podrían limpiar el ambiente de productos químicos tóxicos o podrían trabajar dentro del cuerpo humano. Las nuevas microbaterías trabajan del mismo modo que lo hace una batería de automóvil, salvo por el hecho de que son un millón de veces más pequeñas. Un equipo de la Universidad de Tulsa, en Oklahoma, construyó un prototipo, rellenando pequeños agujeros en una red de óxido de aluminio con plástico fundido, de un diámetro más pequeño que el de un cabello humano. El prototipo da una corriente eléctrica muy pequeña, del orden de una milionésima de un miliamperio, que será suficiente para impulsar las máquinas microscópicas del futuro.

"Nature", setiembre de 2003.

ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las características deseadas para las futuras pilas y baterías?
2. ¿Cuáles son los nuevos elementos empleados en su fabricación?
3. ¿Cómo podrían ayudar las nuevas baterías, en el cuidado del ambiente?
4. ¿Para qué se buscan baterías de tamaño microscópico?

1 Unan con flechas las siguientes magnitudes y sus definiciones:

La corriente eléctrica
El voltaje
La potencia
La resistencia
Un multímetro

es la oposición al paso de la corriente en un material.
es el movimiento continuo de las cargas en un conductor.
es un aparato que puede medir voltajes o corrientes.
es producido por un desequilibrio de cargas.
es la rapidez con que se transforma la energía eléctrica en calor.

2 Marquen la opción adecuada para completar cada oración:

a) La fuerza eléctrica entre dos cargas positivas es...

...atractiva. ...repulsiva. ...nula.

b) Los materiales en los que pueden moverse las cargas eléctricas y formar una corriente eléctrica se llaman...

...aislantes. ...conductores. ...resistencias.

c) Debido a la resistencia, la energía eléctrica se transforma en...

...energía atómica. ...energía potencial. ...energía calórica.

d) De acuerdo con la Ley de Ohm, si se aplica un voltaje mayor a una resistencia, se obtiene...

...una intensidad de corriente mayor.
 ...una intensidad de corriente menor.
 ...una intensidad de corriente nula.

e) En un circuito, se conecta una resistencia a un voltaje. En otro, se conecta una resistencia dos veces más grande al mismo voltaje. En el primer circuito, la intensidad de la corriente es...

...mayor que en el segundo circuito.
 ...menor que en el segundo circuito.
 ...igual que en el segundo circuito.

3 En el siguiente texto, hay seis errores. Subrayen cuáles son y transcriban el texto corregido en sus carpetas:

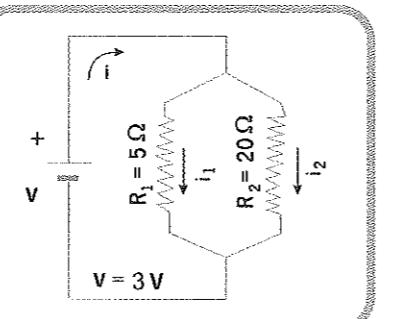
Se construye un circuito que consta de dos resistencias conectadas en serie, una pila y un interruptor. Cuando se abre el interruptor, comienza a circular la corriente eléctrica por el circuito. La corriente eléctrica es el movimiento de partículas neutras, en especial, neutrones, que fluyen a través del circuito. La intensidad de la corriente eléctrica podría medirse usando un aparato llamado voltímetro. Como las resistencias están en serie, la corriente que pasa por cada una de ellas es diferente. Entre cada extremo de las resistencias hay una diferencia de potencial. Estas dos resistencias, así conectadas, podrían ser reemplazadas por una resistencia equivalente, que es igual a la diferencia de los valores de ambas resistencias.

1 Resolución de problemas

Para resolver los siguientes problemas, apliquen la Ley de Ohm y el cálculo de resistencias equivalentes:

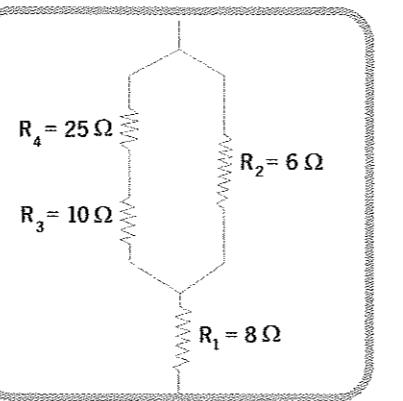
- Un circuito consta de una pila, que suministra un cierto voltaje y una resistencia de 100 ohmios. Si, con un amperímetro, se mide una intensidad de corriente de 0,03 amperios, ¿cuál es el valor del voltaje suministrado por la pila?
- En un circuito, se conecta una resistencia desconocida a una pila de 12 voltios. Si se mide una intensidad de corriente de 8 amperios, ¿cuánto vale la resistencia?
- ¿Cuál es la intensidad de la corriente que atraviesa una resistencia de 25 ohmios, si entre los extremos de esa resistencia hay una diferencia de potencial de 3 voltios?
- ¿Cuánto vale la resistencia equivalente de dos resistencias, de 6 ohmios cada una, conectadas en serie? ¿Cuánto vale la resistencia equivalente, si son conectadas en paralelo?
- Dos resistencias en serie pueden ser reemplazadas por una resistencia equivalente de 25 ohmios. Si una resistencia vale 3 ohmios, ¿cuánto vale la otra?
- Dos resistencias, conectadas en paralelo, pueden ser reemplazadas por una resistencia equivalente de 1,6 ohmios. Si una de ellas es de 2 ohmios, ¿cuánto vale la otra?

- En el circuito del gráfico, obtengan los valores de las intensidades de corriente que circulan por cada una de las resistencias y la resistencia equivalente a las mismas. ¿Cuánto vale la corriente que circula por esta resistencia equivalente?



- Dos resistencias, de valores $R_1 = 4$ ohmios y $R_2 = 200$ ohmios, se conectan en serie a un voltaje de 12 voltios. ¿Cuánto valen los voltajes entre los extremos de cada resistencia? (Ayuda: primero, calculen la resistencia equivalente a las dos y, con ella, la intensidad de corriente total; luego, obtengan los voltajes para cada una.)

- Se conectan cuatro resistencias $R_1 = 8$ ohmios, $R_2 = 6$ ohmios, $R_3 = 10$ ohmios, $R_4 = 25$ ohmios, como se ve en el gráfico. Calcúlen la resistencia equivalente que puede reemplazar a todas las resistencias del sistema. (Ayuda: primero, obtengan R_{eq} para R_3 y R_4 ; con el resultado, obtengan una nueva resistencia equivalente con R_2 . Por último, calculen la R_{eq} total, a partir del resultado anterior y R_1 .)



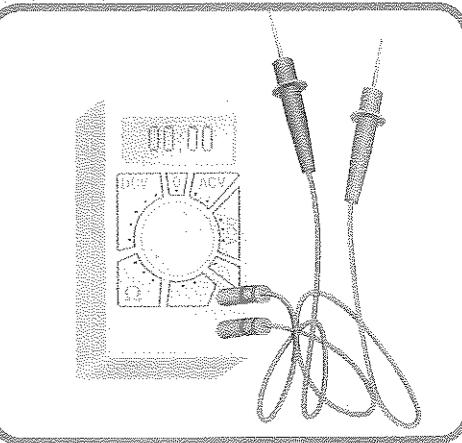
Respuestas:

- a) $V = 3$ voltios.
b) $R = 1,5$ ohmios.
c) $I = 0,6$ amperios.
d) $I_1 = 0,12$ amperios.
e) $I_{TOTAL} = 0,75$ amperios.
f) $i_1 = i_2 + i_3$.
g) $i_1 = 0,75$ amperios; $i_2 = 0,15$ amperios; $R_{eq} = 4$ ohmios.
h) Para R_1 , $V_1 = 0,24$ voltios; para R_2 , $V_2 = 11,76$ voltios.
i) $R_{eq} = 13,12$ ohmios.
j) $R = 22$ ohmios.

2 El uso del multímetro

Un multímetro (o tester) es un aparato diseñado para realizar mediciones en circuitos eléctricos, o para efectuar pruebas en su funcionamiento. Habitualmente, estos dispositivos son usados para medir resistencias, voltajes o intensidades de corriente eléctrica.

La corriente eléctrica puede ser continua o alterna. La corriente alterna es la que se distribuye en la red eléctrica; su intensidad y su voltaje oscilan al transcurrir el tiempo. Como en estas clases de circuitos se usan voltajes muy grandes, que pueden resultar peligrosos, en esta actividad no se harán mediciones en corriente alterna, sino que simplemente se trabajará con la corriente continua.



DESCRIPCIÓN DEL MULTÍMETRO

Un multímetro consta de una caja principal, con un visor, donde se puede realizar la lectura de la medición. La medición puede ser de dos clases: analógica o digital. En el primer caso, una aguja indica, en una escala, el valor medido. En el segundo caso, hay un pequeño visor con números, semejante al de un reloj digital, en el que se lee el valor de la medición. Sujetos a la caja principal del multímetro, se conectan dos cables que terminan en puntas metálicas, llamadas **puntas de prueba**, que se usan para realizar las mediciones. Las puntas de prueba son dos: una recubierta por una funda de plástico negro, y la otra, por una funda de color rojo. Para realizar una medición, se deben tocar, con estas dos puntas de prueba, los dos puntos del circuito entre los que se desea medir la resistencia o el voltaje. Antes de medir, se debe tener en claro qué cantidad se desea conocer. Para elegir si se va a medir resistencia, corriente o voltaje, en la caja del multímetro hay un selector. Generalmente, las posiciones en este selector son:

- DCV: indica que se va a medir el voltaje en corriente directa o continua.
- ACV: indica que se va a medir el voltaje en corriente alterna.
- DCA: indica que se va a medir la intensidad de corriente continua.
- Ω: indica que se va a medir la resistencia.

En cada una de estas opciones, el selector puede tener varias graduaciones, de acuerdo con el valor máximo de la cantidad que se quiera medir. Si se desconoce en qué rango se va a medir, conviene elegir el valor máximo de la escala y, luego, ir bajándola. En esta actividad, realizarán algunas mediciones sencillas y seguras con el multímetro.

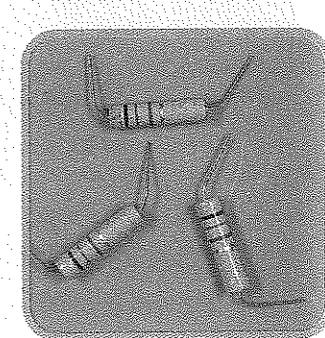
TEST DE CONTINUIDAD

Uno de los usos más comunes del multímetro consiste en detectar, en un circuito, si algún componente no está bien conectado o si hay un cable cortado, dejando al circuito abierto, por lo cual no circula corriente.

Para realizar esta prueba, elijan, en el selector del multímetro, la letra “Ω”, que corresponde a la medición de la resistencia. Tomen un cable suelto (sin conexión a ningún circuito ni fuente de electricidad) y toquen, con cada punta del multímetro, los extremos del cable. Si la medición indica “0”, implica que el cable no está cortado. Si la medición da un número muy grande o “infinito”, el cable estará cortado en alguna parte intermedia.

MEDICIÓN DE RESISTENCIAS

No todas las resistencias son filamentos de lámparas o resistencias de estufas. En los negocios de accesorios de electrónica, se pueden comprar pequeñas pastillas cilíndricas con dos puntas de metal, que son resistencias. Si miran el interior de cualquier aparato electrónico, como una radio o un control remoto, verán varias de estas resistencias. Si cuentan con alguna de ellas, pueden medir su valor en ohmios, eligiendo en el selector la letra “Ω” y tocando sus extremos con las puntas de prueba del multímetro. Eviten hacerlo si la resistencia está en un circuito que no comprenden, ya que puede haber cargas depositadas que pueden dañar el multímetro.



MEDICIÓN DEL VOLTAJE DE PILAS

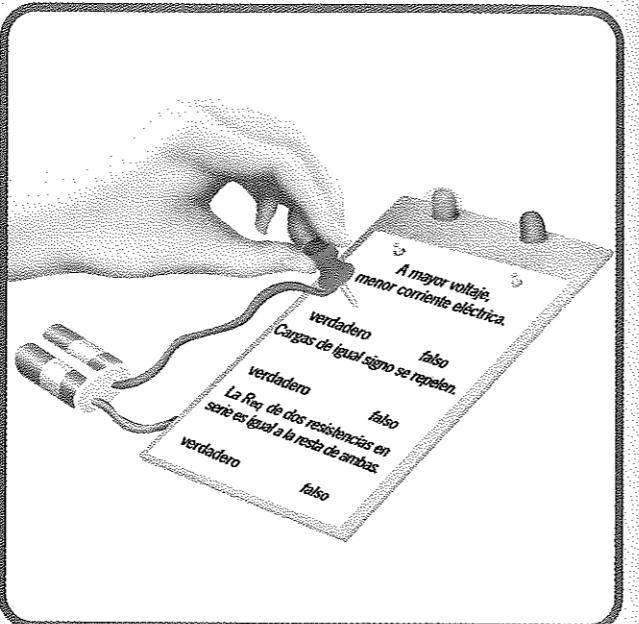
Poniendo el selector del multímetro en la posición DCV, y en una escala de alrededor de 20 voltios, pueden medir el voltaje suministrado por una pila común. Con las puntas de prueba deben tocar cada uno de los bornes de la pila. Con esta medición, pueden comprobar si la pila aún tiene carga. Pueden probar con distintas pilas o pilas en serie y en paralelo.

3 Un circuito divertido: "El profesor electrónico"

En esta actividad, construirán un dispositivo electrónico muy simple: "El profesor electrónico", un circuito capaz de distinguir entre respuestas verdaderas y falsas, propuestas de antemano. El "profesor" está formado por una plancha de cartón, con dos luces, una verde y una roja, en la parte superior. A lo largo del cartón, hay varias perforaciones con contactos, que dan dos opciones para cada pregunta: "verdadero" o "falso". Para elegir entre una opción o la otra, el jugador deberá tocar cada contacto con una pequeña punta de prueba. Si la luz que se enciende es roja, la respuesta es equivocada. Si la luz es verde, la respuesta es correcta. El modelo terminado se muestra en el gráfico.

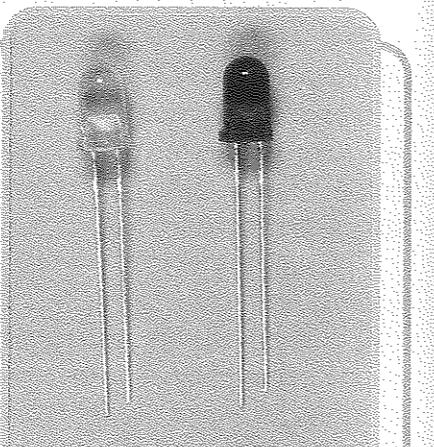
Materiales

- Dos diodos emisores de luz, o LEDs, uno de color rojo y otro de color verde.
- Un portapilas pequeño, para dos pilas comunes de 1,5 voltios. En este tipo de portapilas, las pilas están en serie, por lo que el voltaje obtenido será de 3 voltios.
- Dos pilas AA de 1,5 voltios.
- Dos metros de cable delgado.
- Un trozo de cartón rígido, de 15 cm por 25 cm.
- Una chinche con cabeza de plástico.
- Una pinza pelacables.
- Seis arandelas pequeñas.
- Un instrumento punzante (por ejemplo, la punta de un compás).
- Cinta adhesiva.
- Tijeras.
- Escuadra, papel y lápiz.



Los diodos son componentes electrónicos construidos con materiales diferentes a los conductores y a los aislantes, llamados **semiconductores**. Los diodos emisores de luz, o LEDs, son diodos que emiten luz, cuando circula la corriente por ellos. Al tener una cubierta de plástico de color, los LEDs brillan con distintos colores. Los LEDs son muy comunes en las computadoras, para indicar, con luz verde, que la máquina está encendida y, con color rojo, cuando está en funcionamiento el disco rígido. También están presentes en teléfonos, televisores, lavarropas y otros electrodomésticos.

Deben tener en cuenta que los LEDs tienen un sentido en el que pueden conectarse; si se los conecta al revés, no transmiten la corriente. Para esto, los LEDs tienen una terminal más larga que la otra. Pueden probar los LEDs conectando los cables del portapilas a ambas terminales, para observar que en un sentido encienden y, en el otro, no.



Para realizar las conexiones entre los cables y las terminales de los componentes en el circuito, pelen los cables con la pinza pelacables, con mucho cuidado, enróllelos y fíjenlos con cinta adhesiva.

Construcción

1. A 4 cm del borde superior del trozo de cartón, tracen una línea horizontal. Perforen con el instrumento punzante, de a dos, cuatro orificios pequeños a lo largo de esta línea.

2. A través de los orificios, pasen las puntas de los LEDs, de modo de fijarlos contra el cartón: el rojo, a la izquierda, y el verde, a la derecha.

3. Debajo de los LEDs, tracen tres líneas horizontales, separadas por 6 cm de la línea de los LEDs. Realicen seis perforaciones más, dos por línea, alineadas con los LEDs. A estas perforaciones se las designará como "A", "B" y "C", y "a", "b" y "c", tal como se ven en el plano.

4. Para pasar los cables, usen el reverso del cartón. (En el frente del cartón, solo deben aparecer los LEDs y las perforaciones.) Corten un tramo de cable de 30 cm y pelen sus extremos. En uno de ellos, conecten la parte metálica de la chinche, y fíjenla con cinta adhesiva. Esa será la punta de prueba. Conecten el extremo libre del cable a uno de los cables del portapilas. En el plano, se designa a este cable como "cable 1".

5. Corten un tramo de cable de 20 cm de longitud. Pelen sus dos extremos. Unan uno de los extremos al cable libre del portapilas y el otro extremo, a la terminal corta del LED rojo. En el plano, a este tramo de cable se lo designa como "cable 2".

6. Corten otro tramo de cable de 15 cm de largo. Pelen sus extremos y unan con ellos las terminales cortas de los LEDs. En el plano, este es el "cable 3".

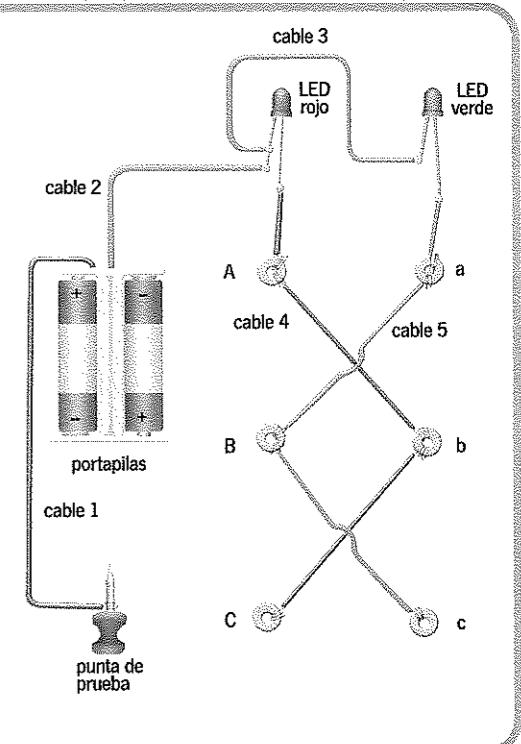
7. Corten tres tramos de 15 cm de cable, pelando sus extremos, y formen con él una cadena usando las arandelas, de modo que quede: extremo libre - cable - arandela - cable - arandela - cable - arandela. Este es el "cable 4".

8. Hagan otra cadena similar. Este es el "cable 5".

9. Fijen el extremo libre de una cadena (cable 4) a la terminal larga libre del LED rojo. Fijen la primera arandela en torno a la perforación del punto "A"; la segunda, en el punto "b", y la tercera, en "C".

10. Hagan lo mismo con la otra cadena (cable 5), fijándola a la terminal larga libre del LED verde. Fijen las arandelas en "a", "B" y "c". De un lado del cartón deben quedar todos los cables, y, del otro lado, se deben ver las arandelas a través de las perforaciones.

11. Recorten un papel de 20 cm por 15 cm. Marquen y perforen en los puntos donde están las arandelas en el cartón. Escriban las preguntas y las respuestas, como muestra el modelo.



A mayor voltaje,
menor corriente eléctrica.

Verdadero Falso

Cargas de igual signo
se repelen.

Verdadero Falso

La R_{eq} de dos resistencias en serie
es igual a la resta de ambas.

Verdadero Falso

"EL PROFESOR ELECTRÓNICO" EN ACCIÓN

Si tocan con la punta de prueba la arandela que corresponde a la respuesta correcta, se encenderá la luz verde. Si tocan la arandela de la respuesta equivocada, se encenderá la luz roja. Si las luces no encienden, es probable que hayan conectado los LEDs al revés. Invierten los cables del portapilas y prueben nuevamente.

Por la disposición de las arandelas, las respuestas deben ser "Falso", "Verdadero", "Falso". Inventen nuevas frases con opciones "verdadero" y "falso", sobre cualquier tema que les interese. Pueden cambiar las posiciones de las arandelas, para que no sea sencillo adivinar la respuesta, porque el orden es siempre el mismo.

En los últimos años, nuestro mundo asistió a un vertiginoso avance en el terreno de las comunicaciones. Artefactos tales como el teléfono inalámbrico y la computadora surgieron posteriormente al invento de la radio, y luego de la televisión. Muchos de ellos funcionan gracias a distintos tipos de ondas. Algunas de estas ondas necesitan de un medio físico para poder desplazarse; se las denomina ondas mecánicas. Otras, en cambio, no necesitan de un medio físico y pueden incluso transportarse en el vacío. Se las llama ondas electromagnéticas.

Contenidos

- Movimiento oscilatorio y movimiento ondulatorio.
- Ondas: clasificación.
- Ondas mecánicas.
- Ondas electromagnéticas: clasificación, espectro.
- La luz: dualidad onda-partícula.
- Fenómenos ondulatorios: reflexión, refracción, difusión, difracción, interferencia, polarización.

BANCO DE DATOS

Las ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas no se aplican solo en el campo de las comunicaciones. Su utilización abarca desde el horno de microondas o los rayos X, utilizados para tomar radiografías, hasta los rayos ultravioleta usados en las camas solares para lograr un bronceado artificial. Las distintas variedades de ondas electromagnéticas se diferencian por la frecuencia, la amplitud y la longitud que poseen, pero todas tienen la misma velocidad: 300.000 kilómetros por segundo.

LONGITUD DE ONDA

Se llama así a la distancia entre el punto superior de una onda y el punto superior de la onda siguiente.

MICROONDAS

Poseen longitudes mayores que las ondas infrarrojas. Entre otros usos, se las aprovecha en los hornos de microondas, donde la comida es calentada por la vibración que se produce en las moléculas de los alimentos por la gran energía que las microondas les transmiten.

RADIACIONES INFRARROJAS

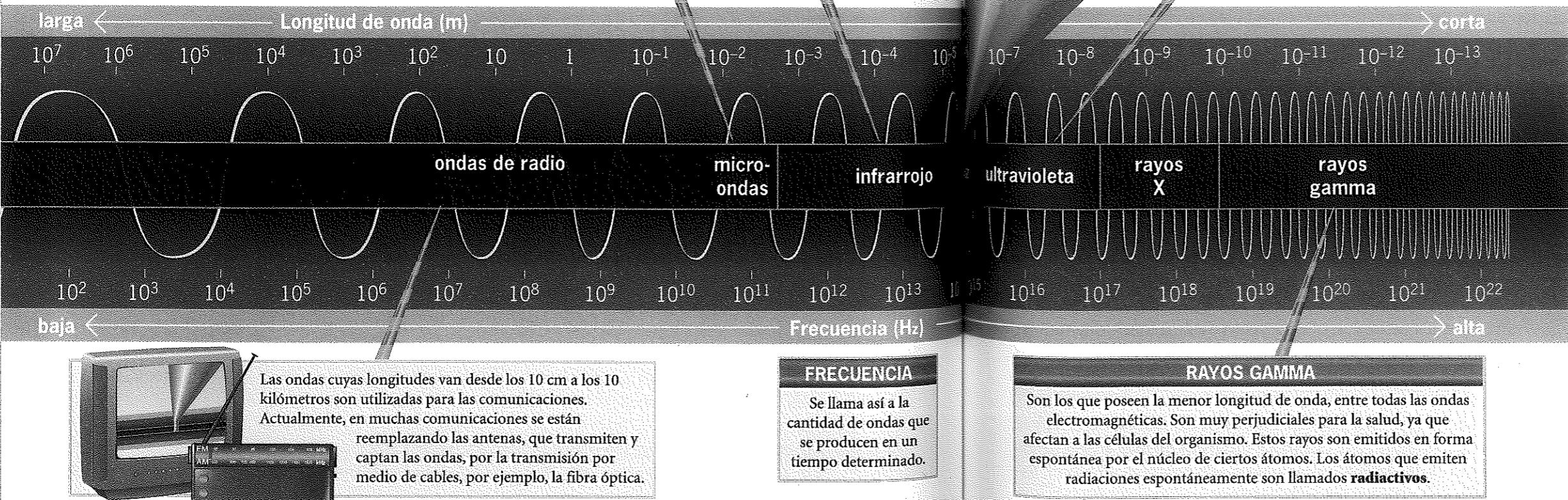
Son las que emiten todos los cuerpos que liberan calor. Pueden fotografiarse con cámaras especiales.

Luz

Es una onda electromagnética. Cada uno de los colores es un tipo de radiación, caracterizada por una frecuencia y una longitud de onda determinadas. Las radiaciones que forman la luz visible van desde el color violeta hasta el color rojo, según aumenta la longitud de onda. Las radiaciones con longitudes mayores que las del color rojo forman los rayos infrarrojos, y las radiaciones con longitudes de onda menores que las del color violeta, los rayos ultravioleta.

ONDAS ULTRAVIOLETA

Son generadas por el Sol y producen el bronceado de la piel. En exceso, pueden producir graves enfermedades. Nuestro planeta tiene una importante protección contra estas ondas en la capa de ozono.



ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿En qué se diferencian las ondas mecánicas de las ondas electromagnéticas?
- ¿A qué se llama frecuencia, amplitud y longitud de una onda?
- ¿Qué artefactos se mencionan en estas páginas? ¿Qué tipo de ondas utiliza cada uno de ellos?
- ¿Qué ondas pueden ser nocivas para la salud?
- ¿Qué tipo de onda es la luz?

2 Ordenen, según la longitud de onda creciente, los distintos tipos de radiaciones que se mencionan.

3 Unan por medio de flechas:

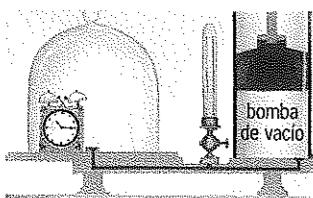
- | | |
|-------------------------|---|
| ondas electromagnéticas | Menor longitud de onda que la luz visible. |
| microondas | Son filtrados por la capa de ozono. |
| onda corta | Mayor longitud de onda que los rayos infrarrojos. |
| rayos ultravioleta | Velocidad de 300.000 kilómetros por segundo. |
| rayos gamma | Longitud de onda de hasta 10 kilómetros. |

Las ondas

Cuando un objeto se mueve repetidas veces de un lado a otro pasando por una posición central de equilibrio o reposo, se habla de **movimiento oscilatorio**. Son ejemplos de este tipo de movimiento los que realizan un péndulo, un resorte o la cuerda de una guitarra. **A**

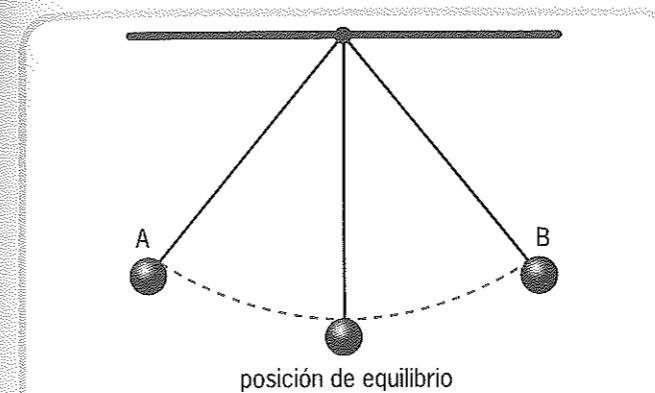
Movimiento oscilatorio: es aquel en el cual un objeto vuelve a pasar sucesivas veces por el mismo lugar y en el mismo sentido.

Movimiento ondulatorio: es un tipo de movimiento oscilatorio, en el cual la oscilación de las partículas de un objeto que oscila se transmite a las partículas de los objetos vecinos.

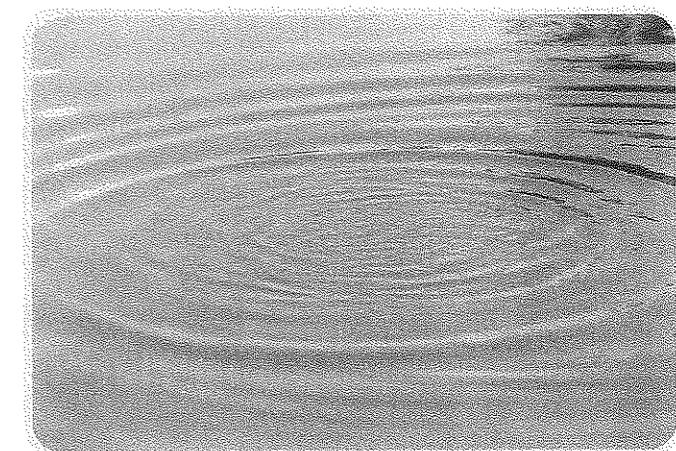


El sonido es una onda mecánica, es decir que necesita un medio para desplazarse. La vibración de la campanilla del reloj no puede oírse una vez que se extrae el aire de la campana, ya que las ondas mecánicas no se transmiten en el vacío.

A El movimiento oscilatorio



Cuando se aparta el péndulo de su posición de equilibrio, se mueve desde A hasta B y vuelve hasta A para continuar su movimiento.



La caída de una piedra en el estanque provoca una perturbación en las partículas de agua. Estas comienzan a oscilar alrededor de su posición de equilibrio y transmiten la perturbación a las partículas vecinas, que comienzan a oscilar.

Clasificación de las ondas

Las ondas pueden clasificarse teniendo en cuenta distintos criterios. Por ejemplo, se puede considerar el sentido de la oscilación o la necesidad de un medio para la propagación.

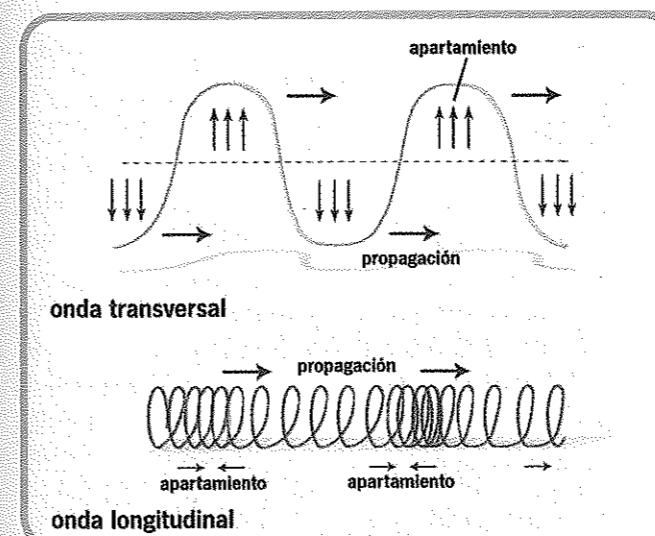
• Según el sentido de la oscilación. Cuando las partículas que oscilan lo hacen en la misma dirección en la cual se transmite la onda, se trata de una onda longitudinal. Este tipo de oscilación puede observarse si se coloca una bolita de plastilina dentro de un resorte y luego se lo comprime. Al soltarlo, la bolita se mueve hacia adelante y hacia atrás, en el sentido de la longitud del resorte. En cambio, si las partículas que oscilan lo hacen en forma perpendicular a la dirección en que se desplaza la onda, esta se denomina transversal. Las olas del mar son ejemplo de ello. **B**

• Según la necesidad de un medio para propagarse. La luz es un tipo de onda que no necesita un medio para transmitirse, ya que puede hacerlo en el vacío, como sucede con la luz del Sol, que viaja hasta nuestro planeta a través del espacio. A este tipo de ondas, que pueden trasladarse en el vacío, se las llama **ondas electromagnéticas**. En cambio, el sonido es un tipo de onda que requiere del aire o de algún otro medio material para poder propagarse. Si no hay un medio que transmita las ondas del sonido, no podemos escucharlo. A este tipo de ondas, que necesitan de un medio para su propagación, se las denomina **ondas mecánicas**. **C**

El sonido es un tipo de onda mecánica, que consiste en vibraciones longitudinales, cuyas frecuencias varían entre 20 hertz y 20.000 hertz, y que pueden ser captadas por el oído. El medio material que transmite la energía del cuerpo en vibración es generalmente el aire, aunque también puede transmitirse en un líquido y en un sólido.

Si se coloca un reloj despertador sonando debajo de una campana de vidrio, y se extrae lentamente el aire del interior de la campana, progresivamente se deja de escuchar el sonido de la campanilla del reloj, aun cuando esta continúe vibrando. Esto sucede porque las vibraciones del sonido se transmiten por las moléculas de aire alrededor del cuerpo sonoro. En el vacío, no se encuentran moléculas que transmitan la vibración y, en consecuencia, no se escucha el sonido.

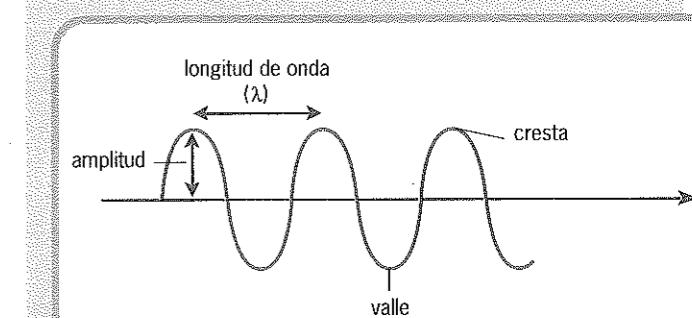
B Ondas longitudinales y transversales



ACTIVIDADES

- 1 ¿A qué se denomina movimiento oscilatorio y movimiento ondulatorio?
- 2 ¿Cuáles son las características que definen a cada uno de estos tipos de movimientos?

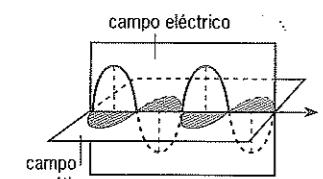
C Elementos de una onda



La parte más elevada de la onda se denomina **cresta**, y la más baja, **valle**. La distancia entre una cresta y otra se denomina **longitud de onda**, y se simboliza con la letra griega lambda (λ). La distancia entre el eje y la cresta o entre el eje y el valle de una onda se llama **amplitud**. La **frecuencia** (f) indica la cantidad de ondas que pasan por un lugar en una cantidad de tiempo. El **periodo** (T) es el tiempo que tarda en producirse una onda completa.

- 3 Mencionen y definan cada uno de los elementos que constituyen una onda.
- 4 ¿Cómo se pueden clasificar las ondas? Propongan un ejemplo de cada tipo de ondas.

Las ondas electromagnéticas



Las ondas electromagnéticas consisten en la oscilación simultánea de un campo eléctrico y de un campo magnético. Transportan energía y se propagan por el espacio a una velocidad muy grande.

Ondas electromagnéticas

No necesitan un medio para trasladarse.

Están constituidas por oscilaciones de un campo magnético y un campo eléctrico.

Son ondas transversales.

Su velocidad de propagación es de 300.000 kilómetros por segundo.

Las ondas electromagnéticas son aquellas que no necesitan de un medio físico para trasladarse, ya que pueden hacerlo en el vacío. Se las denomina así porque están constituidas por dos tipos de oscilaciones simultáneas: la oscilación de un campo eléctrico y la oscilación de un campo magnético. Ambos campos se encuentran en posición perpendicular uno con respecto al otro. En consecuencia, generan una onda eléctrica y una onda magnética, perpendiculares entre sí y perpendiculares a la dirección de su desplazamiento. Por lo tanto, pertenecen al grupo de las ondas transversales.

Las ondas electromagnéticas varían según su frecuencia y su longitud de onda, pero todas poseen la misma velocidad: 300.000 km/s. La luz, que es una onda electromagnética, viaja a esta velocidad.

Tipos de ondas electromagnéticas

Las distintas ondas electromagnéticas generan un espectro que abarca las diferentes longitudes de onda. En orden decreciente, esas longitudes son las siguientes: A

• **Ondas de radio.** Son las ondas del espectro electromagnético con mayor longitud de onda (sus valores van, aproximadamente, desde 10 cm hasta 10.000 m) y menor frecuencia (entre 10.000 hertz y 100 mil millones de hertz). B

• **Microondas.** Son un tipo de ondas con una frecuencia de alrededor de 10^{11} hertz, y una longitud de onda de alrededor de un centímetro. Estas ondas se utilizan desde hace tiempo para las comunicaciones por radar y por satélite. En la actualidad, se las conoce más por su aplicación en la cocción de alimentos.

• **Rayos infrarrojos.** Estos rayos poseen longitudes de onda que abarcan entre 1 milímetro y 0,001 mm. Son generados por todos los cuerpos que liberan calor, el cual se produce por el movimiento de las moléculas de esos cuerpos. Pueden ser detectados por sensores, como las células fotoeléctricas, pero son invisibles al ojo humano.

• **Luz visible.** La luz visible comprende las longitudes de onda entre los $4 \cdot 10^{-7}$ metros y los $6,8 \cdot 10^{-7}$ m, que pueden ser captadas por el ojo humano. Cuando la luz del Sol pasa a través de un prisma, se descompone en los siete colores del espectro luminoso. Cada uno de los colores tiene una longitud de onda determinada, y la combinación de todos ellos forma la luz blanca.

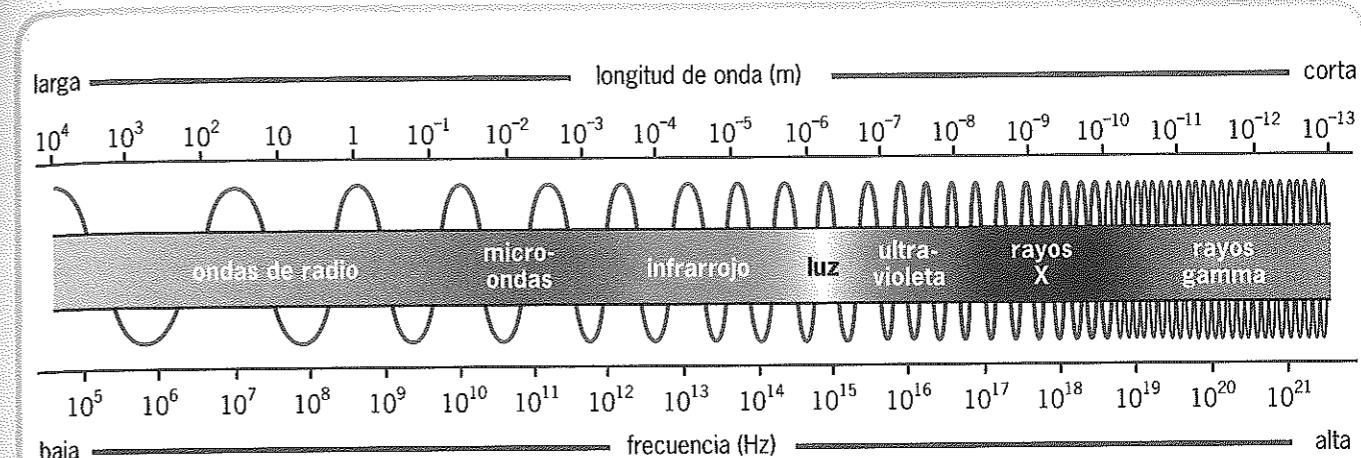
• **Rayos ultravioleta.** La longitud de onda de estos rayos es menor que la de la luz visible, pero poseen mayor frecuencia que ella. En la naturaleza, las radiaciones ultravioleta son producidas por el Sol. La acción de estos rayos es perjudicial para la vida; por eso es importante la acción filtradora de la capa de ozono, que se encuentra en la atmósfera, la cual actúa como una pantalla protectora que absorbe este tipo de radiaciones.

• **Rayos X.** Los rayos X poseen una frecuencia de entre 10^{16} hertz y 10^{19} hertz. Son originados por el choque de electrones contra cuerpos sólidos que no poseen carga eléctrica. Estos rayos son muy importantes en las prácticas médicas de diagnóstico por imágenes, pero también se los utiliza en la industria, por ejemplo, para detectar fallas en algunos materiales.

• **Rayos gamma.** Son las radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda más pequeñas. Los rayos gamma son muy perjudiciales para la salud, aunque se los aplica, en el campo médico, en la lucha contra el cáncer, ya que su agresividad frente a las células puede detener la reproducción de tumores.

A El espectro electromagnético

Las radiaciones electromagnéticas suelen clasificarse según su frecuencia o según su longitud de onda en el vacío. En el espectro electromagnético aparecen indicados los nombres de los distintos tipos de radiaciones, según esos criterios. Dentro de la zona visible del espectro electromagnético, el ojo humano distingue, entre las diferentes longitudes de onda, la sensación de color: al violeta le corresponden las longitudes de onda más altas, y al rojo, las más bajas.

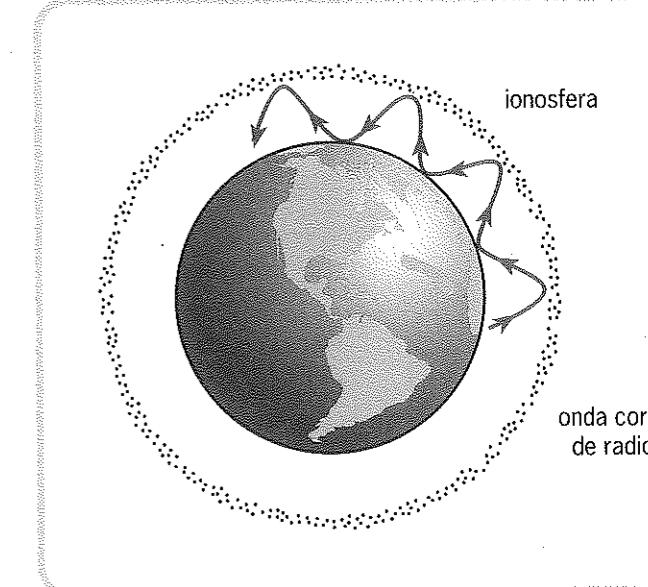


B Ondas y comunicaciones

En la actualidad, las comunicaciones se pueden realizar en forma instantánea, sin ningún tipo de límites, abarcando la totalidad del planeta. Esta posibilidad responde a varios factores.

Por ejemplo, en las transmisiones de radio, un mensaje que se emite en un punto del planeta puede ser recibido en el otro extremo, aunque no haya un camino directo, es decir, en línea recta, que une ambos puntos del globo. Esto se puede lograr debido a que las ondas de radio se reflejan en la ionosfera, una capa de la atmósfera ubicada a, aproximadamente, 100 km de la superficie terrestre.

Las ondas de emisiones televisivas (VHF y UHF) no se reflejan en la ionosfera. Por este motivo se utilizan satélites, que reciben estas señales y las reenvían, para poder cubrir emisiones en dos puntos del planeta donde las ondas no puedan llegar por sí mismas.



ACTIVIDADES

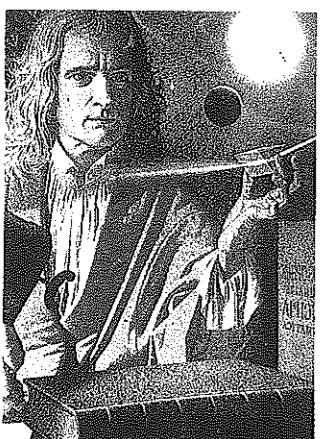
1 ¿Qué tipo de radiaciones se denominan electromagnéticas? ¿A qué se debe este nombre?

2 Mencionen las características generales de las ondas electromagnéticas.

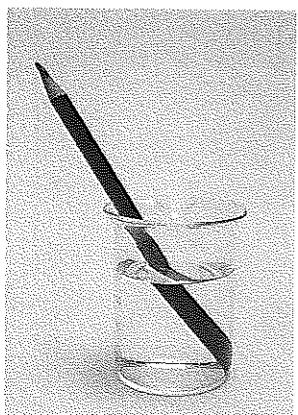
3 Distingan los distintos tipos de ondas electromagnéticas.

4 ¿Qué tipo de radiaciones electromagnéticas son perjudiciales para la salud?

La luz: ¿ondas o partículas?



En 1665, Newton observó que, si se hace pasar un rayo de luz a través de un prisma de vidrio, el rayo se descompone en una banda de colores, que conforma el espectro luminoso.



La refracción consiste en el cambio de dirección de la luz cuando pasa de un medio a otro. Por esta razón, parece que un lápiz se dobla cuando una parte de él está sumergida en un vaso con agua.

Desde épocas remotas, se realizaron variados intentos para comprender la naturaleza de la luz. En la Antigüedad, algunos filósofos griegos plantearon la idea de que la luz salía de los objetos y, al llegar al ojo de quien los observaba, producía la visión. Otros sostenían que la visión era posible debido a que el ojo emitía filamentos luminosos que llegaban hasta los objetos y los iluminaban.

Desde Newton hasta nuestros días

Muchos años después, durante los siglos XVI y XVII, empezaron a formularse las primeras leyes acerca del comportamiento de la luz; así se inició la rama de la Física que se denomina **Óptica**. Fue entonces cuando se comprobó que la luz viaja en línea recta, se refleja en un espejo y cambia de dirección cuando pasa de un medio a otro.

A fines del siglo XVII, el sabio inglés Isaac Newton (1642-1727) formuló la primera hipótesis sobre la naturaleza de la luz. Pensó que la luz podía estar formada por partículas o por ondas, e, inicialmente, no descartó ninguna de las dos posibilidades. Sin embargo, sus investigaciones lo llevaron a inclinarse por la primera posibilidad, y concluyó que la luz consistía en pequeños corpúsculos que salían del cuerpo luminoso, se propagaban a gran velocidad, y, al llegar a la retina, permitían la observación de los objetos. Esta concepción de Newton se conoce con el nombre de **teoría corpuscular**.

Según la teoría corpuscular de Newton, cuando un rayo de luz ilumina un medio más denso que aquel de donde proviene (por ejemplo, cuando la luz pasa del aire al agua o al vidrio), aumenta su velocidad. Según Newton, este fenómeno se debe al hecho de que las partículas del segundo medio se hallan más cerca unas de otras y, por lo tanto, los corpúsculos encuentran menor dificultad para pasar sobre ellas.

El físico holandés Christian Huygens (1629-1677), contemporáneo de Newton, se opuso a la teoría corpuscular, afirmando que la luz se transmitía por medio de ondas, de modo semejante al sonido. Esta posición se conoce con el nombre de **teoría ondulatoria**.

Según la teoría ondulatoria de Huygens, la velocidad de la luz es menor al penetrar en un medio más denso, porque el frente de ondas encontraría mayor dificultad para avanzar. Esto era contrario a lo que postulaba la teoría corpuscular. A

Esta contradicción entre ambas teorías fue resuelta cuando se hallaron procedimientos para medir la velocidad de la luz. Entonces, pudo comprobarse que la velocidad de la luz era menor en los medios más densos, lo que condujo a darle la razón a la teoría ondulatoria de Huygens.

En 1887, el físico alemán Heinrich Hertz (1857-1894) descubrió un nuevo fenómeno luminoso: cuando un cuerpo cargado de electricidad era iluminado, se desprendían de él cargas eléctricas negativas y podía conducir la electricidad. A este fenómeno se lo llamó **efecto fotoeléctrico**. En 1905, Albert Einstein (1879-1955) publicó una teoría que explicaba el fenómeno fotoeléctrico; según él, este fenómeno solo era posible si se admitía que la luz estaba constituida por partículas sin masa, pero con gran cantidad de energía acumulada, a las que denominó **fotones**. Esta conclusión apoyaba nuevamente la teoría corpuscular de Newton.

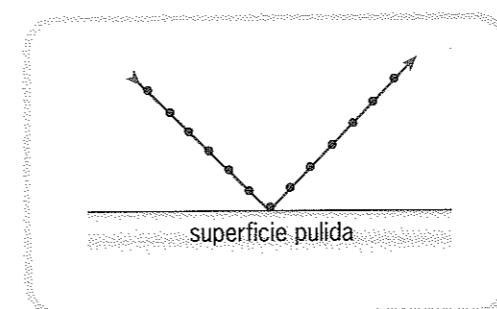
Hoy en día, los científicos están de acuerdo en que la luz tiene una naturaleza dual: en parte corpuscular y en parte ondulatoria. Algunos fenómenos son explicados según la teoría corpuscular de Newton, y otros, según la teoría ondulatoria de Huygens.

A Los fenómenos ondulatorios

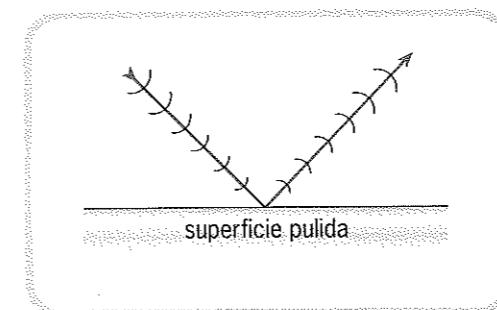
Existe una serie de fenómenos, como la reflexión, la difusión y la refracción, que pueden ser explicados según la teoría corpuscular de Newton o según la teoría ondulatoria de Huygens. Otros fenómenos, como la interferencia, la difracción o la polarización de la luz, solamente pueden explicarse si se considera que la luz se transmite por medio de ondas. Todos estos fenómenos fueron verificados también en las ondas sonoras.

La reflexión

La reflexión es el fenómeno por el cual una onda o una partícula, al chocar contra una superficie plana y pulida, vuelve al medio de donde provenía. Tanto el sonido como la luz obedecen a las mismas leyes de la reflexión, que se comprueban, respectivamente, en el eco y en el espejo.



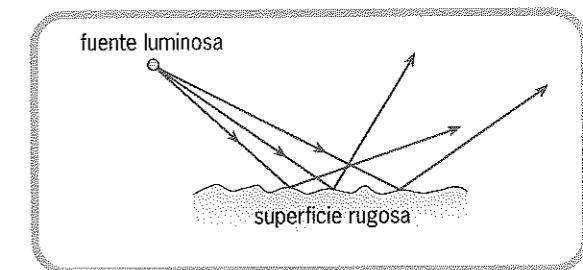
Según Newton, la reflexión resulta del choque de corpúsculos contra la superficie pulida.



Según la teoría de Huygens, el frente de ondas choca contra una superficie lisa y pulida, y regresa al medio de donde provenía, en otra dirección.

La difusión

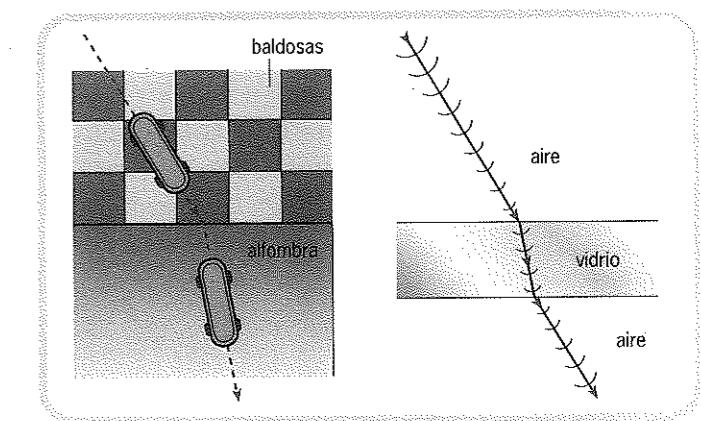
Cuando los corpúsculos o las ondas chocan contra una superficie rugosa, vuelven al medio de donde provenían, en distintas direcciones. El efecto del fenómeno de difusión es el debilitamiento de la luz o el sonido.



Como la mayoría de los cuerpos que nos rodean no están pulidos, los vemos por difusión de la luz. Por otra parte, las paredes de las salas de conciertos suelen estar provistas de surcos que difunden las ondas sonoras. De este modo se evitan las sucesivas reflexiones múltiples, llamadas reverberaciones.

La refracción

La refracción es el fenómeno por el cual una onda o una partícula desvía su dirección al cambiar su velocidad cuando penetra en un medio transparente, debido a que encuentra mayor o menor dificultad para moverse.



El fenómeno de la refracción puede compararse con lo que sucede cuando un patinador pasa de deslizarse sobre una superficie pulida a una rugosa, por ejemplo, una alfombra. Al encontrar mayor dificultad para deslizarse en este segundo medio, su velocidad se reduce.

ACTIVIDADES

1 ¿En qué se oponen la teoría de Newton y la de Huygens, acerca de la luz?

2 ¿Qué significa que la luz tiene un comportamiento dual?

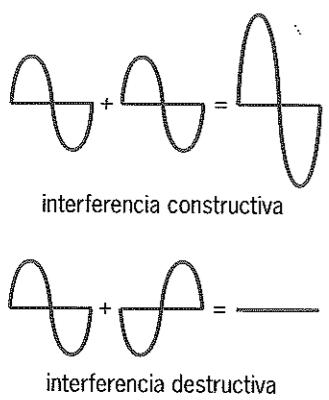
3 Expliquen el fenómeno de reflexión de una onda.

4 ¿Qué diferencia existe entre la reflexión y la difusión de una onda?

5 ¿En qué consiste la refracción de una onda?

6 ¿Qué ocurre con la velocidad de la luz cuando pasa del aire al vidrio?

La interferencia y la difracción



La **interferencia** es un fenómeno que se produce por la acción simultánea de dos ondas, del que resulta el aumento, la disminución o la neutralización del movimiento ondulatorio. A diferencia de lo que sucede con una partícula, que no puede ocupar al mismo tiempo el mismo lugar que otra, las ondas pueden coexistir en el mismo espacio al mismo tiempo. Esta propiedad puede observarse cuando se arrojan dos piedras, simultáneamente, en el agua quieta, en dos puntos distintos de un lago: cada piedra generará una onda, que chocará con la otra onda produciendo interferencia.

Cuando la cresta de una onda se superpone a la cresta de la otra, los efectos individuales se suman; este fenómeno se denomina **interferencia constructiva**. Cuando la cresta de una onda se superpone al valle de la otra, los efectos individuales se neutralizan. A este fenómeno se lo llama **interferencia destructiva**.

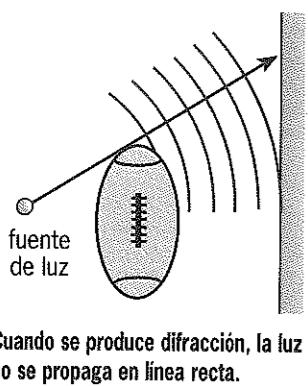
El fenómeno de interferencia luminoso puede ser explicado únicamente si se considera que la luz es un fenómeno ondulatorio. **A**

La interferencia luminosa puede verificarse, en la vida cotidiana, cuando aparecen rayas en la pantalla del televisor. Esas rayas sobre la imagen indican que la antena recibió la interferencia de otros tipos de ondas, sobre las del programa que estaba sintonizado. De modo semejante, el fenómeno se observa en las ondas radiales cuando, al escuchar una emisora de radio, se percibe la interferencia de las ondas de otras emisoras, que no permiten entender el mensaje que se está emitiendo.

Otro fenómeno propio de las ondas es el que se produce cuando la luz pasa por el borde de un objeto opaco que se interpone en su camino, produciendo franjas o bandas en los contornos de las sombras. Se observa que, en ese punto, la luz no se propaga en línea recta porque, cuando la onda llega al cuerpo opaco, lo rodea y bordea el obstáculo. **B**

Cuando la luz atraviesa una abertura grande, proyecta una sombra con bordes bien nítidos. En cambio, cuando la luz atraviesa una abertura pequeña, proyecta una sombra borrosa debido a que la luz se desvía: la ranura delgada difracta la luz.

Toda desviación de una onda, que no se deba a la interposición de una superficie pulida (fenómeno de reflexión) o a la interposición de un cuerpo transparente (fenómeno de refracción), se conoce con el nombre de **difracción**.



Cuando se produce difracción, la luz no se propaga en línea recta.

La polarización de la luz

El rayo luminoso se transmite en todas direcciones y sentidos, como una onda transversal. Los planos de vibración son variados y se van alternando a medida que la onda luminosa avanza.

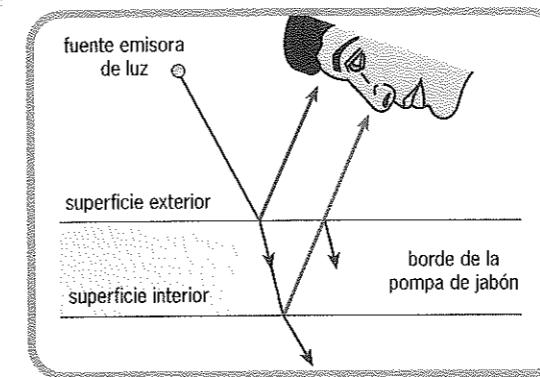
Si en el camino de la luz se interpone un filtro polarizante, como los que se utilizan para la fabricación de anteojos de sol, muchas de las ondas son absorbidas por el filtro, mientras que otras ondas transversales continúan su recorrido, vibrando en un solo plano. En ese caso, se está en presencia de la luz polarizada. **B**

Actualmente, existen láminas construidas por un material que puede polarizar la luz que recibe, de modo que solamente permite el paso de ondas de determinado plano de vibración. Estas láminas se utilizan para fabricar cristales de lentes que dejan pasar solamente un 40 % de la luz que incide y eliminan la luz reflejada en superficies horizontales, como, por ejemplo, el agua de una pileta en un día de sol.

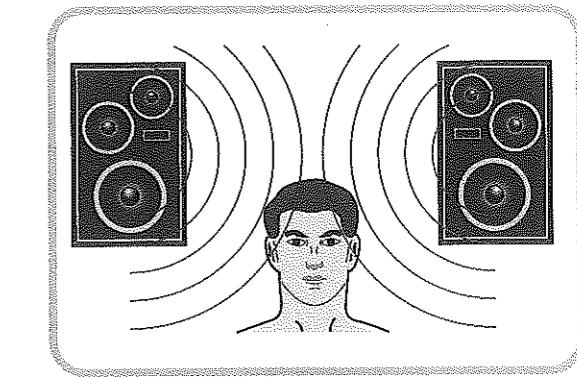
Utilizando luz polarizada, también se controla, en la industria, la pureza de las muestras de alimentos o medicamentos.

A ¿Dónde se observa interferencia?

La interferencia es el fenómeno que se produce por la interposición de ondas que parten de una misma fuente, o de fuentes distintas, y recorren diferentes caminos. Al llegar al ojo o al oído, según el tipo de onda, producen un efecto de refuerzo o de cancelación, y se percibe un refuerzo o una anulación del color o del sonido.

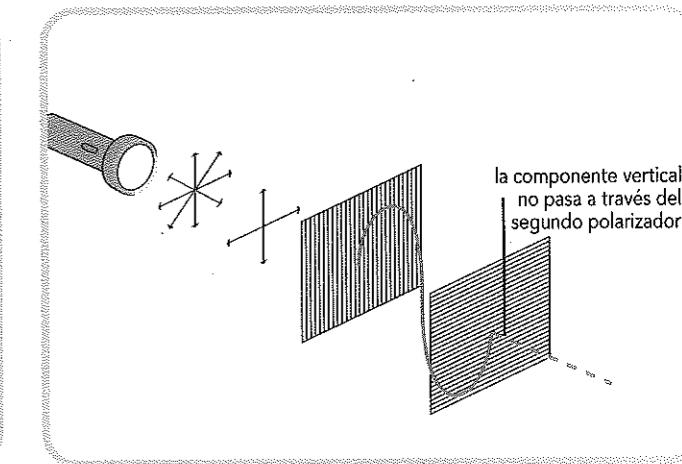
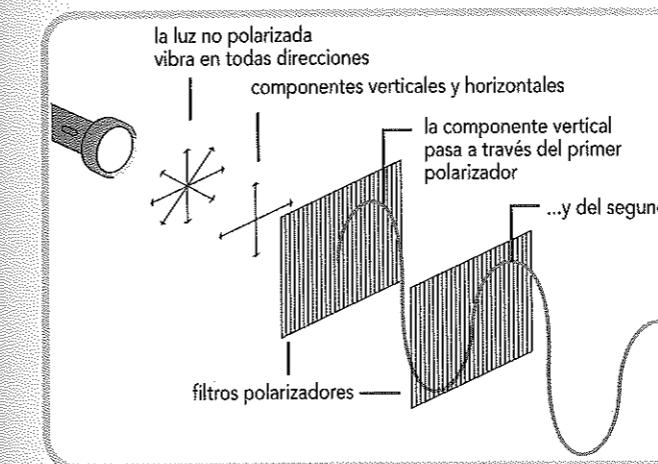


La interferencia luminosa puede ser observada en las pompas de jabón, sobre cuya superficie aparece una serie de colores. El origen de estos colores es la interferencia entre los rayos de luz que se reflejan en la superficie exterior y en la interior de la película de jabón. Un fenómeno semejante se produce en las manchas de aceite que dejan los autos sobre el asfalto, en los días de lluvia.



El fenómeno de interferencia se aplica también a las ondas sonoras. Si dos fuentes sonoras, por ejemplo, dos parlantes, se encuentran adentro de una habitación, y emiten ondas de la misma frecuencia, es probable que haya zonas en la habitación en las que el sonido se refuerza y otras en las que el sonido se debilita. Son las zonas de interferencia constructiva y destructiva, respectivamente.

B ¿Cómo se polariza la luz?



La figura de la izquierda muestra lo que sucede con la luz de la linterna cuando atraviesa filtros polarizadores, cuyos ejes están orientados en la misma dirección. La figura de la derecha muestra lo que sucede cuando los filtros se colocan perpendiculares entre sí; en este caso, se impide el paso de la luz polarizada a través del segundo filtro.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Por qué se produce el fenómeno de la interferencia?
¿En qué se aplica?
- 2 ¿Cómo se producen los colores en una pompa de jabón?
- 3 ¿Qué es la difracción de la luz?

- 4 La interferencia y la difracción, ¿se verifican en las ondas sonoras? Justifiquen la respuesta.
- 5 ¿Cuál de las dos teorías acerca de la luz se relaciona con los fenómenos de la interferencia y la difracción?
- 6 ¿Qué es la luz polarizada? ¿Cómo se logra?

Investigan si antenas y teléfonos móviles afectan los aparatos médicos

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, acaba de iniciarse el primer estudio a gran escala en el mundo sobre interferencias en aparatos médicos. Un problema sobre el cual existe información escasa, y que la mayoría del personal de salud desconoce. Se trata de un riesgo latente para los pacientes, ya que un aparato puede llegar a dar un dato falso, que derive en un tratamiento equivocado.

El relevamiento abarcará los 33 hospitales que dependen del Gobierno de la Ciudad. Está realizándolo, en forma gratuita, el Centro Argentino de Estudio de Radiocomunicaciones y Compatibilidad Electromagnética (CAERCEM), del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), el que, junto con el Instituto Universitario CEMIC, abrieron este año un posgrado en Diseño y Mantenimiento de Equipos Médicos. Y lo hace a instancias de la Defensoría del Pueblo Adjunta, con el apoyo de la Secretaría de Salud porteña.

Un par de ejemplos servirán para comprender, en esencia, qué es una interferencia: la radio de un vehículo, que se oye mal cuando pasa por ciertos lugares; el televisor, que deja de verse con rayas cuando una persona se acerca, porque el cuerpo humano funciona como antena.

Pero los aparatos de electromedicina son muchísimo más sensibles, en especial los más modernos: un electrocardiógrafo percibe señales tan débiles como los latidos del corazón. A medida que los instrumentos de diagnóstico se hacen más precisos, también "detectan" influencias ajenas y pueden confundir las señales que reciben.

El mayor riesgo reside en que la interferencia produzca un dato esperable —lo que se denomina enmascaramiento de datos—, y quien está monitoreando el aparato no se dé cuenta de que hubo una distorsión. El poder advertirlo dependerá del mantenimiento de los equipos y de la capacitación del personal de salud, que en su inmensa mayoría ignora que esto puede suceder. Existen varias causas posibles de interferencias:

- Cuando los aparatos están en la misma frecuencia, puede producirse una determinada suma o resta de señales que quizás provoque un error.



- A través de los cables de alimentación o de los que salen del aparato, cuando funcionan como antena y captan señales de ese equipo o de otro.

- Por saturación: cuando el aparato está cerca de una señal y su campo electromagnético es muy intenso, esa señal "entra por todos lados".

- Por alimentación, a través del cable que provee electricidad.

El fabricante configura el aparato según las normas internacionales, pero en condiciones simuladas de laboratorio. Cuando se instala en un centro de salud, su inmunidad a la contaminación dependerá de las características del edificio, de las dimensiones de la habitación, de si las paredes son delgadas o gruesas, de cómo sean las aberturas, del tipo de suelo, entre otros factores.

Cuando se hace una instalación médica, siempre se mide la compatibilidad electromagnética de los aparatos para que no interfieran entre sí. Pero, por otra parte, ese centro de salud se halla en una ciudad donde ahora proliferan las fuentes de posibles interferencias:

- Las antenas emisoras de AM, FM y de televisión son las más peligrosas, debido a su mayor potencia.

- Las antenas de telefonía móvil no son peligrosas por su potencia, sino por la cantidad.

- Las antenas de radiotaxis, servicios de emergencias y de la Policía son peligrosas, aunque son mucho menos contaminantes.

El diagnóstico que surja de la investigación incluirá las soluciones, como cambiar de lugar un aparato; "blindar" un área sensible; restringir la circulación de personas en ciertas zonas; regular el uso de teléfonos móviles. La búsqueda servirá también para crear conciencia entre el personal de salud. Y, finalmente, los resultados serán tomados para proponer las normas legales que hasta hoy no existen.

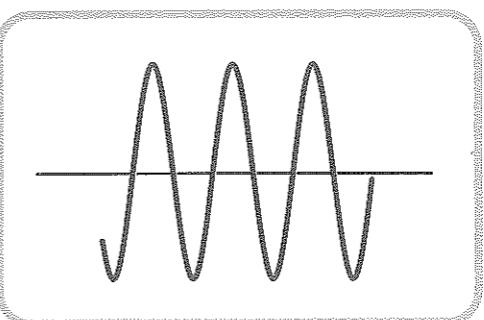


Fuente: adaptado de un artículo del diario "Clarín", del 21 de septiembre de 2003.

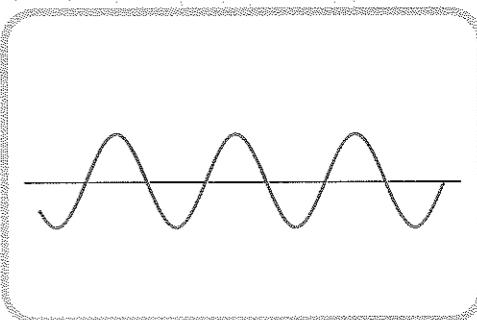
ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál es la hipótesis planteada para realizar el relevamiento en hospitales públicos?
- 2 ¿Cuáles son las posibles causas de la interferencia?
- 3 ¿Cuáles podrían ser las consecuencias de la interferencia?
- 4 ¿Cuáles son las posibles soluciones?

1 Dados los siguientes gráficos representativos de una onda, completen las afirmaciones con mayor o menor, según corresponda:



Onda A



Onda B

- a) La onda A tiene frecuencia que la onda B.
- b) La amplitud de la onda A es que la amplitud de la onda B.
- c) El período de la onda B es que el período de la onda A.
- d) La longitud de onda de A es que la longitud de onda de B.

2 Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

- Las ondas de radio tienen una velocidad de 300.000 km/s.
- Newton propuso la teoría corpuscular para la propagación de la luz.
- Las ondas sonoras son electromagnéticas.
- Las microondas tienen menor longitud de onda que los rayos infrarrojos.
- La interferencia constructiva se produce cuando el valle de una onda se superpone a la cresta de otra onda.
- La luz polarizada está formada por ondas longitudinales que vibran en un solo plano.

3 Unan el nombre de cada fenómeno con el efecto que causa:

Alineación en un solo plano de las vibraciones de una onda transversal.

Rebote de una partícula o una onda que incide en una superficie pulida.

Acción simultánea de dos ondas, de la que resulta el aumento, la disminución o la neutralización del movimiento ondulatorio.

Desviación de una partícula o de una onda que incide en una superficie transparente.

Desviación de una onda en torno a los bordes de un obstáculo.

difracción

reflexión

interferencia

refracción

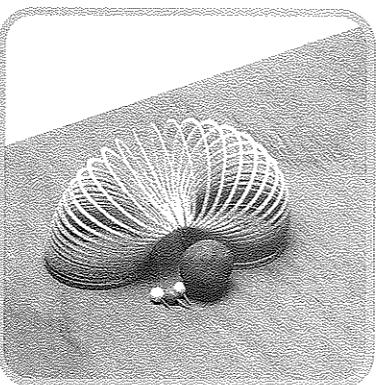
polarización

1 Los movimientos ondulatorios

En la siguiente experiencia, construirán un dispositivo que les permitirá observar las características de un movimiento ondulatorio y analizar los movimientos ondulatorios longitudinales y transversales.

Materiales

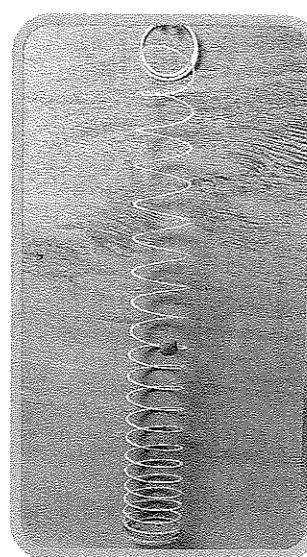
- Una tabla de madera, de aproximadamente 30 cm × 70 cm.
- Un trozo de resorte de 50 cm (en posición normal).
- Dos chinches.
- Plastilina.

**Procedimiento**

1. Ubiquen el resorte sobre la madera y sosténganlo con una chinch en cada extremo.

2. Cada uno de los bucles del resorte se denomina **espira**.

Tomen algunas espiras y apártenlas de la posición de reposo. Describan lo que sucede.

**Observaciones**

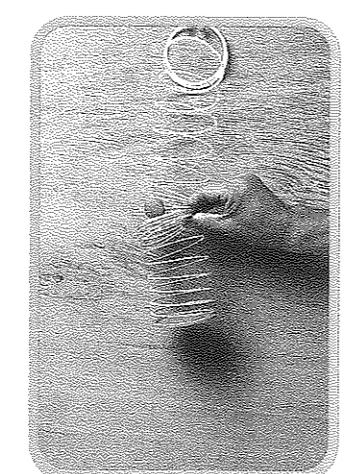
El resorte abandonó su posición de equilibrio. Se dice que ha sido perturbado. Esta perturbación es del tipo transversal, ya que es perpendicular al largo del resorte.

3. Dejen que el resorte vuelva a su posición de reposo, y suelten uno de sus extremos.

4. En un punto determinado de una espira del resorte, peguen una bolita de plastilina.

5. Hagan oscilar lateralmente el extremo libre.

6. Grafiquen el movimiento que se produce en el resorte.

**Observaciones**

Observarán que se produce una onda transversal, ya que la onda se propaga en forma perpendicular al movimiento de la bolita de plastilina.

7. Vuelvan a sujetar con la chinch el extremo libre del resorte.

8. Junten varias espiras cercanas a uno de los extremos del resorte.

9. Suelten las espiras y observen el movimiento de la onda y de la bolita de plastilina.

10. Grafiquen el movimiento que se produce en el resorte.

Observaciones

La perturbación se transmite a lo largo de todo el resorte. Se trata de una perturbación longitudinal, porque la bolita de plastilina se mueve siguiendo la misma dirección que la ondulación que se propaga por el resorte.

Conclusiones

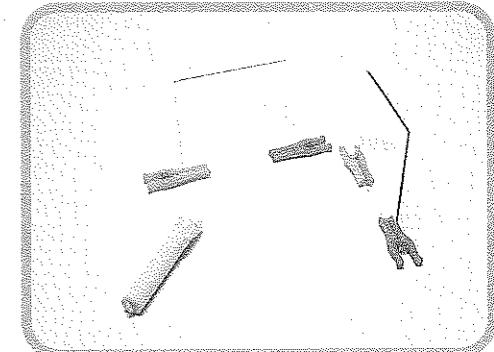
A partir de lo observado, elaboren una síntesis, señalando la diferencia entre las perturbaciones longitudinales y transversales.

3 Polarización de la luz por reflexión

La luz emitida por una linternita o linterna, llamada luz blanca, está formada por radiaciones de todo el espectro visible. Puede polarizarse haciéndola pasar por un filtro polaroid® o realizando una doble reflexión en dos vidrios transparentes. Mediante la siguiente experiencia, aplicarán este segundo método para obtener luz polarizada.

Materiales

- Dos vidrios transparentes, de aproximadamente 10 cm × 10 cm.
- Cuatro broches para colgar la ropa.
- Una linterna.

**Procedimiento**

1. Prendan dos broches en cada vidrio para mantenerlos parados, como indica la fotografía.

2. Ubiquen los vidrios sobre la mesa y enciendan la linterna.

3. Hagan incidir la luz de la linterna en el primer vidrio, como indica la fotografía.

4. Recojan el rayo reflejado, haciéndolo incidir en el segundo vidrio.

5. Observen la imagen de la linterna que obtienen por la segunda reflexión, rotando el segundo vidrio, si es necesario, para notar la presencia del rayo luminoso reflejado.

Observaciones y conclusiones

La intensidad de la luz reflejada dos veces disminuye, y se observan franjas de colores provenientes de la luz blanca original. Esto sucede porque la luz blanca está formada por ondas que se desplazan transversalmente, vibrando en distintos planos. Al reflejarse en el primer vidrio, esa luz blanca se polariza, permitiendo solamente la reflexión de las ondas que vibran en un plano. Por ello pueden observar colores, que provienen de esa polarización.

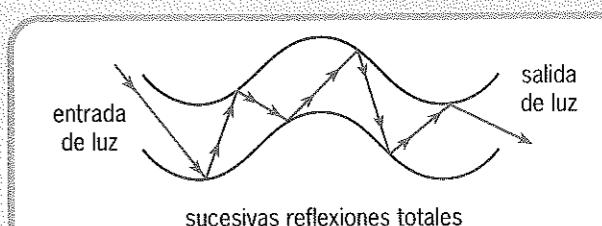
4 Lean el siguiente texto sobre las fibras ópticas y respondan a las preguntas:**La reflexión total: las fibras ópticas**

En algunas circunstancias, cuando un rayo de luz incide atravesando la superficie de separación entre dos medios transparentes, no se produce la refracción de la luz, sino una reflexión. Esto depende del ángulo con el cual incide el rayo y de la densidad de los medios. A este fenómeno se lo denomina **reflexión total**.

La reflexión total es el principio del funcionamiento de las fibras ópticas. Estas fibras transparentes están fabricadas con vidrio o con plástico, y suelen tener el diámetro de un cabello. Pueden transportar la luz de un lugar a otro, como si se tratara de una tubería, y, por ello, son útiles para iluminar lugares inaccesibles. Por ejemplo, los médicos las utilizan para poder iluminar el interior del cuerpo de los pacientes, en el procedimiento de observación para diagnóstico, denominado **endoscopía**.

Introduciendo una fibra óptica por la boca del paciente, el

médico puede observar y fotografiar partes de su sistema digestivo.



La luz que entra en la fibra óptica incide sobre las paredes con un ángulo mayor que el límite; después de múltiples reflexiones, sale por el otro extremo.

a) ¿En qué consiste la reflexión total?

b) ¿Qué son las fibras ópticas?

c) Investiguen en enciclopedias y en la Internet: ¿qué otras aplicaciones tienen las fibras ópticas?

Desde tiempos antiguos, la estructura de la materia fue tema de interés para científicos y filósofos. La idea de que la materia estaba formada por unidades mínimas e indivisibles fue el fundamento de la noción de átomo. Con el desarrollo de la investigación científica, aumentaron los conocimientos acerca de la estructura de la materia y se descubrió que el átomo, considerado hasta entonces indivisible, estaba formado, a su vez, por partículas más pequeñas. El átomo demostró ser, así, una partícula con una estructura muy compleja, que continúa siendo estudiada hoy día.

Contenidos

- Las partículas atómicas.
- Los modelos atómicos de Thomson, Rutherford y Bohr.
- El modelo atómico moderno.
- Iones e isótopos.
- Teoría atómico-molecular.

BANCO DE DATOS

¿Cómo es un átomo?

El átomo de cualquier elemento está formado por tres partículas fundamentales: los protones, responsables de las características propias de ese elemento químico; los neutrones, cuya función es la de amalgamar a los protones para que no se rechacen en el núcleo del átomo, y los electrones, responsables de las uniones que se producen entre átomos para formar las moléculas de las distintas sustancias.

La tabla periódica es un gran "mapa" que permite ordenar los elementos químicos según sus propiedades. De acuerdo con la ubicación de los elementos en la tabla periódica, se pueden predecir características importantes en las distintas sustancias.

Los **neutrones** son partículas sin carga, ubicadas en el núcleo del átomo. Tienen una masa semejante a la del protón.

Los **protones** son partículas con carga eléctrica positiva, ubicadas en el núcleo del átomo. Tienen una masa semejante a la del neutrón.



Las características que diferencian a un elemento de otro están determinadas, fundamentalmente, por el número de protones que se encuentra en el **núcleo** de su átomo.

	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	I B	II B		
1	1 H hidrógeno 1.008 1										2 He helio 4.003 2	
2	3 Li litio 6.941 2-1	4 Be berilio 9.012 2-2										
3	11 Na sodio 22.99 8-1	12 Mg magnesio 24.31 8-2										
4	19 K potasio 39.10 8-1	20 Ca calcio 40.08 8-2	21 Sc escandio 44.96 9-2	22 Ti titanio 47.88 10-2	23 V vanadio 50.94 11-2	24 Cr cromo 52.00 13-1	25 Mn manganeso 54.94 13-2	26 Fe hierro 55.85 14-2	27 Co cobalto 58.93 15-2	28 Ni níquel 58.69 16-2	29 Cu cobre 63.55 18-1	
5	37 Rb rubidio 85.47 8-1	38 Sr estroncio 87.62 8-2	39 Y litio 88.91 9-2	40 Zr circonio 91.22 10-2	41 Nb niobio 92.91 12-1	42 Mo molibdeno 95.94 13-1	43 Te tecnecio (98) 14-1	44 Ru ruténio 101.1 15-1	45 Rh rodio 102.9 16-1	46 Pd paladio 106.4 18	47 Ag plata 107.9 18-1	48 Cd cadmio 112.4 18-2
6	55 Cs cesio 132.9 18-0.1	56 Ba bario 137.3 18-8.2	57 La lanthanio 138.9 18-9-2	72 Hf hafnio 178.5 32-10-2	73 Ta tantalio 180.9 32-11-2	74 W wolframio 183.9 32-12-2	75 Re renio 186.2 32-13-2	76 Os osmio 190.2 32-14-2	77 Ir iridio 192.2 32-15-2	78 Pt platino 195.1 32-17-1	79 Au oro 197.0 32-18-1	80 Hg mercurio 200.6 32-18-2
7	87 Fr francio (229) 18-8-1	88 Ra radio (226) 18-8-2	89 Ac actinio (227) 18-9-2	104 Unq uranio (261) 32-10-2	105 Unp uranio (262) 32-11-2	106 Unh uranio (263) 32-12-2	107 Uns uranio (262) 32-13-2	108 Uno uranio (265) 32-14-2	109 Une uranio (266) 32-15-2			

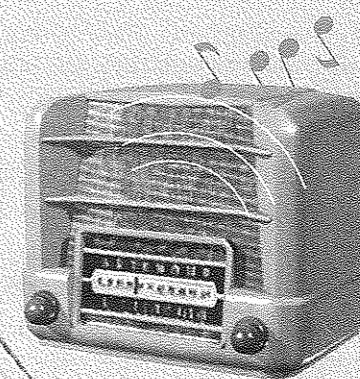
metálicos
no metálicos
elementos inertes

6	58 Ce cerio 140.1 20-8-2	59 Pr neodimio 140.9 21-8-2	60 Nd neodimio 144.2 22-8-2	61 Pm promecio (145) 23-8-2	62 Sm samario 150.4 24-8-2	63 Eu europio 152.0 25-8-2	64 Gd gadolinio 157.3 25-9-2	65 Tb terbio 158.9 27-8-2	66 Dy disprosio 162.5 28-8-2	67 Ho holmio 164.9 29-8-2	68 Er erbio 173.0 32-8-2	70 Lu lutecio 175.0 32-9-2
7	90 Th torio 232.0 18-10-2	91 Pa protoactinio (231) 20-9-2	92 U uranio 238.0 21-9-2	93 Np neptuno (237) 22-9-2	94 Pu plutonio (244) 23-9-2	95 Am americio (243) 25-8-2	96 Cm curio (247) 25-9-2	97 Bk berkelio (247) 26-9-2	98 Cf californio (251) 27-9-2	99 Es einsteinio (252) 28-9-2	100 Fm fermio (259) 32-8-2	102 Lr laurencio (260) 32-9-2



El **bombardeo de los núcleos** de los átomos de uranio con neutrones, provenientes de otros átomos, produce la ruptura de los núcleos, que genera una gran liberación de energía. La energía producida en este proceso, denominado **fisión nuclear**, se utiliza para generar electricidad.

Los **electrones** son partículas con carga eléctrica negativa, ubicadas en órbitas alrededor del núcleo del átomo. Tienen una masa 1840 veces menor que la del protón.



El **movimiento** de los electrones a través de un conductor genera electricidad. El conocimiento del carácter eléctrico de la materia permitió avances tecnológicos sorprendentes en el campo de la industria.

53	yodo 126.9 18-7
----	-----------------

El **número atómico** de un elemento indica la cantidad de protones que dicho elemento contiene en su núcleo. Ese número coincide con el número de electrones, porque la materia es esencialmente neutra. Los elementos químicos están ordenados, en la **tabla periódica**, según su número atómico creciente.

ACTIVIDADES

1 Lean atentamente el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

a) ¿Existen partículas más pequeñas que el átomo?

b) ¿Qué indica el número atómico de un elemento?

c) ¿Según qué criterio se ordenan los elementos en la tabla periódica?

2 Con los datos de la infografía, completen el siguiente cuadro:

Partículas atómicas	Carga eléctrica	Ubicación	Responsable de...
Protón			
Electrón			
Neutrón			

3 Tachen lo que no corresponda:

a) El bombardeo de los núcleos de los átomos de uranio con electrones/neutrones de otros átomos origina energía por fisión nuclear.

b) La energía eléctrica se basa en el movimiento de electrones/neutrones en un conductor.

c) La masa del electrón es menor/igual que la del protón.

d) La masa del neutrón es menor/igual que la del protón.

El átomo y sus componentes

Partículas atómicas

protones

carga positiva

electrones

carga negativa

neutrones

sin carga

El átomo es la partícula más pequeña capaz de intervenir en las reacciones químicas. Durante mucho tiempo se consideró que los átomos eran las unidades más pequeñas de materia que podían existir, y que, por lo tanto, eran indivisibles. Sin embargo, a fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX, mediante distintas experiencias, se comprobó que cada átomo estaba constituido por otras partículas más pequeñas aún, a las que se les dieron los nombres de protones, electrones y neutrones. Cada uno de estos tres tipos de partículas se reconocen y se distinguen entre sí por su carga eléctrica, su masa y su ubicación en el interior del átomo.

• **Según la carga eléctrica.** Los protones son partículas con carga positiva, los electrones poseen carga negativa y los neutrones no tienen carga. Debido a que, por lo general, la cantidad de cargas positivas es igual a la de las cargas negativas, es decir, que el número de protones y electrones es el mismo, el átomo, normalmente, es neutro en su conjunto.

• **Según la masa.** Los protones y los neutrones poseen una masa semejante, que en total concentra la mayor parte de la masa del átomo. Los electrones, en cambio, tienen una masa muy pequeña.

• **Según la ubicación.** Los protones y los neutrones se encuentran en el centro del átomo, en una zona denominada núcleo. Los electrones giran alrededor del núcleo.

Número atómico y número mísico. Los isótopos

Los números atómico (Z), mísico (A) y de neutrones (N) son los que identifican al átomo de cada elemento. Estos números se relacionan según la siguiente ecuación:

$$A = Z + N$$

número mísico cantidad de protones cantidad de neutrones

La cantidad de protones que tiene un átomo le confiere a este las características particulares que lo identifican y definen. Por ello, la cantidad de protones constituye el **número atómico** del elemento. El número atómico se simboliza con la letra Z . La suma de los protones y neutrones se conoce como **número mísico**, que se simboliza con la letra A . Para determinarlo no se tienen en cuenta los electrones, porque, al ser partículas muy pequeñas, su masa es despreciable en comparación con la masa de los protones o de los neutrones. A

Como los protones poseen carga positiva, si estuvieran solos en el núcleo se repelerían y sería imposible que permanecieran unidos. Los neutrones tienen como función amalgamar a los protones, evitar que estos se rechacen y, por lo tanto, darle cohesión al núcleo. La **cantidad de neutrones** de un átomo se simboliza con la letra N .

Los átomos de un mismo elemento químico poseen siempre la misma cantidad de protones; por lo tanto, su número atómico es siempre el mismo. Este número es el que caracteriza a los átomos e indica a qué elemento químico pertenece ese átomo. Por ejemplo, todos los átomos que poseen seis protones, es decir, cuyo número atómico es 6, pertenecen al elemento carbono.

Sin embargo, puede suceder que haya átomos de un mismo elemento que posean distinto número de neutrones. Por ejemplo, en la naturaleza, pueden hallarse átomos de carbono con 6 neutrones, otros con 8 neutrones y otros con 10 neutrones. Estas variedades de átomos de un mismo elemento con distintas cantidades de neutrones se denominan **isótopos**.

Los números mísicos de los diferentes isótopos de un elemento, al tener distintas cantidades de neutrones, difieren entre sí. Así, el número mísico del carbono con 6 neutrones es 12, mientras que el del que posee 8 neutrones es 14 y el del que tiene 10 neutrones es 16. B

A Los elementos

Se denomina **elemento** a cada una de las unidades fundamentales que constituyen a las sustancias simples y a las sustancias compuestas.

Los elementos se representan mediante símbolos que son combinaciones de letras. Puede tratarse de una sola letra mayúscula, como en el caso del oxígeno, cuyo símbolo es **O**, o de una letra mayúscula seguida de una minúscula, como en el caso del helio, que se simboliza **He**. En el caso de algunos elementos descubiertos recientemente, el símbolo consta de una letra mayúscula seguida de dos minúsculas, como sucede con el unileno, cuyo símbolo es **Une**.

Hasta el presente, se identificaron 109 elementos. En la siguiente tabla se indican el símbolo, el origen del nombre y la fecha de descubrimiento de algunos de ellos:

Elemento	Símbolo	Origen del nombre y el símbolo	Fecha de descubrimiento
aluminio	Al	Del latín, alumen, sabor astringente.	1827
argón	Ar	Del griego, argos, inactivo.	1894
carbono	C	Del latín, carbo, carbón.	Antigüedad
cobre	Cu	Del latín, cuprum, cobre. Derivado, a su vez, de Cyprus, nombre griego de la isla de Chipre, donde abundaba este metal.	Antigüedad
fósforo	P	Del griego, phosphorus, portador de la luz.	1669
mendelevio	Md	En homenaje al químico ruso Dmitri Mendeleiev.	1955
mercurio	Hg	Del latín, hydrargyrum, plata líquida.	Antigüedad
oro	Au	Del latín, aurum, aurora brillante.	Antigüedad
polonio	Po	Por Polonia, donde nació Marie Curie, la descubridora de este elemento.	1898

B Los isótopos del hidrógeno

El hidrógeno es un elemento que posee tres isótopos. Los tres tienen la misma cantidad de protones; sin embargo, la cantidad de neutrones es distinta en cada variedad, por lo cual difieren en su número mísico. El isótopo del hidrógeno que no posee ningún neutrón se denomina **protio**; el que posee un neutrón, **deuterio**, y el que posee dos neutrones, **tritio**. En otros elementos, los diversos isótopos se designan con el nombre del elemento, seguido del número mísico del isótopo correspondiente. Por ejemplo, el carbono en estado natural tiene tres isótopos, con números mísicos 12, 14 y 16, los cuales se designan, respectivamente, como carbono 12, carbono 14 y carbono 16.

Isótopo	Protio	Deuterio	Tritio
Estructura			
Cantidad de partículas	un protón ($Z = 1$) un electrón ningún neutrón ($A = 1$)	un protón ($Z = 1$) un electrón un neutrón ($A = 2$)	un protón ($Z = 1$) un electrón dos neutrones ($A = 3$)

ACTIVIDADES

1. ¿Qué es un átomo?

2. ¿Qué partículas constituyen el átomo? ¿Qué características presenta cada una?

3. ¿Qué partícula confiere al átomo las características que lo diferencian de otros?

4. ¿A qué se denomina número atómico y número mísico?

5. ¿Qué es un isótopo?

6. ¿Cuáles son los isótopos del hidrógeno y qué características tiene cada uno de ellos?

Los modelos atómicos

A partir del desarrollo de la ciencia experimental en la época moderna, los científicos comenzaron a investigar acerca de la constitución del átomo, y buscaron la forma de representarlo, es decir, de postular un modelo atómico.

Los modelos de Thomson, Rutherford y Bohr

El inglés Joseph J. Thomson (1856-1940) fue el primero que trató de explicar la estructura del átomo mediante un modelo. Según su modelo atómico, el átomo era una esfera con carga positiva, que contenía las partículas negativas en cantidad suficiente para neutralizarse entre ambas. Los neutrones, que no habían sido descubiertos, no jugaban ningún papel en este modelo. A

Luego, el neozelandés Ernest Rutherford (1871-1937) demostró que el interior del átomo está fundamentalmente vacío. En su modelo, el átomo estaba formado por un núcleo donde se concentraban las cargas positivas o protones, mientras que las cargas negativas o electrones giraban alrededor de ese núcleo. Dado que el número de protones y de electrones era igual, el átomo resultaba neutro. B

Los electrones ubicados en el último nivel de energía son los que determinan las propiedades químicas de los átomos.

En 1913, el físico danés Niels Bohr (1885-1962) postuló un nuevo modelo del átomo: los electrones giran alrededor del núcleo, ubicándose en zonas determinadas, denominadas órbitas. Estas órbitas se corresponden con diferentes niveles de energía y se hallan ubicadas a distintas distancias del núcleo, hasta un máximo de siete órbitas. Las órbitas se designan numéricamente del 1 al 7, o en forma alfabética, con las letras K, L, M, N, O, P y Q. El nivel 1, u órbita K, es el más cercano al núcleo, luego le sigue el nivel 2, u órbita L, etcétera.

Cada nivel de energía acepta una cantidad máxima de electrones, conforme la fórmula: $e = 2n^2$, donde n simboliza el número de nivel que se está analizando. De este modo, para el primer nivel ($n = 1$), la cantidad máxima de electrones será: $e = 2 \cdot 1^2 = 2 \cdot 1 = 2$; para el segundo nivel ($n = 2$): $e = 2 \cdot 2^2 = 2 \cdot 4 = 8$; y, así sucesivamente. En los átomos de la mayoría de los elementos, el último nivel de energía o nivel más externo al núcleo, no se halla completo. C

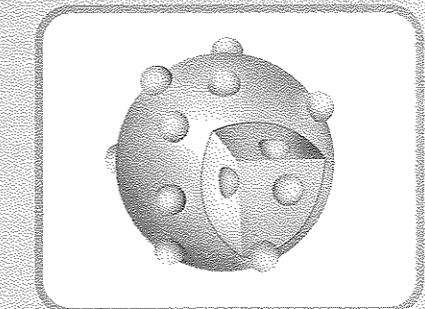
La regla del octeto

De acuerdo con la regla del octeto, los átomos se encuentran en el estado de menor energía, es decir, son más estables cuando tienen ocho electrones en su último nivel.

Los átomos siempre tienden a lograr el estado de menor energía posible, es decir, tienden a ser estables. El estudio de un grupo de elementos conocidos como gases nobles llevó a investigar la disposición de los electrones en los átomos, con el fin de explicar su comportamiento químico. En su estado natural, los gases nobles no se combinan con ningún otro elemento, por lo que no forman compuestos. Al observar su estructura atómica, se descubrió que los gases nobles tienen ocho electrones en su último nivel. De ahí se concluyó que los átomos se encuentran en el estado de menor energía cuando tienen ocho electrones en su último nivel de energía, el más externo, y que son los electrones de este nivel los que intervienen en las uniones entre átomos. A esta regla se la denomina regla del octeto.

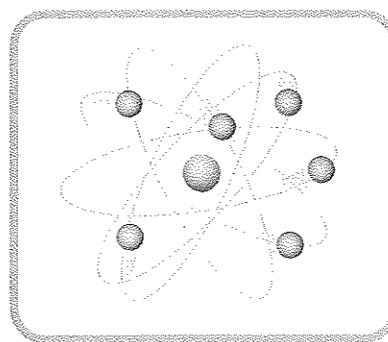
De acuerdo con la regla del octeto, los elementos que tengan pocos electrones en su último nivel tenderán a perderlos, para quedarse con los ocho electrones que tienen en el nivel anterior y adquirir, de este modo, una estructura más estable. Los elementos a los que, en cambio, les falten pocos electrones para llegar a ocho en su último nivel tenderán a ganar electrones para llegar a ese número.

A Modelo atómico de Thomson



En 1898, J.J.Thomson postuló el primer modelo atómico. A este modelo se lo conoce como "modelo del budín con pasas de uvas", ya que postula que los átomos están formados por una masa positiva, dentro de la cual se ubican los electrones, de modo similar a como las pasas de uvas lo hacen en un budín.

B Modelo atómico de Rutherford



A partir de experiencias realizadas en el año 1911, Ernest Rutherford descartó el modelo de Thomson y propuso otro. Según este nuevo modelo, el átomo presenta las siguientes características:

- Los electrones giran alrededor del núcleo atómico y poseen carga negativa.
- El núcleo del átomo es pequeño, concentra la masa del átomo y posee carga positiva.
- El átomo está fundamentalmente vacío.

ACTIVIDADES

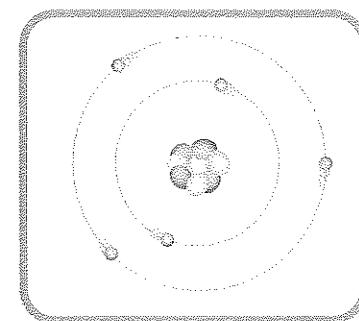
1 ¿Qué características presenta el modelo atómico de Thomson?

2 ¿Cuáles son las diferencias entre el modelo de Thomson y el de Rutherford?

3 ¿Cuál fue el aporte de Bohr al conocimiento de la estructura atómica?

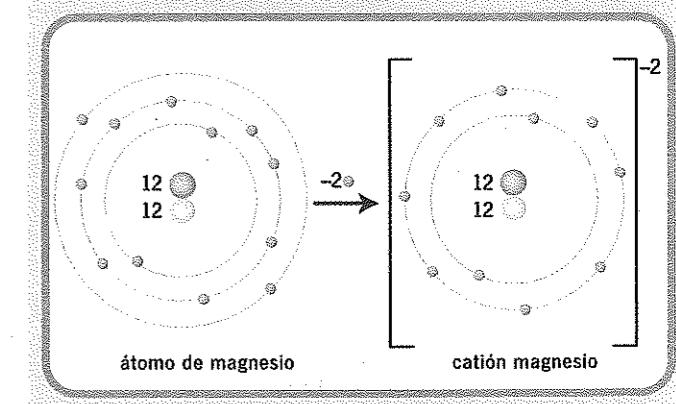
C Modelo atómico de Bohr

En 1913, Niels Bohr propuso la distribución de los electrones en órbitas alrededor del núcleo atómico, calculando la cantidad máxima de electrones para cada una de ellas.



Los iones

Si un átomo, que en estado normal es neutro, pierde electrones, queda con un exceso de cargas positivas, es decir, con más protones que electrones. A estos átomos con carga positiva por la pérdida de electrones se los denomina **cationes**. Si, en cambio, un átomo gana electrones, queda con un exceso de cargas negativas, ya que ahora poseerá más electrones que protones. A estos átomos con carga negativa por la ganancia de electrones se los denomina **aniones**. Tanto un cation como un anión son iones. Se llama **ión** a todo átomo que, al haber perdido o ganado electrones, posee carga eléctrica.



4 ¿Cómo se calcula la cantidad máxima de electrones de cada nivel de energía del átomo?

5 ¿A qué se denomina regla del octeto? ¿Cómo se comportan los átomos de acuerdo con la regla del octeto?

6 ¿Qué es un íon? ¿Cómo se clasifican los iones? ¿Cómo se genera cada uno de ellos?

El modelo atómico moderno

Características que definen la ubicación en el átomo

nivel:
distancia al núcleo

subnivel:
tipo de orbital (s, p, d, f)

espín:
sentido del giro sobre sí mismo

Desde la época de Bohr, se amplió el conocimiento del interior del átomo. Actualmente, se considera que es imposible establecer de modo exacto la trayectoria de un electrón alrededor del núcleo sin que el electrón cambie de posición. Por ello, en vez de órbitas, se dice que existen zonas alrededor del núcleo donde es más probable que se halle un electrón. Estas zonas reciben el nombre de **orbitales**.

Existen varios tipos de orbitales, que se distinguen entre sí por su forma y por su orientación en el espacio. Según su forma, se reconocen cuatro tipos de orbitales, designados con las letras s, p, d y f. Los orbitales s, de forma esférica, tienen una sola forma de orientación o disposición espacial; los orbitales p pueden tener tres orientaciones; los orbitales d, cinco orientaciones, y los orbitales f, siete orientaciones.

Cada orbital, en cualquiera de sus formas, puede estar ocupado por hasta dos electrones. Asimismo, cada electrón que se halla en un orbital posee un grado de giro sobre su eje, conocido como **espín**, que origina un campo magnético alrededor del electrón. El espín de un electrón solo puede tener uno de dos valores, horario o antihorario. Cuando dos electrones se hallan en el mismo orbital, uno tiene el espín opuesto al del otro. **A**

La distribución de los electrones y la tabla periódica

Los electrones se distribuyen en los orbitales ocupando los distintos niveles de energía. Puesto que existen diferencias de energía entre los electrones ubicados en orbitales de distinto tipo, se distinguen subniveles dentro de cada nivel. Por lo tanto, el subnivel de energía en el que se halla un electrón está relacionado con el tipo de orbital que ocupa.

Cada nivel de energía posee tantos subniveles y, en consecuencia, tipos de orbitales, como su número lo indica. Así, el primer nivel posee un solo subnivel o tipo de orbital; el segundo nivel posee dos subniveles o tipos de orbitales, etcétera. Conforme se asciende de nivel, se añaden nuevos tipos de orbitales, en un determinado orden: primero los s, segundo los p, luego los d y finalmente los f. En razón de que cada orbital puede estar ocupado hasta por dos electrones, y que cada nivel de energía puede albergar un número máximo de electrones, la cantidad de orbitales de cada nivel se corresponderá con la cantidad máxima de electrones permitida por el nivel. Así, el nivel 1 es ocupado por un solo orbital, tipo s, que acepta hasta dos electrones, y el nivel 2, por cuatro orbitales: un orbital s y tres orbitales p, lo que da un total de 8 electrones, que es el máximo que acepta este nivel. **B**

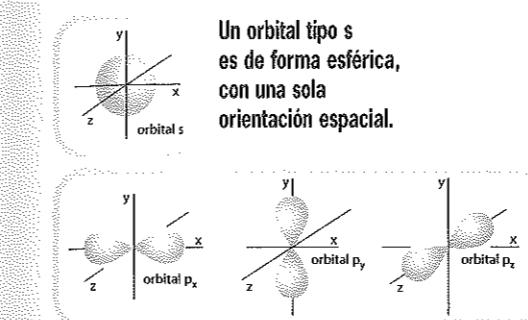
La tabla periódica es un gráfico donde se ubican los distintos elementos químicos ordenados, según su número atómico creciente y de acuerdo con sus propiedades. La tabla comprende 18 columnas llamadas **grupos**, que reúnen a elementos con propiedades similares. Las columnas se distribuyen en siete filas llamadas **períodos**, según la regularidad con la que se repiten las propiedades en los distintos elementos. Cada casillero de la tabla corresponde a un elemento y en él figuran sus principales características: nombre, símbolo químico, número atómico, etcétera. Para cada elemento, existe una relación entre su ubicación en la tabla y su configuración electrónica:

- El número de período en el que se encuentra un elemento coincide con el número de niveles de energía que posee su átomo.

- Los elementos que se encuentran en un mismo grupo de la tabla poseen la misma cantidad de electrones en el último nivel de energía. **C**

A Los orbitales

El modelo del átomo actualmente vigente no indica el modo en que se mueven los electrones ni el lugar preciso en que se halla un electrón, sino que describe zonas, llamadas orbitales, en las que es altamente probable que pueda encontrarse un electrón. Según el modelo atómico moderno, el electrón no sigue órbitas circulares como había propuesto Bohr, aunque sí se mueve en distintos niveles de energía. En cada nivel se distinguen subniveles, los que están constituidos por uno o más orbitales, designados con las letras s, p, d y f. Cada nivel tiene tantos subniveles o tipo de orbitales como su número lo indica.



Un orbital tipo s es de forma esférica, con una sola orientación espacial.

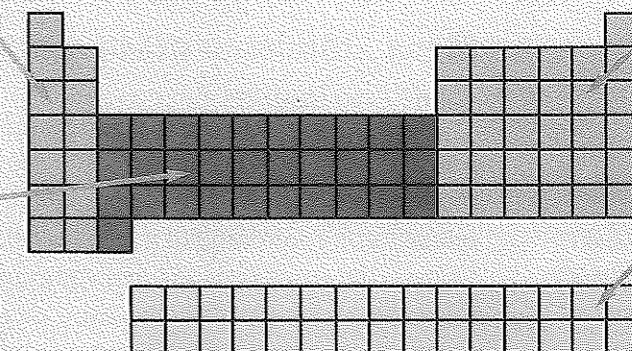
Un orbital tipo p está formado por dos lóbulos. Puede estar orientado de tres maneras distintas. Según el eje de coordenadas a lo largo del cual esté orientado, el orbital se designará p_x , p_y o p_z .

C La tabla periódica y la distribución de electrones

Los elementos que se encuentran en un mismo grupo de la tabla periódica poseen la misma cantidad de electrones en el último nivel de energía, y terminan su distribución electrónica en un mismo subnivel.

Terminan la distribución electrónica completando el subnivel u orbital s.

Terminan la distribución electrónica completando el subnivel u orbital p.



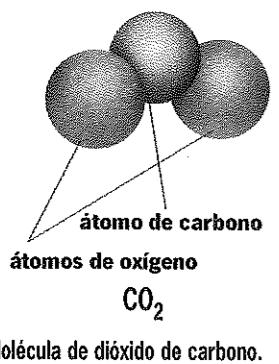
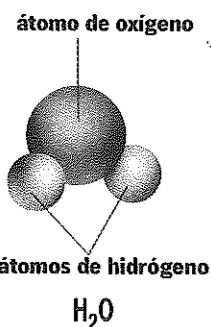
Terminan la distribución electrónica completando el subnivel u orbital d.

Terminan la distribución electrónica completando el subnivel u orbital f.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál es la principal diferencia entre el modelo atómico de Bohr y el modelo atómico moderno? ¿En qué son semejantes?
- 2 ¿A qué se denomina orbital?
- 3 ¿Cuántos tipos de orbitales pueden distinguirse?
- 4 ¿Qué es el espín?
- 5 ¿Cuántos niveles y subniveles se reconocen en el átomo?
- 6 ¿Qué relación existe entre los subniveles y los distintos tipos de orbitales?
- 7 ¿Qué es la tabla periódica? ¿Cómo está organizada?
- 8 ¿Qué indica la ubicación de los elementos en la tabla periódica respecto de su estructura atómica?

La teoría atómico-molecular



Masa atómica relativa: es un número que indica cuántas veces mayor es la masa del átomo de un elemento que la unidad de masa atómica.

Masa molecular relativa: es un número que indica cuántas veces mayor es la masa de la molécula de un compuesto químico que la unidad de masa atómica.

En 1808, noventa años antes de que Thomson elaborara su modelo del átomo, el químico y físico inglés John Dalton (1766-1844) publicó la primera teoría científica del átomo, reuniendo todos los conocimientos que se tenían hasta ese momento. Años después, el italiano Amadeo Avogadro (1776-1856) introdujo el concepto de molécula, como la mínima porción de materia que constituye a las sustancias. Las ideas de Dalton y Avogadro constituyeron la base para la formulación de la teoría atómico-molecular, que establece los principios fundamentales de la Química y la Física modernas.

La teoría atómico-molecular sostiene que:

- Todos los elementos están constituidos por partículas denominadas átomos.
- Todos los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí y distintos a los átomos de otros elementos.
- Los compuestos se forman por la unión entre átomos, los que, de este modo, constituyen moléculas.
- Los átomos son las unidades más pequeñas que pueden formar parte de un cambio químico, cuando se separan de las moléculas de las sustancias reaccionantes que intervienen en ese cambio; mientras que las moléculas son la mínima porción de una sustancia que tiene las características propias de esa sustancia.

Los principios de la teoría atómico-molecular pueden exemplificarse con el agua. Una molécula de agua será aquella mínima porción de agua que mantenga las propiedades que identifican al agua, es decir, que hierva a 100 °C, funda a 0 °C, tenga una densidad de 1 g/cm³ y sea incolora, inodora e insípida. La molécula de agua, a su vez, está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, cada uno de los cuales son las mínimas partículas que pueden participar de las reacciones químicas.

Masa atómica y masa molecular

Los átomos son partículas tan pequeñas que su masa no puede determinarse utilizando una balanza. Por este motivo, en Química se determina la masa atómica de modo relativo, mediante la comparación entre la masa del átomo de un elemento que se toma como unidad y la masa del átomo de cualquiera de los otros elementos. La masa del átomo que se toma como referencia constituye una **unidad de masa atómica (uma)**. Si se toma como valor de referencia el átomo de hidrógeno (1 uma), se comprobará que el oxígeno, por ejemplo, tiene una masa 16 veces mayor que la del hidrógeno; por lo tanto, la masa del oxígeno equivale a 16 umas. **A**

Como la masa de un átomo está concentrada en su núcleo, y las partículas del núcleo son protones y neutrones, el valor de masa atómica relativa coincide prácticamente con el número mísico del elemento.

En la tabla periódica, la masa atómica relativa de un elemento está escrita debajo del nombre del elemento. Debido a que al calcular la masa atómica se considera la abundancia de todos los isótopos de ese elemento en la naturaleza, la cifra que la expresa es un número decimal. Sin embargo, en la práctica, ese número se aproxima al entero correspondiente. A partir de la masa atómica, y también de modo comparativo, es posible establecer la masa molecular relativa de un compuesto. La masa molecular es un número que indica cuánto mayor es la masa de una molécula comparada con la unidad de masa atómica. **B**

A La masa atómica de un elemento

Actualmente, se considera como unidad de masa atómica (uma) a la doceava parte de la masa del átomo de carbono, en lugar de considerar a la masa del átomo de hidrógeno. Sin embargo, para los fines prácticos, la comparación con el hidrógeno, que es el átomo más pequeño que existe, sigue siendo válida.

Para averiguar la masa atómica de un elemento, se procede de la siguiente manera:

1. Se ubica el elemento en la tabla periódica.
2. Se lee el número que aparece debajo del nombre del elemento (esa es la masa atómica).
3. Para hallar el número mísico, se approxima la masa atómica al entero, siguiendo las reglas convencionales (los centésimos mayores o iguales que 50 se approximan al número siguiente, y los menores, al número anterior).

13	Al	aluminio
26,98		
8-3		

masa atómica del aluminio
(número mísico, 27)

17	Cl	cloro
35,45		
8-7		

masa atómica del cloro
(número mísico, 35)

B La masa molecular de un compuesto

La masa molecular de un compuesto se calcula sumando las masas atómicas de cada uno de los elementos que forman parte de la molécula de esa sustancia.

Para averiguar la masa molecular de una sustancia compuesta, se procede de la siguiente manera:

1. Se ubica, en la tabla periódica, cada uno de los elementos que forman parte de la sustancia compuesta.
2. Se toman las masas atómicas correspondientes a cada elemento, multiplicando ese valor por la atomicidad (el subíndice que indica la cantidad de átomos de cada elemento que forma parte del compuesto).
3. Se suman los valores obtenidos.

Por ejemplo, para averiguar la masa molecular del agua, cuya fórmula es H_2O , se realiza el siguiente cálculo:

$$M_{H_2O} = 2 \cdot A_H + 1 \cdot A_O$$

dónde: A_H y A_O se refieren, respectivamente, a los números mísicos del hidrógeno y del oxígeno, los cuales, expresados en números enteros, coinciden con su masa atómica. Por lo tanto,

$$M_{H_2O} = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 16$$

$$M_{H_2O} = 2 + 16$$

$$M_{H_2O} = 18$$

Esto significa que la molécula de agua es 18 veces mayor que la una.

La masa molecular del nitrato de calcio ($Ca(NO_3)_2$) se calcula:

$$\begin{aligned} M_{Ca(NO_3)_2} &= 1 \cdot A_{Ca} + 2 \cdot (1 \cdot A_N + 3 \cdot A_O) \\ M_{Ca(NO_3)_2} &= 1 \cdot 40 + 2 \cdot (1 \cdot 14 + 3 \cdot 16) \\ M_{Ca(NO_3)_2} &= 40 + 2 \cdot (14 + 48) \\ M_{Ca(NO_3)_2} &= 40 + 2 \cdot 62 \\ M_{Ca(NO_3)_2} &= 40 + 124 \\ M_{Ca(NO_3)_2} &= 164 \end{aligned}$$

Esto significa que la molécula de nitrato de calcio es 164 veces mayor que la una.

ACTIVIDADES

1. ¿A qué se llama teoría atómico-molecular?
2. ¿Cuáles son los postulados básicos de la teoría atómico-molecular?
3. ¿En qué se diferencian, químicamente, un átomo de una molécula?
4. ¿Qué es la masa atómica de un elemento?
5. ¿Por qué el valor de la masa atómica de un elemento es casi igual a su número mísico?
6. ¿A qué se denomina masa molecular de una sustancia compuesta?

Los átomos y la estructura de la materia

Hace más de dos mil años, los filósofos griegos comenzaron a preguntarse de qué estaban hechas las cosas. Algunos filósofos, como Demócrito y Leucipo, sostenían que si podemos cortar un pedazo de madera con un cuchillo, es porque la madera está formada por partículas muy pequeñas, y porque, entre ellas, quedan intersticios vacíos por donde penetra la hoja. Y llamaron átomos a esas partículas hipotéticas. Sin embargo, no había ninguna prueba de que la materia estuviera formada por átomos.

Recién hacia fines del siglo XVIII, comenzó a perfilarse la demostración científica de la existencia de los átomos. En 1794, el químico francés Louis Joseph Proust observó que las sustancias se combinan, manteniendo siempre las mismas proporciones: si un compuesto contiene dos elementos en la proporción de cuatro a uno, nunca los contendrá en otra proporción. Tiene que ser una relación exacta de cuatro a uno. Proust llamó a esta regla *Ley de las proporciones definidas*. Estas proporciones eran, además, números enteros.

En 1808, el inglés John Dalton dio la razón por la cual estas proporciones enteras son constantes: todos los elementos químicos están compuestos por partículas pequeñísimas e indivisibles, para las que conservó el nombre de átomos, y todas las sustancias conocidas se forman a partir de distintas combinaciones de esos átomos.

Los átomos descritos por Dalton parecían ser las partículas más pequeñas de la materia; sin embargo, en 1897, el físico inglés J.J. Thomson descubrió la existencia de partículas que salían de adentro de los átomos y que arrastraban la unidad de carga eléctrica. Los llamó electrones. Ahora bien, si algo salía de adentro de los átomos, significaba que los átomos no eran partículas elementales, sino que en ellos había todavía algo más pequeño. Thomson imaginó el átomo como una esfera sólida con electrones incrustados. En 1906, el gran químico neozelandés Ernest Rutherford demostró que el modelo de átomo de Thomson no funcionaba. En realidad, el átomo estaba formado por un núcleo localizado en el centro y por los electrones que se movían a su alrededor, como en un dimi-

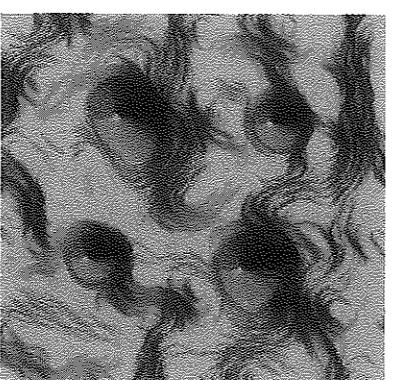
nuto sistema solar. El átomo "lleno" de Thomson se transformó en el átomo "vacío" de Rutherford.

En 1932, James Chadwick descubrió el neutrón y, otra vez, llegó a una síntesis: la materia estaba hecha de átomos y los núcleos de las distintas clases de átomos eran el resultado de las diferentes combinaciones de protones y neutrones. Esos núcleos atómicos estaban acompañados por cantidades variables de electrones.

En 1963, el físico israelí Murray Gell-Mann sostuvo que los neutrones y los protones estaban hechos de partículas aún más pequeñas, a las que llamó quarks. Y varios experimentos confirmaron su teoría. Así, los protones y los neutrones perdieron su categoría de partículas fundamentales y pasaron a ser simples amontonamientos de quarks. Pero no todas las partículas están formadas por quarks: los leptones (como el electrón y el neutrino) conservan, por ahora, su categoría de fundamentales.

Todo indica que los quarks, los electrones y los neutrinos son las mínimas expresiones posibles de la materia. Sin embargo, algunos físicos sospechan que hay cosas aún más pequeñas: los pre-quarks, partículas ínfimas que, si existieran, formarían los quarks. Por ahora, es posible preguntarse si alguna vez se hallarán partículas verdaderamente indivisibles o si las divisiones son infinitas.

Adaptación de un capítulo de *Historias de la ciencia*, de Leonardo Molledo y Mariano Ribas. Estrada, 1999.



Fotografía obtenida con microscopio de efecto túnel, que muestra la interacción entre los electrones de átomos de cobalto. Las partes en azul corresponden a los átomos.

ACTIVIDADES

1 A partir de la información contenida en el artículo, elaboren un cuadro con las siguientes categorías, distribuidas en columnas: fecha, nombre del filósofo o científico, aporte que realizó en el conocimiento del átomo.

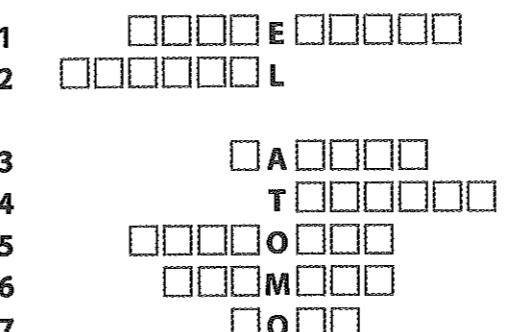
2 ¿Por qué ciertos tipos de partículas reciben el nombre de partículas fundamentales?

3 ¿Qué tipo de partículas son consideradas partículas fundamentales?

1 Completén el siguiente párrafo:

El átomo es la _____ porción de materia capaz de participar en una _____. Los principales tipos de partículas atómicas son el _____, el _____ y el _____. Las dos primeras partículas conforman el _____ del átomo, y, según su carga eléctrica, una es _____ y otra no tiene carga. La suma de la cantidad de _____ y _____ permite obtener el número _____ de un átomo, mientras que el número _____ corresponde solo a la cantidad de _____ que el átomo posee. Los átomos con igual cantidad de _____, pero diferente cantidad de _____, se denominan _____, y constituyen variedades de un mismo tipo de átomo. Por su parte, el _____ se encuentra fuera del _____ del átomo, y posee carga eléctrica negativa. Al ser su _____ muy pequeña, no se la toma en consideración en la determinación del número _____.

2 Completén el siguiente grafigrama:



Referencias

1. Científico que estableció que el centro del átomo está formado por un núcleo.
2. Zona que rodea al núcleo de un átomo, en la que es más probable hallar un electrón.
3. Número que representa la masa del átomo. Cantidad de protones más neutrones.
4. Primer científico que propuso un modelo para la estructura del átomo.
5. Partículas con carga eléctrica positiva.
6. Número por el cual se ordenan los elementos en la tabla periódica, y que corresponde al número de protones del átomo.
7. Científico que propuso la distribución de los electrones en órbitas con distintos niveles de energía.

3 Utilizando la tabla periódica, calculen la masa molecular de las siguientes sustancias:

- a) Ácido sulfúrico: H_2SO_4
- b) Hidróxido de sodio: NaOH
- c) Cloruro de sodio: NaCl
- d) Dióxido de carbono: CO_2

4 Unan el nombre de cada compuesto con el valor de masa molecular que le corresponde. Para ello, consulten, en la tabla periódica, los números atómicos de los elementos que integran cada sustancia:

Ácido clorhídrico (HCl)
Oxígeno (O_2)
Carbonato de calcio (CaCO_3)
Glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)
Amoniaco (NH_3)
Dióxido de carbono (CO_2)

17
44
180
36
32
100

1 La tabla periódica

Lean el texto siguiente y realicen las actividades:

La tabla periódica se ordena en siete filas y dieciocho columnas. Las filas se denominan **períodos** y las columnas, **grupos**. Los elementos aparecen distribuidos según el orden creciente de sus números atómicos.

En los grupos se encolumnan elementos con propiedades muy similares, que constituyen familias de elementos. Esto se debe a que poseen la misma cantidad de electrones en el nivel de energía más externo. Por ejemplo, los elementos de la columna VIII A tienen en común las siguientes características:

- son gases;
 - tienen el nivel de energía más externo completo;
 - debido a esto, es muy improbable que reaccionen con otros elementos, por lo que se los conoce como "elementos inertes".

En los períodos se ubican los elementos según la cantidad de niveles de energía que ocupan los electrones. Por ejemplo, en el período 1 aparecen dos elementos, porque el primer nivel admite solamente dos electrones. El hidrógeno tiene un electrón y el helio, dos. En cambio, en el segundo período, hay ocho elementos, ya que en el segundo nivel puede haber hasta ocho electrones.

Observen que uno de los datos que se da en el casillero de cada elemento es la distribución de sus electrones en niveles.

A partir del tercer período, los niveles más internos, que se completan, aparecen indicados en el encabezado de la fila, debajo del número del período, y el resto, en el casillero correspondiente al elemento en cuestión.

Además, la tabla periódica permite visualizar la distinción entre metales, no metales y elementos inertes. El hidrógeno no entra en esta clasificación, debido a que presenta algunas propiedades características de los metales y otras que corresponden a los no metales.

- a) ¿Cuántos electrones tiene el átomo de nitrógeno en su último nivel?
 - b) ¿Cuántos electrones tiene el átomo de bromo?
 - c) Dibujen la distribución de los electrones del átomo de bromo, según el modelo de Bohr.

Analicen la tabla de la página siguiente y, con los conceptos que estudiaron en el capítulo, completen los cuadros.

Elemento	Símbolo	Período	Grupo	Número de niveles de energía	Número de electrones en el último nivel
Sodio	Na				
	Cl				
Calcio	Ca				
Carbono	C				
	S				
	Mg				

Elemento	Nº atómico	Nº másico	Nº de protones	Nº de electrones	Nº de neutrones
Hidrógeno (H)					
Oxígeno (O)					
Nitrógeno (N)					
Bromo (Br)					
Potasio (K)					

© Angel Estrada y Cia. S. A. — Prohibida su fotocopia: Ley 11.723

6	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu
7	2	cero	59	praseodio	60	neodio	61	prometo	62	samario	63	europio	64	gadolino	65	terbio	66	disprosio	67	holmio	68	erbio	69	tutio	70	lutecio	71	lantecio
8	8	140.1	140.9	144.2	145	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	173.0	175.0	176.9	178.9	182.5	186.9	189.2	193.0	195.9	197.9	199.9	201.9	203.9	205.9	207.9	
18	18	20-8-2	21-8-2	22-8-2	23-8-2	24-8-2	25-8-2	25-9-2	27-8-2	28-8-2	29-8-2	30-8-2	31-8-2	32-8-2	32-9-2	33-8-2	34-8-2	35-8-2	36-8-2	37-8-2	38-8-2	39-8-2	40-8-2	41-8-2	42-8-2	43-8-2		
90	91	Th	92	Pa	93	U	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr		
2	2	proactivo	92	urano	93	neponio	94	plutonio	95	americio	96	curio	97	berkelio	98	californio	99	estatino	100	fermio	101	meradio	102	nobalio	103	lantecio	104	lantecio
18	18	(231)	18-10-2	238.0	18-10-2	(237)	22-9-2	(244)	(245)	(247)	(247)	(251)	(252)	(252)	(255)	(255)	(258)	(258)	(259)	(259)	(260)	(260)	(260)	(260)	(260)	(260)	(260)	
32	32	20-9-2	21-9-2	22-9-2	23-9-2	25-8-2	25-9-2	26-9-2	27-9-2	28-9-2	29-9-2	30-9-2	31-9-2	32-9-2	33-9-2	34-9-2	35-9-2	36-9-2	37-9-2	38-9-2	39-9-2	40-9-2	41-9-2	42-9-2	43-9-2	44-9-2	45-9-2	

Los compuestos químicos

En la naturaleza, los átomos de los distintos elementos tienden a unirse naturalmente entre sí para formar compuestos. Además, los avances en el campo de la Química hacen posible que nuevos compuestos sean preparados en el laboratorio, mediante la combinación o la descomposición de sustancias conocidas. Así es como se logra preparar antibióticos, vacunas, plásticos, detergentes, insecticidas, etcétera. Estos compuestos nos ayudan a combatir distintas enfermedades, nos brindan mayor comodidad, y, de este modo, contribuyen a mejorar nuestra calidad de vida.

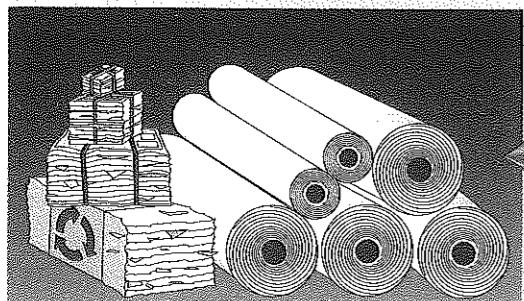
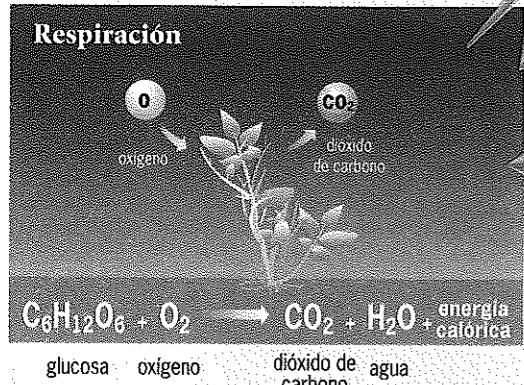
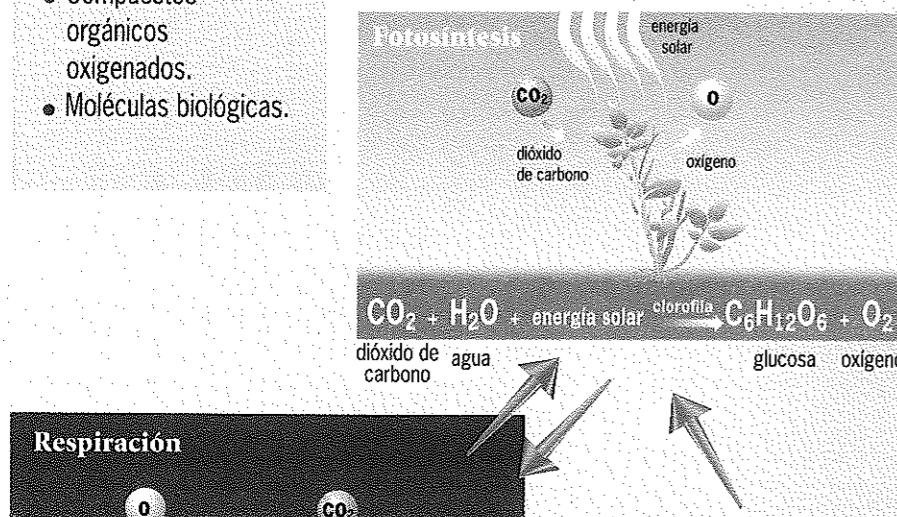
BANCO DE DATOS

Contenidos

- Los compuestos inorgánicos.
- Óxidos e hidruros.
- Ácidos, hidróxidos y sales.
- El átomo de carbono y los compuestos orgánicos.
- Hidrocarburos.
- Compuestos orgánicos oxigenados.
- Moléculas biológicas.

El átomo de carbono en la naturaleza

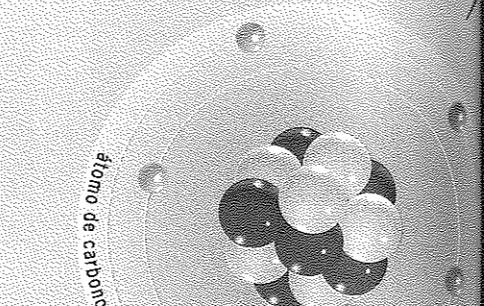
Los compuestos del carbono abundan en la naturaleza, ya que forman parte de sustancias tanto inorgánicas como orgánicas. Los plásticos, los hidrocarburos, las proteínas, los hidratos de carbono, las grasas, el dióxido de carbono presente en la respiración o en una bebida gaseosa, la piedra caliza o el caucho con el que se fabrican los neumáticos están formados por átomos de carbono combinados con átomos de otros elementos. La abundancia del carbono en la naturaleza y la gran variedad de compuestos que forma hacen posible la vida en nuestro planeta.



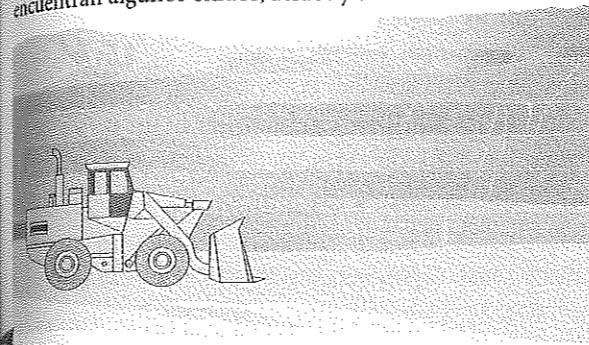
La celulosa que se extrae de la madera es una macromolécula formada por carbono, hidrógeno y oxígeno. Con ella se elabora el papel.

El **átomo de carbono** tiene la particularidad de combinarse con muchísimos elementos para formar compuestos orgánicos e inorgánicos.

Las plantas verdes, mediante los procesos de fotosíntesis y respiración, reciclan el carbono y la energía que las rodean. Las moléculas que conforman las células de los seres vivos están constituidas por carbono e hidrógeno, acompañados por átomos de oxígeno, nitrógeno y otros elementos, en menor proporción. Estas moléculas se denominan **compuestos orgánicos**.

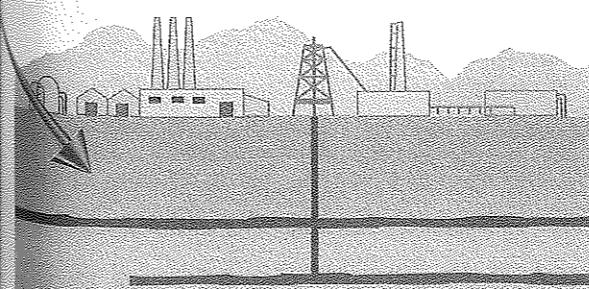
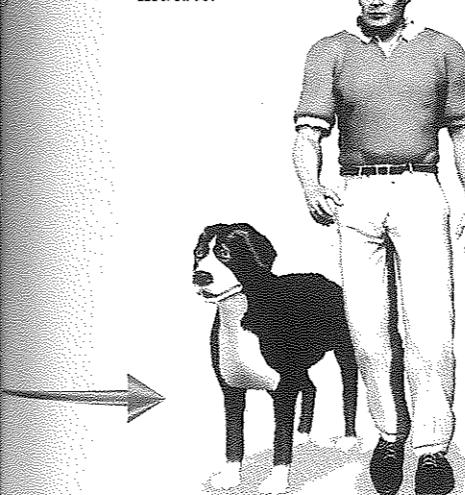


Entre los compuestos inorgánicos del carbono, se encuentran algunos óxidos, ácidos y sales.



Las sales del carbono se conocen con el nombre de **carbonatos**. Por ejemplo, el carbonato de calcio es el compuesto que habitualmente se designa con el nombre de **piedra caliza**.

Durante el proceso de combustión, se producen dióxido de carbono y vapor de agua. Cuando la combustión es incompleta, se forma monóxido de carbono, un gas asfixiante que puede llegar a producir la muerte.



ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos protones, neutrones y electrones tiene el átomo de carbono?
- ¿Cómo están distribuidos los electrones en el átomo de carbono?
- ¿Qué elementos químicos están presentes en las moléculas de los seres vivos?
- ¿Qué gases se forman durante la combustión?

2 Indiquen si los siguientes compuestos del carbono son inorgánicos (I) u orgánicos (O):

- glucosa
- celulosa
- carbonato de calcio
- petróleo
- dióxido de carbono
- grasa
- monóxido de carbono

3 Completén la siguiente tabla:

Sustancias que reaccionan	Sustancias que se obtienen
Fotosíntesis	
Respiración	

Los compuestos inorgánicos

La valencia es la cantidad de electrones que un átomo comparte, gana o pierde, para formar un compuesto químico.

Las sustancias puras compuestas, o compuestos químicos, se forman por la tendencia de los átomos a unirse para completar, con ocho electrones, su última órbita electrónica y lograr, de este modo, la estabilidad. En el átomo de un elemento dado, la cantidad de electrones que interviene en la unión, ya sea por haberlos ganado, perdido o compartido, se conoce como valencia de ese elemento. Este número de valencia es un dato muy importante para poder obtener la fórmula de los distintos compuestos, y, por esta razón, figura en la tabla periódica.

En Química, se utilizan diversos criterios para clasificar los compuestos:

- Los compuestos químicos pueden agruparse en familias. Una familia es un grupo de compuestos con características semejantes. Una de estas características es la presencia de un átomo o un grupo de átomos que definen a esa familia. Algunas de las familias de compuestos son los ácidos, los hidróxidos y los óxidos.

- Otra forma de clasificar los compuestos químicos consiste en tener en cuenta la cantidad de elementos que forman la molécula. Según este criterio, los compuestos binarios son los que están formados por dos elementos, y los ternarios, aquellos formados por tres elementos. Por ejemplo, el agua es un compuesto binario, ya que su molécula está formada por hidrógeno y oxígeno. En cambio, el ácido sulfúrico es un compuesto ternario, formado por hidrógeno, oxígeno y azufre.

- También se suele clasificar a los compuestos químicos como orgánicos o inorgánicos. Entre los compuestos orgánicos biológicos más importantes, se encuentran los hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos. Por su parte, entre los compuestos inorgánicos, se encuentran los óxidos, los hidróxidos y las sales.

Los óxidos y los hidruros

La ecuación de obtención de los óxidos se generaliza:
elemento + oxígeno → óxido

Los óxidos son compuestos inorgánicos binarios formados por oxígeno y otro elemento, que puede ser metálico o no metálico. Si el otro elemento es metálico, el óxido que se forma se llama básico. En cambio, si el otro elemento es no metálico, el óxido será ácido. El oxígeno es un elemento muy abundante en la naturaleza y, además, es muy reactivo, es decir que se combina fácilmente con otros elementos. Esta es la razón por la cual hay una gran variedad de óxidos.

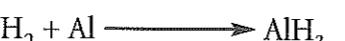
Un ejemplo de óxido es el dióxido de carbono. Este compuesto se produce en el proceso de combustión completa; además, interviene en la respiración y en la fotosíntesis y, por eso, tiene una gran importancia biológica. La reacción que lo origina es la siguiente:



La ecuación de obtención de los hidruros se generaliza:
elemento + hidrógeno → hidruro

Los hidruros son compuestos químicos binarios formados por hidrógeno y otro elemento. Si el otro elemento es un metal, el hidruro se denomina metálico; en cambio, si se trata de un no metal, el hidruro es no metálico. Todos los hidruros metálicos son compuestos gaseosos.

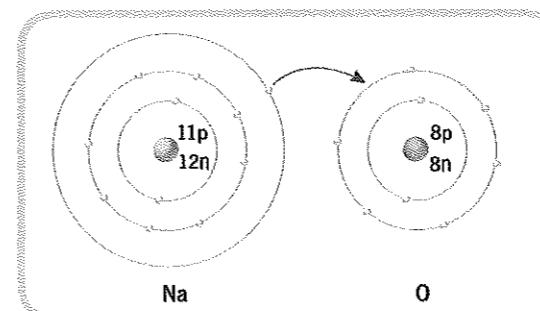
La ecuación de obtención de los hidruros es semejante a la de los óxidos. Por ejemplo, la reacción que da origen al hidruro de aluminio es:



Este es un hidruro metálico.

A Los óxidos

La reacción para la obtención del óxido de sodio es:



Si se observa la estructura atómica de ambos elementos, el oxígeno y el sodio, se puede ver que el sodio, que posee un electrón en la última órbita, tiende a perderlo y quedar con su órbita anterior completa con ocho electrones, para lograr la estabilidad. Por su parte, como el oxígeno posee seis electrones en su última órbita, tiende a tomar dos electrones para completar el octeto. Esto significa que cada átomo de oxígeno necesitará dos átomos de sodio para formar un compuesto estable:



La valencia del sodio es uno, y le correspondería como subíndice al oxígeno (cuando el subíndice es 1, no se escribe en la ecuación). La valencia del oxígeno es 2; ese número se coloca como subíndice junto al símbolo del sodio.

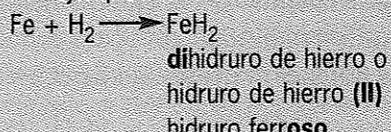
B Los hidruros

Hidruros

Metálicos

Los metales pueden generar hidruros con todas sus valencias. Existen varias formas para nombrarlos.

Por ejemplo:



No metálicos

Los no metales generan hidruros solamente con su valencia menor. Se los nombra indicando el nombre del elemento no metálico con la terminación **-uro**, seguido del hidrógeno.

Por ejemplo:



ACTIVIDADES

1. ¿Qué es una familia de sustancias?

2. ¿Cómo se clasifican los compuestos químicos? ¿Cuáles son las principales familias de compuestos orgánicos e inorgánicos?

3. ¿Cuál es la razón por la que los átomos se unen formando compuestos?

4. ¿A qué se llama valencia de un elemento químico?

5. Definan óxido e hidruro. ¿Cómo se obtiene cada uno de estos compuestos? Expliquen la forma en que se clasifican los compuestos de cada una de estas familias.

6. ¿Por qué los óxidos y los hidruros son compuestos binarios?

Algunos elementos poseen más de una valencia. Por ejemplo, las valencias del nitrógeno son tres y cinco. Por lo tanto, el nitrógeno puede generar los siguientes óxidos:



En este caso, para poder distinguir los dos óxidos, se les dan nombres diferentes. En Química, existen tres modos para hacer esta distinción:

- Se colocan prefijos, según la cantidad de átomos de cada elemento que forman la molécula:



tríoxido de dinitrógeno



pentóxido de dinitrógeno

- Se indica, con números romanos, la valencia con la que actuó el no metal:



óxido de nitrógeno (III)



óxido de nitrógeno (V)

- Se utilizan los sufijos: **-oso** (para la valencia menor) e **-ico** (para la valencia mayor).

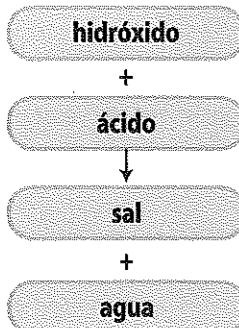
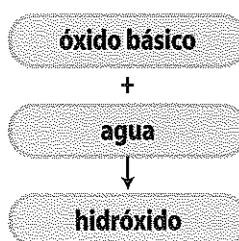
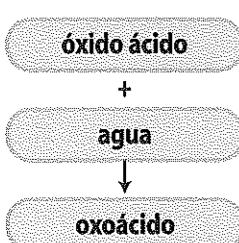


óxido nítrico



óxido nítrico

Los ácidos y los hidróxidos



En la obtención de las sales, también se produce agua. Esta se forma a partir de la unión de los protones (H^+), que libera el ácido, con los oxihidrilos (OH^-), liberados por el hidróxido.

Los ácidos son una familia de compuestos químicos inorgánicos, que se caracterizan por liberar cationes hidrógeno, denominados protones (H^+), al ser disueltos en agua. Existen dos tipos de ácidos: los oxoácidos y los hidrácidos.

Los oxoácidos son compuestos ternarios formados por hidrógeno, otro no metal, y oxígeno. Se obtienen por la combinación de un óxido ácido y agua. Por ejemplo, si se combina óxido nítrico con agua, se obtiene el ácido nítrico: HNO_3 . El ácido nítrico está presente, en pequeñas cantidades, en la lluvia ácida, debido a que distintos procesos industriales liberan a la atmósfera óxido nítrico, que se combina con el vapor de agua de la atmósfera para dar como resultado el ácido. La lluvia ácida produce numerosos daños en los ecosistemas.

Los hidrácidos son compuestos binarios, formados por hidrógeno y un no metal, que se obtienen por la combinación de un hidruro no metálico y agua. Por ejemplo, el hidruro formado por el cloro y el hidrógeno (HCl), que es un compuesto gaseoso, cuando es disuelto en agua, da como resultado el ácido clorhídrico, que es un hidrácido. El ácido clorhídrico (HCl) posee gran importancia en numerosos procesos industriales, debido a su alto poder de corrosión. A los ácidos de poder de corrosión alto se los denomina ácidos fuertes, en contraposición a los ácidos débiles, cuyo grado de corrosión es bajo.

Los hidróxidos son compuestos ternarios formados por un metal, oxígeno e hidrógeno. Estos compuestos se producen por combinación de un óxido básico y agua. Una característica de los hidróxidos es que el oxígeno y el hidrógeno que los componen forman un grupo especial denominado grupo oxihidrilo (OH^-). Puesto que los metales son elementos químicos que tienden a perder tantos electrones como su valencia indica y dado que cada grupo oxihidrilo tiende a ganar un electrón, siempre resulta que la molécula de hidróxido está compuesta por tantos grupos oxihidrilo como indica la valencia del metal.

Las sales

Las sales son los compuestos que surgen de la combinación entre un hidróxido y un ácido. En el caso en que intervenga un oxoácido, el resultado es una sal de oxoácido. En cambio, cuando la sal se genera a partir de un hidrácido, se trata de una sal de hidrácido.

Las sales de oxoácidos son compuestos ternarios formados por un metal proveniente del hidróxido, y un no metal y el oxígeno provenientes del ácido. Un ejemplo de este tipo de sales es el sulfato de cobre, que se utiliza habitualmente para evitar la formación de algas en las piscinas. La ecuación de obtención del sulfato de cobre es:



Las sales de hidrácidos son compuestos binarios formados por el metal que proviene del hidróxido y el no metal proveniente del hidrácido. Una sal de hidrácido muy conocida es el cloruro de sodio, es decir, la sal de mesa que utilizamos habitualmente para condimentar los alimentos. La ecuación de obtención del cloruro de sodio es:



A Reconocimiento de ácidos e hidróxidos en el laboratorio

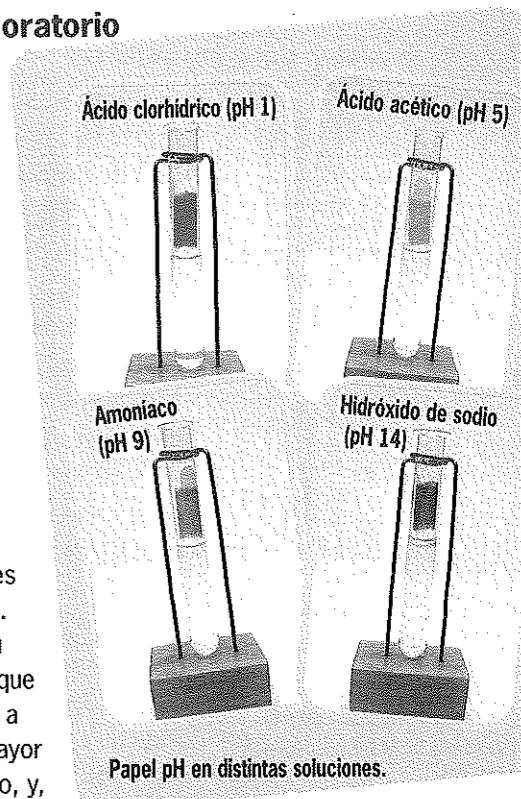
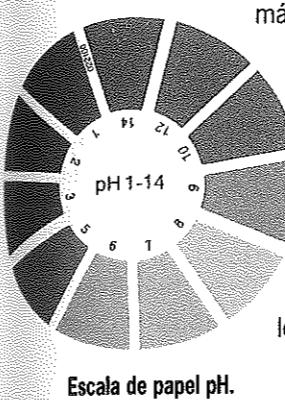
Tanto los ácidos como los hidróxidos pueden reconocerse mediante una técnica de laboratorio, que se basa en el uso de indicadores.

Por ejemplo, los ácidos en solución liberan protones (H^+) que pueden reconocerse porque hacen que el papel de tornasol azul vire al rojo.

Algunos indicadores, como, por ejemplo, el papel pH, además de indicar que una sustancia es un ácido, también señala su fuerza, que está en relación con la cantidad de protones que libera. Para realizar esta medición, se emplea la escala de pH, que está graduada con valores numéricos que van del 1 al 14. En esta escala, a los ácidos les corresponden los valores menores que 7. Cuanto menor sea este valor, según la escala, más fuerte será el ácido que se está analizando y, por lo tanto, más corrosivo.

Los hidróxidos en solución liberan grupos oxihidrilo (OH^-). El papel tornasol rojo, en presencia de hidróxidos, vira al color azul, y la fenolftaleína, que es una sustancia líquida incolora, cambia a color fucsia.

El grado de corrosión de los hidróxidos, es decir, su fuerza, depende de la cantidad de grupos oxihidrilo que un hidróxido libera en solución. La escala pH identifica a los hidróxidos con los valores mayores que 7. Cuanto mayor es el número de la escala, más fuerte será un hidróxido, y, por lo tanto, más corrosivo.



B La disociación

Los ácidos y los hidróxidos, al ser disueltos en agua, sufren una ruptura en sus moléculas. En esa ruptura, algunos electrones no permanecen en sus átomos originales, de modo que se generan iones, es decir, átomos o grupos de átomos con cargas eléctricas. Este proceso se denomina **disociación o ionización**.

Los ácidos se ionizan siempre de la misma forma: de su molécula se separan los átomos de hidrógeno, que dejan su electrón en el resto de la molécula. El grupo de átomos que queda del ácido, al separarse los átomos de hidrógeno, cuenta con un exceso de cargas negativas (tantas cargas como electrones hayan dejado los hidrógenos); por lo tanto, forman un anión. Los átomos de hidrógeno quedan solamente con su protón; por eso, el catión hidrógeno se conoce con el nombre de protón (H^+). Por ejemplo, en la disociación del ácido sulfúrico:



En la disociación de los hidróxidos, cada grupo oxihidrilo se separa del metal y toma un electrón de él. De esta manera, cada grupo oxihidrilo genera un anión con una carga negativa, ya que posee un electrón en exceso. En cambio, el metal forma un catión con tantas cargas positivas como electrones haya perdido. Por ejemplo, en la disociación de hidróxido de hierro:



ACTIVIDADES

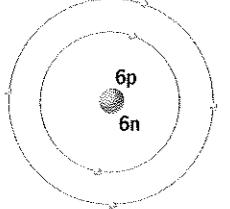
1 ¿Qué es un ácido? ¿Cómo se obtiene? ¿Cómo se reconoce en el laboratorio?

2 ¿Qué es un hidróxido? ¿Cómo se obtiene? ¿Cómo se reconoce en el laboratorio?

3 ¿A qué se llama disociación de una sustancia? ¿Cómo se disocian los ácidos? ¿Cómo se disocian los hidróxidos?

4 ¿Qué es una sal? ¿Cómo se obtiene? ¿Cómo se clasifican las sales?

Los compuestos del carbono



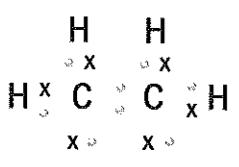
El átomo de carbono.



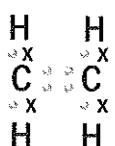
Así se representan los cuatro electrones en el último nivel del carbono.



Así se representa el electrón en el único nivel del hidrógeno.



La molécula de etano.



La molécula de eteno.



La molécula de etino.

El carbono es uno de los elementos que más compuestos químicos forma, dado que el hecho de poseer cuatro electrones en su órbita externa le confiere la posibilidad de unirse con átomos de otros elementos en la formación de compuestos orgánicos e inorgánicos. El átomo de carbono tiene número atómico 6, es decir que posee 6 protones en su núcleo y 6 electrones en la periferia. Estos electrones están situados de la siguiente manera: dos de ellos se ubican en el primer nivel u órbita, y cuatro de ellos, en el segundo nivel.

La presencia de cuatro electrones en el último nivel le confiere al átomo cierta inestabilidad. Debido a ello, el átomo tiende a compartir con otros átomos cuatro electrones más, para completar el octeto y lograr, de ese modo, la estabilidad.

Con excepción de los óxidos de carbono y los carbonatos (que son las sales obtenidas a partir de un óxido de carbono), todos los compuestos que contienen átomos de carbono en sus moléculas se denominan **compuestos orgánicos**. En los compuestos orgánicos, los átomos de carbono se unen, mediante enlaces covalentes, con átomos de hidrógeno y, en menor proporción, con átomos de oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, cloro, y algunos otros elementos.

A diferencia de los compuestos inorgánicas, los orgánicos tienen, en general, puntos de fusión y de ebullición bajos, debido a que los enlaces entre sus moléculas son débiles. Estos compuestos se descomponen fácilmente por acción del calor: si son sólidos, como el azúcar, dejan un residuo de carbón; en cambio, si son líquidos o gaseosos, liberan dióxido de carbono y vapor de agua. La mayoría de los compuestos orgánicos no son solubles en agua. Tampoco son conductores de la corriente eléctrica, porque en ellos predominan los enlaces covalentes y, por lo tanto, no forman iones.

Los hidrocarburos

Los hidrocarburos son sustancias químicas compuestas exclusivamente por átomos de carbono e hidrógeno. Se obtienen como derivados del petróleo y el gas natural. En las moléculas de los hidrocarburos, los átomos de carbono se unen entre sí mediante enlaces covalentes y forman largas cadenas. Según el tipo de uniones que se dan entre los átomos de carbono, los hidrocarburos se clasifican en alkanos, alquenos y alquinos.

• Los alkanos son hidrocarburos en los que los átomos de carbono se unen entre sí mediante un enlace covalente. Entre los alkanos, se encuentran el metano, que es el gas natural utilizado habitualmente en la cocina o en la calefacción de los hogares, y la parafina, con la que se fabrican las velas.

• Los alquenos son hidrocarburos en los que por lo menos dos átomos de carbono se unen entre sí mediante dos enlaces covalentes. Todos los alquenos tienen la posibilidad de romper una de sus dos uniones carbono-carbono (también llamadas ligaduras), para unirse a otra molécula de alqueno y formar, de este modo, largas cadenas, denominadas **polímeros**. Por ejemplo, el eteno es un compuesto que forma el polímero polietileno; y el propeno forma el polímero polipropileno. El polietileno y el polipropileno son distintos tipos de plásticos. A

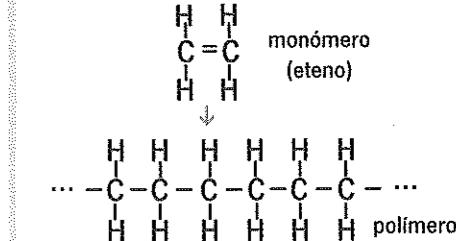
• Los alquinos son hidrocarburos en los que por lo menos dos átomos de carbono se unen entre sí mediante tres enlaces covalentes. Entre los alquinos, se encuentra el etino o acetileno, un compuesto que se utiliza en soldaduras. B

A Los polímeros

Entre los compuestos orgánicos se encuentran las macromoléculas, que son moléculas muy grandes, formadas por la unión de cientos de moléculas más pequeñas, denominadas **monómeros** (del griego, *mono*, una, y *meros*, parte). Correspondientemente, las macromoléculas que se forman por la unión de monómeros reciben el nombre de **polímeros** (del griego, *poli*, muchas, y *meros*, partes).

Entre los ejemplos de polímeros, se encuentran: el almidón, la celulosa, las proteínas, los ácidos nucleicos, los plásticos, el caucho, entre muchos otros compuestos.

El proceso por el cual se forma un polímero se denomina **polimerización**, y se define como la reacción química por la cual muchas moléculas pequeñas se unen para formar una más grande.



B Los hidrocarburos

Los átomos de carbono se unen formando cadenas que pueden contener desde dos hasta cientos de átomos de carbono. Estos átomos de carbono pueden estar unidos por enlaces simples en los alkanos; dobles, en los alquenos, o triples, en los alquinos. Las cadenas que forman pueden presentar diversas estructuras: lineales, ramificadas o cerradas en forma de anillo. Algunos hidrocarburos lineales aparecen numerados en la siguiente tabla:

Número de átomos de carbono en la molécula	Fórmula desarrollada	Fórmula semidesarrollada	Fórmula molecular	Nombre del Compuesto
1	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH ₄	CH ₄	metano
2	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	H ₃ C-CH ₃	C ₂ H ₆	etano
	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	H ₂ C=CH ₂	C ₂ H ₄	eteno
	H-C≡C-H	HC≡CH	C ₂ H ₂	etino

ACTIVIDADES

1 ¿Por qué el átomo de carbono puede unirse con una gran variedad de elementos?

2 ¿A qué se denominan compuestos orgánicos? ¿Qué tipo de unión se produce entre los elementos de un compuesto orgánico?

3 ¿Qué son los polímeros?

4 Mencínen tres características de los compuestos orgánicos.

5 ¿Qué son los hidrocarburos? ¿Cómo se clasifican?

6 ¿Cuáles son las fórmulas semidesarrolladas del etano, del eteno y del etino? ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre esos compuestos?

Las sustancias orgánicas oxigenadas

En la actualidad, se conocen más de ciento veinte mil sustancias orgánicas diferentes. Muchas de ellas son compuestos que contienen oxígeno en sus moléculas. Las moléculas de muchos de estos compuestos presentan estructuras básicas en común. Estas estructuras, que permiten agrupar a los compuestos en familias, se denominan **grupos funcionales** y presentan un comportamiento químico característico. Entre los grupos funcionales orgánicos oxigenados más conocidos se encuentran los alcoholes, los aldehídos, las cetonas, los ácidos carboxílicos, los éteres, los ésteres y las amidas, entre otros. A

Las moléculas biológicas

Las moléculas biológicas son aquellas que están presentes en la constitución de los seres vivos. Como las moléculas biológicas están formadas por un gran número de átomos, tienen una masa molecular elevada; por este motivo se las denomina **mácmoléculas**. Las moléculas biológicas más importantes son los glúcidos o hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos.

• Los hidratos de carbono son conocidos también con el nombre de azúcares o glúcidos, porque la mayoría de ellos posee sabor dulce (*gluci*, en griego, significa "dulce"). Los compuestos más sencillos de esta familia son los **monosacáridos**. Estos hidratos de carbono están formados por cadenas que tienen entre 3 y 6 átomos de carbono, con una función aldehído o cetona en su molécula y varios grupos oxhidrilo. Entre los monosacáridos se encuentran la glucosa, la fructosa y la galactosa. Por la unión de dos monosacáridos se obtiene un **disacárido**. Algunos disacáridos son muy importantes en nuestra alimentación. Por ejemplo, la sacarosa, que es la sustancia que habitualmente denominamos azúcar, es un disacárido formado por una molécula de fructosa y otra de glucosa, unidas por enlaces covalentes entre ambas moléculas. La unión de muchos monosacáridos da como resultado grandes moléculas, denominadas **polisacáridos**. Por ejemplo, las moléculas de glucosa producen varios polisacáridos: el almidón, cuya presencia en la dieta humana aporta la mayor cantidad de hidratos de carbono; la celulosa, que forma las paredes celulares de los vegetales; el glucógeno, que constituye una reserva energética en los animales, luego de procesar el almidón. Las diferencias entre estos polisacáridos se deben a las distintas maneras que se unen en ellas las moléculas de glucosa.

• Los **lípidos** pertenecen a una familia de compuestos químicos denominados ésteres. Se forman por la unión entre ácidos de largas cadenas carbonadas y el glicerol, que es un polialcohol. Esta familia comprende, entre otros, a las grasas, los aceites y las ceras. Todos estos compuestos poseen propiedades que les son comunes: constituyen las grasas animales y los aceites vegetales, son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos.

• Las **proteínas** son los constituyentes fundamentales de todo organismo vivo. Desde el punto de vista químico, son polímeros cuyos monómeros son los aminoácidos. Los aminoácidos son moléculas formadas por dos partes bien diferenciadas: un extremo de la molécula posee función ácida y el otro, función amina. Algunos ejemplos de proteínas son la hemoglobina de la sangre, la miosina de los músculos, la caseína de la leche y la albúmina del huevo.

• Los **ácidos nucleicos** son sustancias que se encuentran en todas las células. Están constituidos por unidades denominadas nucleótidos. Por la unión de muchos nucleótidos se obtienen el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN), que son fundamentales para la transmisión de la información hereditaria. B

A Los compuestos orgánicos

Los grupos funcionales correspondientes a los distintos compuestos orgánicos aparecen enumerados en el siguiente cuadro:

Compuesto químico	Grupo funcional	Nomenclatura	Ejemplo	Utilidad
Alcoholes	-OH	Su nombre termina en -ol .	etanol	Conocido también como alcohol etílico. Se utiliza, entre otras aplicaciones, como desinfectante hogareño.
Aldehídos	-COH	Su nombre termina en -al .	metanal	También se lo llama formaldehído. Se emplea para conservar organismos sin vida, sin que se descompongan.
Cetonas	-CO	Su nombre termina en -ona .	propanona	Conocida comúnmente como acetona. Se utiliza como removedor de esmalte.
Ácidos carboxílicos	-COOH	Su nombre termina en -oico .	ácido etanoico	También llamado ácido acético. Sus soluciones constituyen el vinagre.
Éteres	-O-	Su nombre termina en éter .	dietil éter	Conocido también como éter etílico. Es un anestésico potente.
Ésteres	-COO-	Su nombre termina en -ato de -ilo .	oleato de glicerilo	Constituye los aceites y las grasas.
Aminas (No contienen oxígeno en su molécula.)	-NH ₂	Su nombre termina en -amina .	fenilamina	Se la conoce también como anilina. Se utiliza para teñir telas.

B Las moléculas biológicas

El siguiente cuadro sintetiza algunas de las características de los principales compuestos biológicos:

Compuesto biológico	Descripción química	Ejemplo
Glúcidos	Polihidroxialdehídos	Glucosa. Las moléculas de glucosa participan en la formación de la celulosa, cuya función es el sostén y la protección de los vegetales. También forman el glucógeno, que es la sustancia de reserva energética en los animales.
	Polihidroxicetonas	Fructosa. La fructosa es el compuesto que les da sabor dulce a las frutas.
Lípidos	Ésteres	ACEITES Y GRASAS. Los aceites que se extraen de algunos vegetales son lípidos. Los aceites poseen dobles enlaces en sus moléculas; en cambio, las moléculas de las grasas poseen enlaces simples entre los átomos de carbono.
Proteínas	Polímeros de aminoácidos	Ovoalbúmina. Es la proteína que está presente en la clara del huevo. Al ser sometidas al calor, las proteínas sufren un cambio químico, denominado coagulación o desnaturización, por el cual pierden sus propiedades. La clara de huevo cambia de color y se solidifica al desnaturizarse.
Ácidos nucleicos	Nucleótidos	El ADN es una de las moléculas más complejas que existe. Está compuesta por dos cadenas de nucleótidos paralelas. Cada nucleótido está formado por un glúcido, una base nitrogenada y un grupo fosfato.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué grupos funcionales orgánicos conocen? Den un ejemplo de cada uno de ellos.
- 2 ¿A qué grupo de compuestos químicos se denominan moléculas biológicas? ¿Por qué?
- 3 ¿Qué son los glúcidos? ¿Cómo se los clasifica? Mencionen algunos compuestos de esta familia.
- 4 ¿A qué se denominan lípidos? Mencionen las características generales de los lípidos.
- 5 ¿Cuáles son las diferencias entre las grasas y los aceites?
- 6 Expliquen qué es una proteína y un ácido nucleico. Describan la composición de cada uno de ellos, y señalen su importancia biológica.

Las variedades del carbono

El carbono es un elemento no metálico muy difundido en la naturaleza, por la gran cantidad de compuestos que forma. Como el átomo de carbono tiene cuatro electrones en su órbita más externa, presenta la capacidad de unirse con cuatro enlaces a otros átomos, para lograr el estado de mayor estabilidad, es decir, para completar los ocho electrones en la última órbita. Además, es frecuente que estas uniones se produzcan con otros átomos de carbono, lo que permite que se formen largas cadenas de este elemento, denominadas **cadenas carbonadas**.

Estas son algunas propiedades que posee el carbono en cuanto a la formación de sustancias compuestas. Sin embargo, el carbono también presenta particularidades al formar sustancias simples, dado que produce tres variedades de ellas. Las variedades del carbono son el grafito, el diamante y el fullereno. Aunque las tres están compuestas únicamente por el elemento carbono, cada una de ellas posee propiedades físicas muy diferentes.

El grafito es un material sólido, bastante blando, opaco, de color negro grisáceo y buen conductor de la electricidad, que suele utilizarse, entre otras aplicaciones, para fabricar las minas de los lápices. En el grafito, los átomos de carbono se encuentran ubicados en disposición hexagonal, en configuraciones de seis átomos, donde cada uno de ellos ocupa un vértice. Las configuraciones hexagonales se ubican unas junto a otras for-

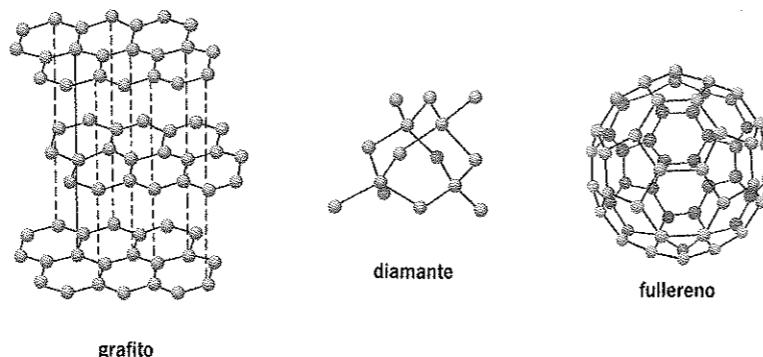
mando láminas o capas superpuestas: esas capas son las que se depositan sobre el papel cuando escribimos con un lápiz.

El diamante es el sólido de mayor dureza en la naturaleza. Es transparente y puede tener distintos colores, según la variedad. Se caracteriza por su brillo, que, sumado a su rareza, lo convierte en un material muy valioso en joyería. A diferencia del grafito, el diamante no conduce la electricidad. En el diamante, los átomos de carbono también se encuentran ubicados en los vértices de un hexágono, pero, a diferencia de la distribución que tienen en el grafito, los hexágonos no se disponen uno junto al otro, sino formando estructuras espaciales más complejas.

Las diferencias entre el grafito y el diamante permiten comprender que, en Química, no basta con conocer la composición química de una sustancia (es decir, el tipo y la cantidad de los átomos que la forman), si-

no que, muchas veces, es importante reconocer la forma en que los átomos están dispuestos en el espacio.

Hasta no hace mucho tiempo, se consideraba que las únicas variedades del carbono eran el grafito y el diamante. Sin embargo, en 1985, se descubrió una nueva variedad, el fullereno, una sustancia de color amarillo, que se vuelve roja cuando se la disuelve en benceno. El fullereno posee superconductividad, es decir que es capaz de conducir la electricidad sin ofrecer resistencia, a bajas temperaturas. Además, se estudia, con bastante éxito, su uso en la fabricación de medicamentos, que podrían aplicarse en el tratamiento de determinadas enfermedades. Sin embargo, lo más llamativo del fullereno es su configuración: está compuesto por unos 60 átomos de carbono, dispuestos en los vértices de una forma geométrica cerrada, muy similar a una pelota de fútbol. Por eso también se lo conoce con el nombre de futboleno.



ACTIVIDADES

1 ¿Qué características del carbono permiten que intervenga en una gran variedad de compuestos?

2 ¿Qué sustancias simples puede formar el carbono? ¿Qué características presenta cada una de ellas?

3 ¿A qué se deben las diferencias físicas que se observan en las distintas variedades del carbono?

1 Marquen la opción adecuada para completar las oraciones de manera correcta:

a) El dióxido de carbono (CO_2) es un compuesto...

...orgánico. ...ternario. ...binario.

b) En todos los óxidos está presente el...

...oxígeno. ...carbono. ...hidrógeno.

c) En todos los hidruros está presente el...

...oxígeno. ...carbono. ...hidrógeno.

d) La cantidad de electrones que un átomo comparte, gana o pierde, para formar un compuesto químico, se denomina...

...alcalinidad. ...valencia. ...acidez. ...disociación.

e) La separación de las moléculas de los ácidos y los hidróxidos, al ser disueltos en agua, en un proceso en el que se generan iones, se denomina...

...alcalinidad. ...valencia. ...acidez. ...disociación.

2 Completén el siguiente cuadro:

Compuesto	Formado por los elementos...	Se obtiene por la combinación de...
Óxido ácido		
Óxido básico		oxígeno y un metal
Ácido		
Hidróxido	metal, oxígeno, hidrógeno	
Sal		

3 Indiquen, en la columna correspondiente, a qué familia pertenecen los siguientes grupos funcionales (el primero aparece resuelto):

Alcohol			
-OH	-COOH	-COH	-CO

4 Unan por medio de flechas:

fosfolípidos
ADN
glucosa
ovalámina
almidón
miosina
celulosa
colesterol
fructosa
lactosa

lípido
hidrato de carbono
ácido nucleico
proteína

1 Completén la siguiente tabla:

Fórmula del Compuesto	¿Compuesto orgánico o inorgánico?	Familia a la que pertenece
H_2CO_3		
$\text{CH}_3\text{-COOH}$		
$\text{Ca}(\text{OH})_2$		
N_2O_3		
$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$		
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$		
HCl		
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COH}$		

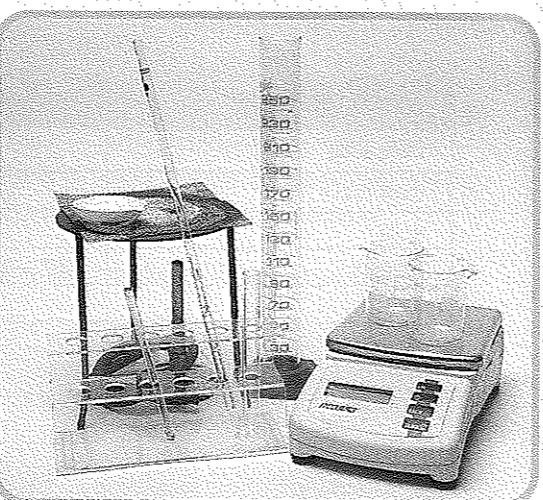
2 Preparación de una sal

La siguiente experiencia les permitirá comprobar la reacción que se produce al combinar un ácido con un hidróxido. El objetivo consiste en elaborar cloruro de sodio (es decir, la sal de mesa) en el laboratorio, y reconocer, mediante indicadores, el carácter ácido, básico o neutro de las diversas sustancias que intervienen.

Materiales

- Un tubo de ensayo.
- Una balanza.
- Una gradilla.
- Un gotero.
- Un repasador.
- Un mechero de Bunsen.
- Tela metálica.
- Una cápsula de porcelana.
- Fósforos.
- Una probeta de 250 ml.
- Dos vasos de precipitados.
- Etiquetas.
- Un lápiz.
- Una varilla de vidrio.

Cuidado!
El ácido clorhídrico es peligroso. Deben maniobrarlo con la asistencia del docente.

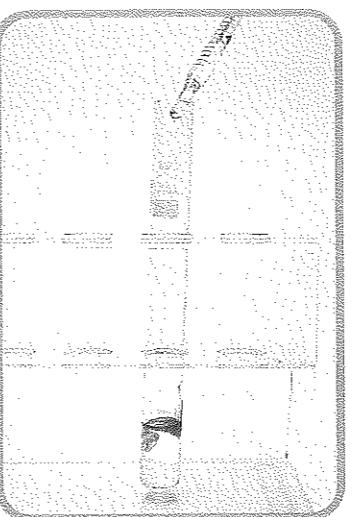
**Sustancias**

- Hidróxido de sodio (NaOH).
- Ácido clorhídrico (HCl).
- Fenolftaleína.
- Agua.

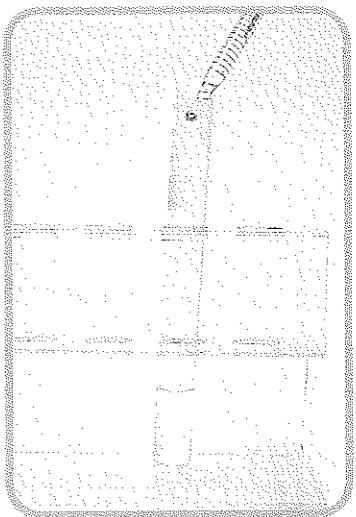
Procedimiento

1. Midan 5 g de hidróxido de sodio en la balanza, y colóquenlo en el matraz aforado. (En caso de no contar con un matraz, pueden utilizar una probeta de 250 ml.) Agiten con la varilla, mientras agregan 150 ml de agua.
2. Cuando se disuelva el hidróxido de sodio, agreguen agua hasta completar el volumen de 250 ml. Trasvasen la solución preparada a un vaso de precipitados y rotulen con una etiqueta que diga: **solución de hidróxido de sodio**.
3. Laven el matraz o la probeta.
4. Midan en la probeta 100 ml de agua y trasvásenla al matraz aforado. Agreguen 22,5 ml de ácido clorhídrico, con cuidado y lentamente, mientras agitan para facilitar la disolución.
5. Agreguen agua hasta completar un volumen de 250 ml. Trasvasen la solución preparada a un vaso de precipitados y rotulen con una etiqueta que diga: **solución de ácido clorhídrico**.
6. En el tubo de ensayo, midan, aproximadamente, 3 cm de altura de solución de hidróxido de sodio.
7. Agreguen 2 gotas de solución de fenolftaleína. Observen y anoten lo que sucede.

8. Utilizando el gotero, vierten, gota por gota, la solución de ácido clorhídrico sobre la solución de hidróxido. Agiten después de agregar cada gota y sigan agregando gotas de la solución ácida hasta que desaparezca el color.



La fenolftaleína es un indicador que vira al fucsia en soluciones básicas como el hidróxido de sodio.



La fenolftaleína permanece incolora en soluciones ácidas o neutras. La desaparición del color indica que ya no queda más hidróxido en el tubo de ensayo.

Observaciones y conclusiones

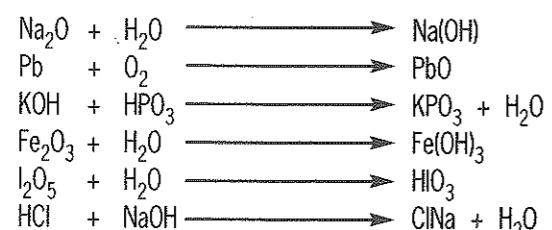
- a) ¿Qué indica la desaparición del color?
 - b) Escriban las ecuaciones de disociación del:
 - ácido clorhídrico: $\text{HCl} \longrightarrow$
 - hidróxido de sodio: $\text{NaOH} \longrightarrow$ - c) De acuerdo con las ecuaciones del inciso anterior, ¿qué sustancias se formaron?
 - d) Escriban la ecuación química correspondiente a la reacción observada.
 - e) ¿Por qué se dice que es una reacción química de neutralización?
9. Con el gotero, coloquen en la cápsula de porcelana unas gotas de la solución obtenida.
 10. Calienten durante unos segundos, hasta que quede solamente residuo sólido.

**Observaciones y conclusiones**

- f) ¿Cuál es la sustancia obtenida?
- g) ¿Con qué objetivo se calentó la solución?
- h) ¿Cómo se denomina a la transformación física efectuada?

La reacción química entre un hidróxido y un ácido produjo sal y agua. Mediante el proceso de evaporación, se separaron ambas sustancias y en el recipiente quedó un residuo sólido de cloruro de sodio.

3 Resuelvan los ejercicios que se proponen, a partir de las siguientes ecuaciones:



a) Igualen las reacciones.

b) Transcriban la fórmula de cada compuesto en la columna que le corresponda:

Óxido	Hidruro	Ácido	Hidróxido	Sal

4 Resuelvan los ejercicios que se proponen, a partir de los siguientes compuestos:



- a) Indiquen a qué familia pertenece cada compuesto.
- b) En caso de tratarse de un ácido o un hidróxido, disócielos.
- c) En caso de tratarse de un óxido, clasifíquelo en básico o ácido.
- d) En caso de tratarse de un hidruro, clasifíquelo en metálico o no metálico.

5 Completen las siguientes oraciones:

Los hidróxidos, al reaccionar con ácidos, producen agua y

La combinación de y produce un hidruro metálico.

Los ácidos se pueden clasificar en

Un óxido ácido, más agua, genera

En los hidruros no metálicos, el elemento que se combina con el hidrógeno lo hace siempre con su valencia.

Se llama de un elemento a la capacidad de combinación del mismo.

Los al dissociarse, generan oxihidruros con carga y los generan con carga

6 Elaboración de jabón

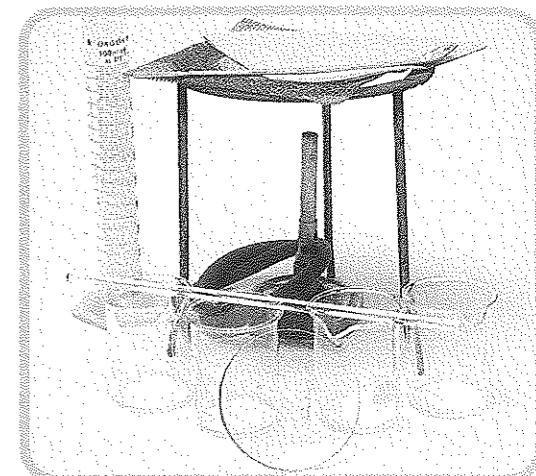
Esta experiencia les permitirá combinar los compuestos necesarios para fabricar jabón, a partir de grasa vacuna.

Materiales

- Un mechero de Bunsen.
- Un trípode.
- Tela metálica.
- Una varilla de vidrio.
- Cuatro vasos de precipitados.
- Papel de filtro.
- Una cuchara.
- Una probeta.

Sustancias

- Grasa vacuna.
- Hidróxido de sodio.
- Agua.
- Cloruro de sodio (sal común de cocina).



Procedimiento

1. Preparen, en un vaso de precipitados, una solución saturada de cloruro de sodio. (La solución estará saturada cuando al agregar más cloruro de sodio, esta sustancia ya no se disuelva y quede en el fondo del vaso.)
2. Coloquen, en un vaso de precipitados, 40 g de hidróxido de sodio y disuélvanlo totalmente en 60 ml de agua, medidos con la probeta.

3. Midan, con la probeta, 15 ml de la solución preparada.
4. Coloquen, en un vaso de precipitados, varios trozos de grasa hasta la tercera parte del vaso.
5. Calienten para lograr que la grasa se derrita.
6. Midan, en otro vaso de precipitados, 20 ml de grasa fundida y agréguelen los 15 ml de solución de hidróxido de sodio contenidos en la probeta.

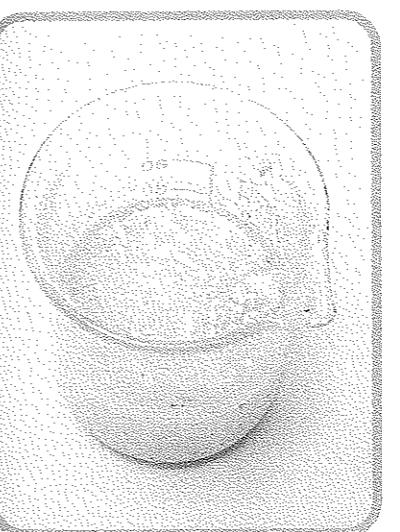
7. Calienten el sistema colocando el vaso de precipitados sobre la tela metálica, y revolviendo constantemente con la varilla de vidrio. Dejen pasar algunos minutos.

8. Sin dejar de agitar, agreguen 20 ml más de solución de hidróxido de sodio. Continúen agitando durante 20 minutos, aproximadamente.

9. Agreguen al vaso de precipitados 35 ml de la solución saturada de cloruro de sodio y calienten nuevamente durante 3 minutos.

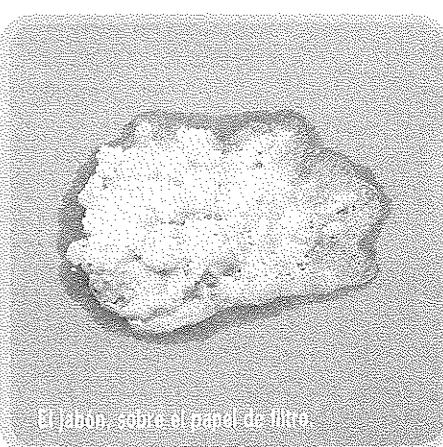
10. El jabón es el producto sólido que se obtiene sobre el sistema. Extráiganlo con ayuda de la cuchara y colóquenlo sobre el papel de filtro. Luego, presiónenlo con otro papel de filtro y déjenlo secar.

11. Una vez que el jabón esté seco, pueden usarlo.



Observaciones y conclusiones

El jabón es un producto que resulta de la combinación entre un lípido (la grasa vacuna, que se obtiene de un ácido) y el hidróxido de sodio. Los compuestos químicos que surgen de combinar ácidos e hidróxidos son las sales. Se puede concluir, entonces, que los jabones son sales orgánicas obtenidas a partir de los ácidos grasos provenientes de lípidos o grasas. Así como en las sales inorgánicas se obtiene también agua, en estas sales se obtiene otro producto denominado **glicerol**. El glicerol pertenece a la familia orgánica de los alcoholes:



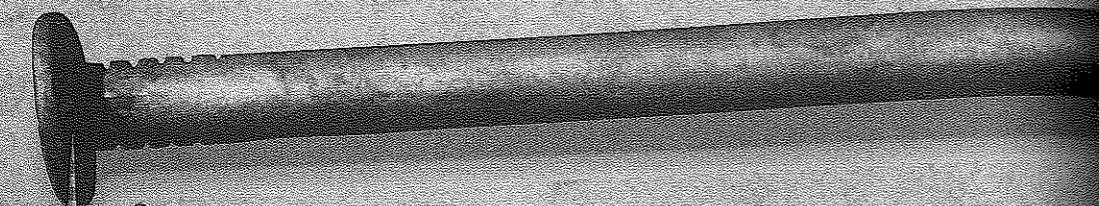
El jabón sobre el papel de filtro

Contenidos

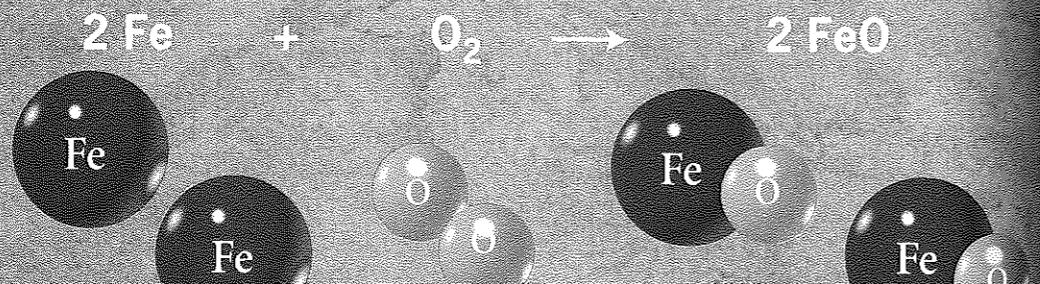
- La reacciones químicas: definición, clasificación.
- Las ecuaciones químicas.
- Las leyes gravimétricas: Ley de Lavoisier, Ley de Proust.
- Masa atómica y masa molecular.
- Mol, número de Avogadro, volumen molar.
- Cálculos estequiométricos.

BANCO DE DATOS**El estudio de los cambios químicos**

Los cambios que sufre la materia, sin que se modifiquen las sustancias que intervienen en ellos, se denominan **cambios físicos**, mientras que aquellos cambios en los que desaparecen las sustancias iniciales y se producen otras nuevas, se denominan **cambios químicos**. Un ejemplo de cambio químico es la oxidación de los metales. En la oxidación, la sustancia inicial es un metal, por ejemplo, el hierro, que, lentamente, en contacto con el oxígeno, se va transformando en otra sustancia: el óxido de hierro.



Como todo cambio químico, la formación del óxido de hierro se puede representar en forma de ecuación.



Las sustancias que se encuentran antes de la reacción (el hierro y el oxígeno) se llaman **reaccionantes o reactivos**.

Las sustancias que aparecen luego de la reacción (el óxido de hierro) se llaman **productos**.

Joseph Louis Proust (1754-1826)

Ley de las proporciones definidas

enunciada por Proust, expresa que los elementos que se combinan para formar una determinada sustancia compuesta lo hacen siempre en una relación constante o invariable entre sus masas. En la formación del óxido de hierro, el hierro se combina con el oxígeno en una proporción de 7 g de hierro por cada 2 g de oxígeno.



Los distintos tipos de sustancias, presentes en el mundo que nos rodea, pueden sufrir numerosos cambios. Pueden cambiar de forma, como los metales cuando son modelados para obtener artículos de joyería, o cambiar de estado, como los hielos de los casquitos polares cuando se derriten. En estos cambios, las moléculas de las sustancias que intervienen no se modifican. Por el contrario, en las reacciones químicas, los cambios se producen en el nivel de las moléculas, de modo que las sustancias que intervienen en ellas se modifican y pasan a ser otras.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se clasifican los distintos cambios que pueden sufrir las sustancias? Mencionen un ejemplo de cada uno de ellos.
- ¿Qué otro nombre reciben los cambios químicos? ¿Cómo se los representa?
- ¿Cuáles son los reaccionantes en la reacción de formación del óxido de hierro? ¿Cuál es el producto?
- ¿Qué leyes gravimétricas se mencionan? ¿Qué establece cada una de ellas?

2 Indiquen si los siguientes cambios son **físicos (F)** o **químicos (Q)**:

- Se rompe una piedra.
- Se quema un trozo de madera.
- Se oxida una pieza de hierro.
- Se funde un cubito de hielo.
- Se mezcla arena con agua.
- Se volatiliza un trozo de naftalina.
- Se sintetiza una proteína a partir de aminoácidos.



Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794)

Ley de la conservación de la masa

enunciada por Lavoisier, establece que, antes y después de una reacción química, la masa del sistema permanece constante.

**Las leyes gravimétricas**

Las leyes gravimétricas expresan lo que ocurre con las masas de las sustancias en las reacciones químicas. Son leyes fundamentales en el trabajo de los químicos, ya que se aplican en los cálculos de preparación de productos en numerosas industrias. Entre estas leyes se encuentran la Ley de la conservación de la masa y la Ley de las proporciones definidas.

¿Qué son las reacciones químicas?

A diferencia de los fenómenos físicos, los fenómenos químicos son cambios en los que las sustancias originarias, denominadas reaccionantes o reactivos, se modifican para dar lugar a nuevas sustancias, denominadas productos. A los fenómenos químicos se les llama, también, reacciones químicas. Los científicos representan las reacciones químicas a través de ecuaciones químicas.

Todas las ecuaciones químicas constan de las siguientes partes:



Clasificación de las reacciones químicas

Las reacciones químicas se clasifican de acuerdo con distintos criterios:

- Segundo la cantidad de reactivos y productos. Una reacción es de **combinación** cuando, a partir de dos o más sustancias, se obtiene una tercera. Una reacción es de **descomposición** cuando, a partir de un reactivo, se obtienen dos o más productos. Por último, una reacción es de **sustitución** cuando, a partir de dos o más reactivos, se obtienen dos o más productos. A

- Segundo el sentido de la reacción. Las reacciones irreversibles son aquellas que se producen solamente en un sentido: se indican con una flecha que va de izquierda a derecha. En cambio, las reacciones reversibles se producen en ambos sentidos: se indican con una flecha que va de izquierda a derecha y otra que va de derecha a izquierda. Generalizando, la ecuación química que las representa es del tipo:

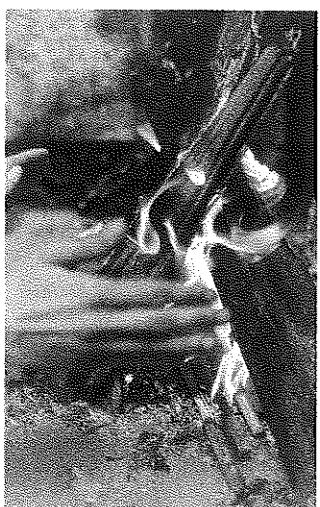


Esto significa que la sustancia A reacciona con la sustancia B para producir las sustancias C y D. Pero, a medida que se producen las sustancias C y D, ellas también entran en reacción y producen nuevamente las sustancias A y B. Estas reacciones pueden llegar a un estado en el cual se produce la misma cantidad de sustancias C y D que la que reacciona nuevamente para volver a obtener A y B. En ese momento, aunque las cantidades no se modifican, la reacción continúa produciéndose. A ese estado de la reacción reversible se lo conoce como **estado de equilibrio**. B

- Segundo se genere o se absorba calor. Las reacciones químicas que producen calor se llaman reacciones exotérmicas, mientras que las que absorben calor se denominan endotérmicas. La cantidad de calor que posee un sistema constituye su entalpía. La entalpía se simboliza con la letra H. En una reacción química, la entalpía de los reactivos es la entalpía inicial (H_i), y la entalpía de los productos, la entalpía final (H_f). La variación de la entalpía (ΔH) se calcula como la diferencia entre la entalpía final y la entalpía inicial:

$$\Delta H = H_f - H_i$$

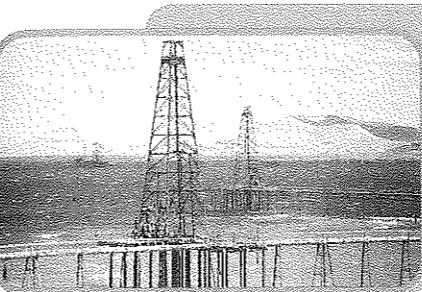
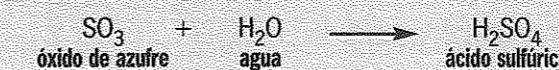
Si la variación de la entalpía es mayor que cero, esto significa que la cantidad de calor al finalizar la reacción es mayor que la cantidad de calor al comienzo. Es decir, el sistema absorbió calor, y, por lo tanto, se trata de una reacción endotérmica. En cambio, si la variación de entalpía es menor que cero, esto significa que la cantidad de calor al finalizar la reacción es menor que al comienzo. Es decir que el sistema liberó calor, y, por lo tanto, la reacción es exotérmica.



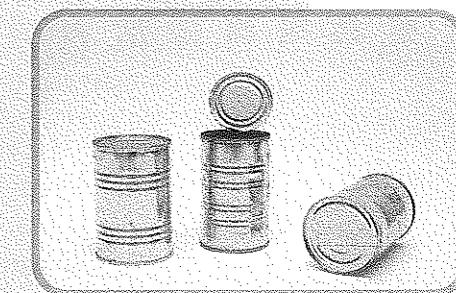
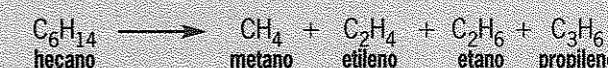
La combustión es una reacción exotérmica, porque genera calor. En la reacción de combustión participan la sustancia que se quema, o combustible, y el oxígeno, o comburente. Algunas de estas reacciones, además de calor, producen luz y llama.

A Reacciones de combinación, de descomposición y de sustitución

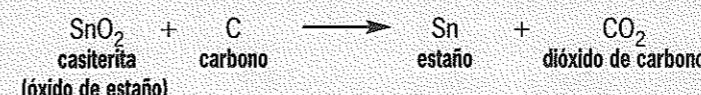
Entre las diversas reacciones químicas que tienen lugar en la atmósfera, se encuentra la formación del ácido sulfúrico, responsable de la "lluvia ácida", a partir de los óxidos del azufre que son liberados por las industrias, y del agua presente en la atmósfera. Se trata de una reacción de **combinación**, ya que, a partir de dos reactivos, se obtiene un producto:



A partir del petróleo se obtienen numerosos hidrocarburos, que luego se utilizan para formar distintas variedades de plásticos. Estas sustancias son, por ejemplo, el propileno y el etileno, que se obtienen a partir de la reacción de **descomposición**, conocida en la industria con el nombre de **craqueo**:



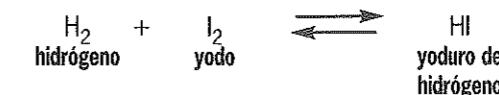
El estaño, que se usa para fabricar las latas de conservas, se obtiene a partir del óxido de estaño, que en la naturaleza se encuentra en forma de un mineral llamado **casiterita**. Para obtener el estaño, se hace reaccionar el mineral con carbono, y se obtiene el metal y monóxido de carbono. Esta es una reacción de **sustitución**:



B Las reacciones reversibles

Un ejemplo de reacción reversible es la que se produce entre el yodo y el hidrógeno. Cuando comienza la reacción, el yodo y el hidrógeno se combinan para formar el yoduro de hidrógeno; al transcurrir un cierto tiempo, parte de este producto comienza a descomponerse en yodo e hidrógeno. Llega un momento en que parece que la reacción se hubiera detenido. Sin embargo, no es así; lo que sucede es que la reacción se encuentra equilibrada: la cantidad de yoduro de hidrógeno que se forma es igual a la que se descompone.

En la ecuación, este proceso se simboliza por medio de la doble flecha:



ACTIVIDADES

1 ¿A qué se llama reacción química?

2 ¿Cómo se representan las reacciones químicas?

3 ¿Cómo se llaman las sustancias que intervienen en una reacción química?

4 Expliquen las distintas formas de clasificar las reacciones químicas. Mencionen un ejemplo para cada categoría.

5 ¿Cómo se llaman las distintas sustancias que intervienen en la combustión?

Las leyes gravimétricas

Leyes gravimétricas

Ley de Lavoisier

Rige la conservación de la masa antes y después de las reacciones.

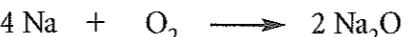
Ley de Proust

Rige la relación entre las masas de los elementos que intervienen para formar un compuesto.

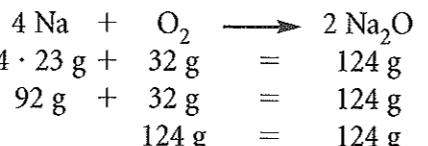
En las Ciencias Naturales, se enunciaron numerosas leyes que rigen los distintos procesos que en ellas se estudian. Las leyes gravimétricas son un grupo de leyes particulares, que establecen lo que ocurre con la masa de sustancias en distintas situaciones. Dentro de este grupo de leyes se encuentran la Ley de la conservación de la masa y la Ley de las proporciones definidas.

La Ley de la conservación de la masa

En una ecuación química, cada uno de los elementos que interviene en una reacción se representa por medio de su símbolo correspondiente. Por ejemplo, la reacción de formación del óxido de sodio se representa mediante la siguiente ecuación:



Los coeficientes de una ecuación química, es decir, los números antepuestos a los símbolos, surgen de aplicar la Ley de la conservación de la masa. Esta ley establece que, antes y después de un fenómeno físico o químico, la masa del sistema, si este se encuentra cerrado, debe permanecer invariable. En la ecuación anterior, se observa:



Una consecuencia de esta ley, en las reacciones químicas, es la conservación de los elementos. Para que la ley se cumpla, la cantidad de átomos de cada elemento, que encontramos entre los reactivos, debe ser igual a la cantidad de átomos del mismo elemento, presentes entre la o las sustancias producto. A

La Ley de las proporciones definidas

Si se desea obtener una determinada cantidad de una sustancia compuesta, por ejemplo, agua, se debe calcular la cantidad necesaria de cada uno de los elementos que participan en la reacción de formación de esa sustancia. Así, para obtener 36 g de agua, se necesitarán 4 g de hidrógeno y 32 g de oxígeno. En cambio, para obtener 18 g de agua, deberían utilizarse 16 g de oxígeno y 2 g de hidrógeno. Haciendo el cociente entre las masas de oxígeno e hidrógeno necesarias en cada caso, se obtiene:

$$\frac{16 \text{ g de oxígeno}}{2 \text{ g de hidrógeno}} = 8$$

$$\frac{32 \text{ g de oxígeno}}{4 \text{ g de hidrógeno}} = 8$$

Es decir, la proporción entre las masas de los reactivos es 8 a 1. Esto es lo que expresa la Ley de las proporciones definidas: "los elementos que se combinan para formar una determinada sustancia compuesta, lo hacen siempre en una relación constante o invariable entre sus masas".

En el ejemplo, esta relación es de 8 a 1. Esto significa que cada 8 g de oxígeno siempre deberá combinarse con 1 g de hidrógeno, para obtener la sustancia compuesta agua.

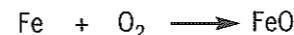
Si las masas de las sustancias que reaccionan no se encuentran en la relación exacta para formar la sustancia compuesta, una de las sustancias sobrará (se dice que se encuentra en exceso) y la otra se consumirá completamente. A esta última sustancia se la denomina reactivo limitante.

A El balanceo de ecuaciones químicas

Para que en una reacción se cumpla la Ley de la conservación de la masa, la cantidad de átomos de los elementos que intervienen en la reacción debe permanecer constante. Dicho de otra forma: la cantidad de átomos de cada elemento, que se encuentra entre los reactivos, debe ser igual a la cantidad de átomos del mismo elemento presente entre la o las sustancias producto.

Al aplicar esta ley a una ecuación química, se deben encontrar los coeficientes para que se cumpla la igualdad en la cantidad de átomos de cada elemento, antes y después de la reacción. Este procedimiento se denomina **balanceo de ecuaciones**.

Si se toma como ejemplo la ecuación de obtención de uno de los óxidos del hierro, se observa que en la ecuación no balanceada no se cumple la Ley de la conservación de la masa, ya que antes de la reacción hay dos átomos de oxígeno, y después de la reacción, solo uno:



El principio de Einstein

A comienzos del siglo XX, el físico Albert Einstein enunció el principio de equivalencia entre la masa y la energía. El principio de Einstein dice que la energía que se libera al destruirse la masa es igual al producto entre dicha masa por el cuadrado de la velocidad de la luz. Su expresión matemática es:

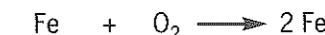
$$E = m \cdot c^2$$

donde E simboliza la energía que se obtiene de la reacción, m es la masa que reacciona y c es el valor de la velocidad de la luz: 300.000 km/s (es una constante).

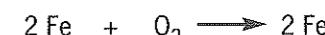
Esta afirmación contradice lo expresado por Lavoisier en su Ley de la conservación de la masa, ya que, si la materia se transforma en energía al producirse las reacciones químicas, parte de la materia desaparece y, por lo tanto, disminuye su masa.

A pesar de haberse comprobado la inexactitud de la Ley de la conservación de la masa, esta se sigue aplicando. Si

Para balancear la ecuación, es necesario considerar un coeficiente dos delante del óxido:



Ahora, la cantidad de átomos de oxígeno en la ecuación está igualada: dos átomos en los reactivos y dos átomos en los productos. Pero no sucede lo mismo con el hierro: hay un átomo de hierro en los reactivos y dos en los productos. Es necesario agregar un coeficiente dos delante del hierro:



Ahora, la cantidad de átomos de hierro también está igualada: dos átomos en los productos y dos en los reactivos.

Este procedimiento es muy importante en Química, porque una reacción que no está balanceada no se puede utilizar para realizar cálculos de laboratorio.

bien es verdad que la materia se transforma en energía en las reacciones químicas, esa transformación es imperceptible en las reacciones de la vida cotidiana, del mismo modo que es imperceptible la disminución de la masa.

El principio de Einstein se verifica en las reacciones nucleares, como las que tienen lugar en el Sol.

El principio de Einstein se verifica en las reacciones nucleares. En este tipo de reacciones, en las que la velocidad de las partículas es muy grande, como también lo es la liberación de energía, es posible observar la disminución de la masa.

ACTIVIDADES

1 Enuncien la Ley de Lavoisier y expliquenla mediante un ejemplo.

2 ¿En qué consiste el procedimiento de balancear una ecuación química?

3 ¿Por qué se debe igualar una ecuación química?

4 ¿Qué expresó Einstein con respecto a la conservación de la masa en las reacciones químicas?

5 ¿Qué repercusiones tiene la observación de Einstein en las reacciones de la vida cotidiana?

6 Enuncien la Ley de Proust y expliquenla mediante un ejemplo.

Las masas de los átomos y de las moléculas

Como los átomos son partículas extremadamente pequeñas, su masa no puede determinarse utilizando una balanza. Para determinar la masa atómica de un elemento, los químicos establecen una comparación, tomando como referencia la masa del átomo de hidrógeno, que es el más pequeño que existe. A la masa del átomo de hidrógeno se la designa **unidad de masa atómica** (uma).

La **masa atómica relativa** (*A*) de un elemento es un número que indica cuántas veces mayor que la unidad de masa atómica es la masa de ese elemento. De este modo, cuando se dice que la masa atómica del oxígeno (A_O) es 16, se expresa que la masa atómica del oxígeno es dieciséis veces mayor que la del hidrógeno.

Por su parte, la **masa molecular** (*M*) de un compuesto se calcula sumando las masas atómicas de cada uno de los elementos que forman parte de la molécula de ese compuesto. Por ejemplo, la masa molecular del agua (M_{H_2O}) se calcula del siguiente modo:

$$\begin{aligned} M_{H_2O} &= 2 \cdot A_H + 1 \cdot A_O = \\ &= 2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = \\ &= 2 + 16 = 18 \end{aligned}$$

Moles y moléculas

En las reacciones habituales de laboratorio, se necesita conocer la masa de las sustancias que forman parte de una reacción química. Como la molécula de una sustancia es muy pequeña, la masa que se mide con la balanza corresponde a millones de moléculas de esa sustancia. Para unificar el criterio, fue necesario establecer una unidad que permitiera considerar una cantidad definida de moléculas que pueden ocupar un recipiente para producir una reacción. A esa unidad de cantidad de materia se la denominó **mol**.

El número de moléculas que contiene un mol recibe el nombre de **número de Avogadro**, y corresponde a $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas. Un mol es una cantidad exacta de materia que puede considerarse para cualquier tipo de sustancia. La diferencia entre el mol de una sustancia y el mol de otra es la masa, ya que el mol tiene siempre el mismo número de moléculas. Por ejemplo, un mol de oxígeno tiene $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas y una masa de 32 gramos. En cambio, un mol de hidrógeno, que tiene la misma cantidad de moléculas, posee una masa de 2 gramos.

La masa de un mol se establece a partir de la masa molecular de la sustancia, calculada con la tabla periódica. Si esa cantidad se expresa en gramos, indica cuál es la masa de un mol de esa sustancia. Por ejemplo:

- 1 mol de ácido sulfúrico (H_2SO_4) tiene una masa de 98 gramos.
- 1 mol de oxígeno (O_2) tiene una masa de 32 gramos.
- 1 mol de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) tiene una masa de 180 gramos. **A** **B**

El volumen molar

El volumen que ocupa un mol de una sustancia se denomina **volumen molar**.

Como el volumen de las sustancias gaseosas se modifica al aumentar o disminuir la temperatura o la presión, en estos casos, es imprescindible indicar las condiciones de presión y de temperatura en las cuales se mide cierto volumen de un gas. En Química, se considera que las condiciones normales de presión y temperatura (CNPT) son valores que corresponden a $0^\circ C$ y una atmósfera de presión.

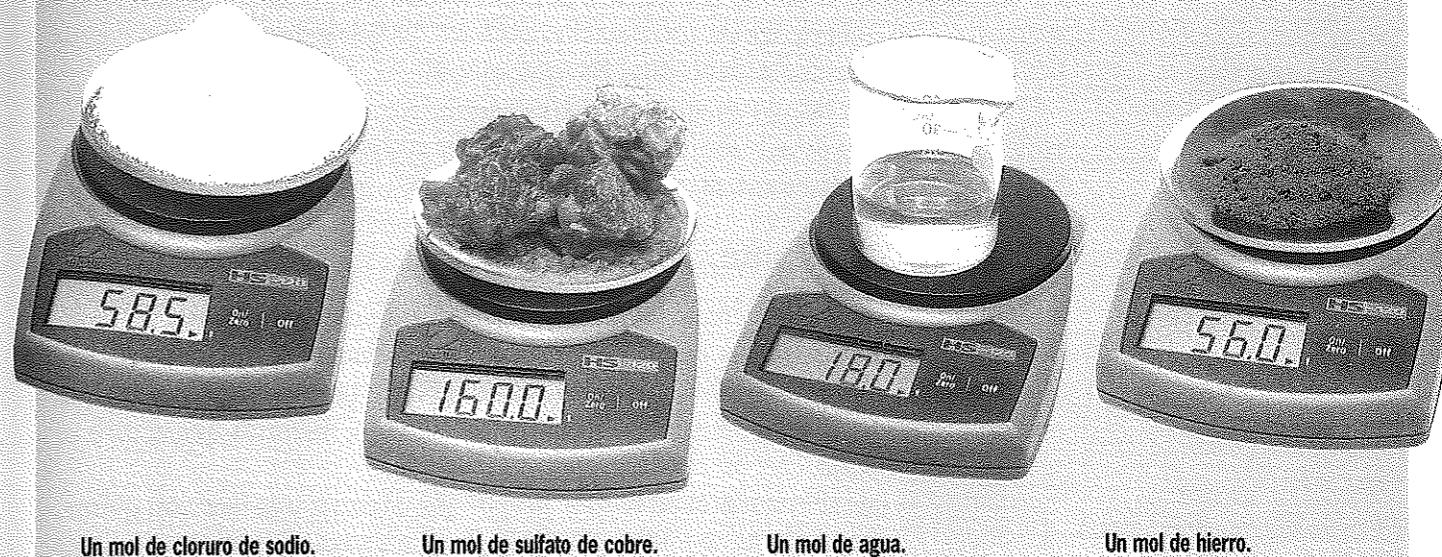
En estas condiciones, el volumen molar de cualquier gas es de 22,4 litros.

Un mol de cualquier sustancia contiene $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas de esa sustancia.

Volúmenes iguales de gases diferentes, en las mismas condiciones de presión y temperatura, tienen igual número de moléculas.

A La masa molar

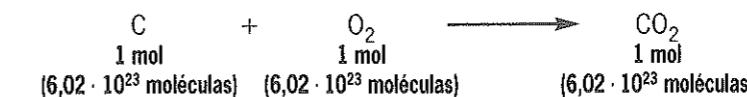
La **masa molar** de una sustancia es la masa (expresada en gramos) de un mol de dicha sustancia.



B El cálculo de la masa en una reacción

Teniendo en cuenta la Ley de Lavoisier, que establece que en todo fenómeno físico o químico en un sistema cerrado se mantiene la masa constante, y aplicando el concepto de mol de moléculas, es posible calcular la cantidad de sustancia que interviene en una reacción química, a partir de las masas atómicas de la tabla periódica.

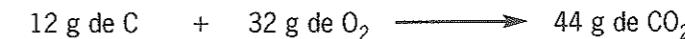
Por ejemplo, en la reacción de formación del dióxido de carbono:



La masa atómica del carbono es 12; por lo tanto, un mol de carbono tiene una masa de 12 gramos.

La masa atómica del oxígeno es 16; por lo tanto, un mol de la sustancia oxígeno, que posee una molécula biatómica, tiene una masa de 32 gramos.

A partir de estos datos, se realiza el cálculo de las masas en la reacción:



Se verifica que se cumple la Ley de Lavoisier, porque la suma de las masas de los reactivos es igual a la masa del producto.

ACTIVIDADES

1 ¿A qué se llama masa atómica relativa? ¿Y masa molecular relativa?

2 ¿Qué es un mol?

3 ¿Qué valor tiene el número de Avogadro? ¿Qué expresa este número?

4 ¿Cuántas moléculas hay en un mol de agua? ¿Y en un mol de hidrógeno?

5 ¿A qué se llama volumen molar?

6 ¿Qué volumen ocupa un mol de gas metano (CH_4), en CNPT? ¿Y un mol de gas amoníaco (NH_3)?

Estequiometría

La Estequiometría es la parte de la Química que estudia la relación entre las masas, los volúmenes, los moles y las moléculas que intervienen en una reacción.

En un laboratorio, habitualmente se debe realizar una serie de cálculos numéricos para averiguar la masa, el volumen, el número de moles o de moléculas de las sustancias que intervienen en una reacción química. La parte de la Química que se ocupa de estos cálculos se denomina Estequiometría.

Para realizar un cálculo estequiométrico es necesario conocer cuáles son los reactivos y los productos de la reacción, y balancear la fórmula correctamente, teniendo en cuenta que en las reacciones se cumplen siempre las leyes de Lavoisier y Proust. A

El reactivo limitante

Según la Ley de Proust, cuando dos elementos se combinan para formar un compuesto, la relación entre sus masas es constante. Esta relación se aplica para toda reacción química de combinación o de sustitución; por lo tanto, puede suceder que uno de los reactivos sobre, por estar en mayor proporción, mientras que el otro se consume totalmente.

Al reactivo que se encuentra en menor proporción durante una reacción química, es decir, el que se consume totalmente, se lo denomina reactivo limitante. De él dependen las cantidades de producto que se obtengan.

Por ejemplo, para obtener en un laboratorio 98 g de ácido sulfúrico, deben combinarse exactamente 80 g de óxido sulfúrico con 18 g de agua. En el caso de que se mezclen 80 g de óxido sulfúrico con 25 g de agua, al finalizar la reacción se habrán obtenido 98 g de ácido sulfúrico, y 7 g de agua quedarán sin reaccionar. En este último caso, el reactivo limitante es el óxido sulfúrico, y el agua es el reactivo que está en exceso.

Pureza de los reactivos y rendimiento de la reacción

En muchas ocasiones, los reactivos que se utilizan en un laboratorio no se encuentran en estado de pureza completa. Por esta razón, en el envase suele aparecer la indicación del grado de pureza del reactivo. Generalmente, el grado de pureza de un reactivo se expresa en forma de porcentaje.

Por ejemplo, si el envase indica que el hidróxido de calcio presenta una pureza del 90 %, esto significa que, de cada 100 g de hidróxido de calcio que contiene ese envase, solo 90 g están puros. Este dato es muy importante en el momento de producir una reacción química, porque implica que solo reaccionarán 90 g de cada 100 gramos que se coloquen para hacer reaccionar.

Otro dato que se tiene en cuenta en el laboratorio es el rendimiento de la reacción, que también se expresa como un porcentaje.

Por ejemplo, si la reacción de obtención del ácido sulfúrico rinde un 95 %, esto implica que, de cada 100 g de ácido que se espera obtener, según el cálculo, en realidad se obtienen 95 g. Este dato es relevante para conocer la cantidad de producto que se obtendrá realmente.

Por lo tanto, para todo cálculo estequiométrico en un laboratorio químico, se necesita conocer la pureza de los reactivos, el rendimiento de la reacción, y cuál es el reactivo limitante.

Además, en caso de estar maniobrando sustancias gaseosas, es de suma importancia establecer cuáles son las condiciones de presión y temperatura en las que se está trabajando, porque el volumen de un gas es muy sensible a los cambios de presión y de temperatura en el ambiente.

En todo cálculo estequiométrico, se debe tener en cuenta:

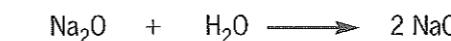
- El reactivo limitante.
- La pureza de los reactivos.
- El rendimiento de la reacción.
- Las condiciones ambientales de presión y temperatura.

A ¿Cómo se realizan los cálculos en el laboratorio?

Si se solicita que se obtengan, en el laboratorio, 200 g de hidróxido de sodio (NaOH), lo primero que se debe saber es cuáles son los reactivos que tienen que reaccionar y qué cantidad de cada uno de ellos se necesita.

El primer problema que surge es, entonces: ¿qué cantidad de óxido de sodio y qué cantidad de agua deben reaccionar para obtener 200 g de hidróxido de sodio?

Para resolver este problema, primero hay que plantear la ecuación correspondiente y balancearla correctamente:



A continuación, se plantea el siguiente problema: ¿qué relación, entre las masas de los compuestos, según la tabla periódica, debe cumplirse para que estos reactivos reaccionen totalmente?

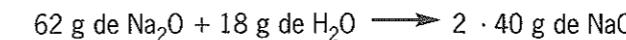
Para resolver este problema, se calculan las masas moleculares, a partir de las masas atómicas:

$$M_{\text{Na}_2\text{O}} = 2 \cdot A_{\text{Na}} + 1 \cdot A_{\text{O}} = 2 \cdot 23 + 1 \cdot 16 = 62$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot A_{\text{H}} + 1 \cdot A_{\text{O}} = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 18$$

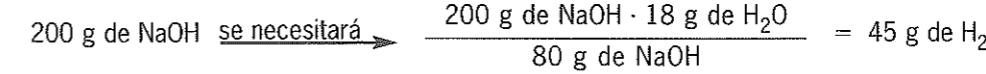
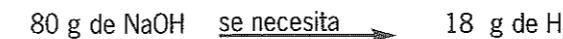
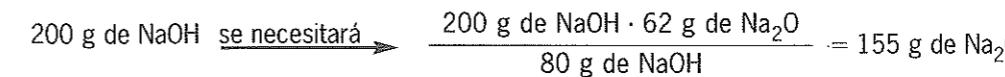
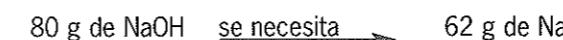
$$M_{\text{NaOH}} = 1 \cdot A_{\text{Na}} + 1 \cdot A_{\text{O}} + 1 \cdot A_{\text{H}} = 23 + 16 + 1 = 40$$

Según la ecuación balanceada: 1 mol de Na_2O reaccionará con 1 mol de H_2O para producir 2 moles de NaOH :



Comprobamos que se cumple la ley de Lavoisier, porque la suma de las masas antes de la reacción es igual a la suma de las masas después de esta.

También se comprueba, con estos datos, que, para obtener 80 g de hidróxido de sodio, deben reaccionar 62 g de óxido de sodio y 18 g de agua. Para que se cumpla la Ley de Proust, ¿qué cantidad de óxido de sodio y qué cantidad de agua deben reaccionar para obtener 200 g de hidróxido de sodio?



Realizando estos cálculos estequiométricos, es posible resolver el problema: para obtener 200 g de hidróxido de sodio, hay que combinar, en un recipiente adecuado, 155 g de óxido de sodio con 45 g de agua, medidos con una balanza.

ACTIVIDADES

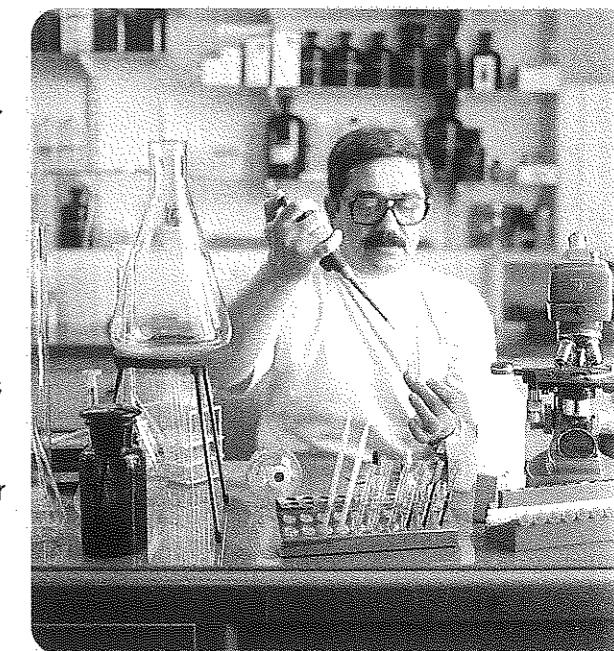
1 ¿Qué es la Estequiometría?

2 ¿Cómo se expresa la pureza de un reactivo?

3 Para una reacción, se utilizan 150 g de agua, que tiene una pureza del 90 %. ¿Qué cantidad de agua reaccionará exactamente?

4 ¿Qué es el rendimiento de una reacción? ¿Cómo se expresa?

5 Si, una vez producida una reacción química se deberían obtener 250 g de cloruro de sodio (NaCl), y se sabe que la reacción tiene un rendimiento del 85 %, ¿qué masa de cloruro de sodio se obtiene, en realidad?



En un laboratorio farmacéutico

En las farmacias, se preparan diariamente distintos remedios, a solicitud de los médicos. A estos medicamentos preparados en el momento, se los denomina **recetas magistrales**.

Para la elaboración de estos preparados, los farmacéuticos deben guiarse por las cantidades estipuladas por el médico y por la *Farmacopea Argentina*, que es el libro oficial, actualizado periódicamente, donde se encuentran registradas las preparaciones magistrales clásicas, es decir, se indica la forma de preparación y las cantidades necesarias de cada reactivo para la elaboración de un producto.

Por ejemplo, un medicamento que se prepara habitualmente en la farmacia es la limonada de citrato de magnesio, conocida como limonada Rogé. Este medicamento, que posee propiedades laxantes, es utilizado en medicina como complemento para los estudios radiológicos. Al producir una evacuación total de la masa ocupante del intestino, permite una mejor visualización de los órganos que se desea observar a través de la imagen radiológica.

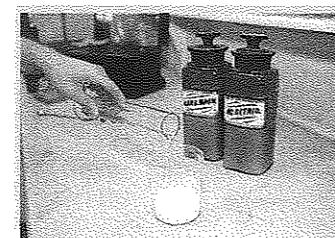
Según la *Farmacopea Argentina*, la preparación de limonada Rogé es la siguiente:



1. En un recipiente adecuado, colocar 30 g de ácido cítrico y 18 g de carbonato de magnesio.



2. Mezclar bien ambas sustancias.



3. Añadir, midiendo con una probeta, 170 ml de agua destilada, fría o caliente. De esta forma, los reactivos se combinan y se obtiene el citrato de magnesio.



4. Cuando cesa la efervescencia, que se produce por la liberación de gas en la reacción, y el líquido se encuentra límpido, agregar unas gotas de jarabe de limón y algún edulcorante, para otorgarle a la solución propiedades organolépticas más agradables.



5. Trasvasar la preparación a un matraz aforado de 250 ml y añadir agua destilada hasta completar ese volumen.



6. Filtrar la solución para eliminar las impurezas que puedan haber quedado en la preparación.

Estas cantidades deben respetarse rigurosamente si se quiere preparar 250 ml de solución. En caso de preparar otras cantidades, es necesario realizar cálculos estequiométricos para saber qué proporción de cada uno de los reactivos hay que combinar. Por ejemplo:

- Para preparar 250 ml de limonada Rogé, se necesitan 30 g de ácido cítrico y 18 g de carbonato de magnesio.
- Para preparar 500 ml de limonada Rogé, se necesitan 60 g de ácido cítrico y 36 g de carbonato de magnesio.
- Para preparar 125 ml de limonada Rogé, se necesitan 15 g de ácido cítrico y 9 g de carbonato de magnesio.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué es una receta magistral?
2. ¿Qué es la *Farmacopea Argentina*?
3. ¿Qué guía sigue un farmacéutico para la preparación de una receta magistral?
4. ¿En qué consisten los cálculos estequiométricos que deben realizarse en una farmacia?

- 1** Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). Redacten nuevamente las que marcaron como falsas, de modo que se conviertan en verdaderas:

- Una reacción endotérmica es aquella que libera calor.
- La Ley de Lavoisier solamente se verifica en los fenómenos químicos.
- Un mol de cualquier sustancia tiene $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas.
- El volumen ocupado por un mol de cualquier sustancia gaseosa en CNPT es de 22,4 litros.
- La Ley de Proust establece que, cuando dos sustancias se combinan para formar un compuesto, lo hacen en una relación constante entre sus masas.
- El principio de Einstein confirma la Ley de Lavoisier.
- La combustión es una reacción exotérmica de combinación.

- 2** Relacionen, mediante flechas, cada indicación de la columna de la izquierda con su valor correspondiente, en la columna de la derecha:

Masa de 1 mol de agua (H_2O)

Masa de $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas de glucosa ($C_6H_{12}O_6$)

Volumen de 1 mol de hidrógeno (H_2), en CNPT

Masa de 22,4 litros de dióxido de carbono (CO_2), en CNPT

22,4 litros

18 g

180 g

44 g

- 3** Señalen la opción correcta para completar cada oración:

- a) Un mol de hidróxido de sodio ($NaOH$) tiene una masa de...

...42 gramos. ...4,2 gramos.

...40 gramos. ...400 gramos.

- b) Tres moles de gas monóxido de carbono (CO) ocupan un volumen de...

...22,4 litros. ...224 litros.

...67,2 litros. ...1 litro.

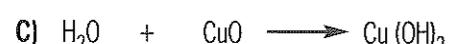
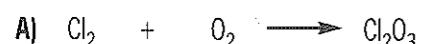
- c) En un recipiente que contiene 36 g de agua, hay...

... $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas. ... $60,2 \cdot 10^{23}$ moléculas.

... $1,2 \cdot 10^{24}$ moléculas.

3. Análisis de reacciones químicas

Dadas las siguientes reacciones químicas:



a) Realicen los balanceos correspondientes.

b) Clasifiquen las reacciones, según sean de combinación o de descomposición.

c) Calculen la masa molecular de cada una de las sustancias que intervienen en cada reacción.

d) Verifiquen si se cumple la Ley de Lavoisier.

e) Completan la tabla siguiente:

Reacción	A	B	C	D
Reactivos				
Productos				

f) Clasifiquen las sustancias que intervienen en simples y compuestas.

g) Indiquen a qué familia pertenece cada una de las sustancias compuestas.

4. Resolución de problemas

Resuelvan los siguientes problemas, aplicando los conceptos y los procedimientos que estudiaron en el capítulo:

a) Dada la siguiente ecuación química:



- Igualen la ecuación.

- La relación de masas en la cual se combinan el nitrógeno y el oxígeno para generar el óxido es de 7 g de nitrógeno cada 20 g de oxígeno. ¿Cuál será el reactivo limitante si se combinan 30 g de nitrógeno con 9 g de oxígeno? ¿Cuál estará en exceso? ¿En qué cantidad? ¿Cuánto producto se obtendrá?

b) En el laboratorio hay un recipiente que contiene 400 g de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$):

- ¿Cuántos moles de glucosa hay en el recipiente?
- ¿Cuántas moléculas de glucosa hay en el recipiente?

c) Se necesitan 5 moles de azúcar ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) para utilizar en una reacción de laboratorio.

- ¿Qué masa de azúcar hay que medir?
- ¿Cuántas moléculas de azúcar están contenidas en esa masa?

d) Una garrafa contiene 10 kg de gas butano (C_4H_{10}).

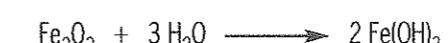
- ¿Cuántos moles de gas hay?
- ¿Cuántas moléculas?

- ¿Qué volumen de gas está encerrado en la garrafa? (Observen que el resultado obtenido es un valor muy alto. Esto se debe a que el gas se "guarda" en la garrafa a muy alta presión y muy baja temperatura, lo que provoca un cambio de estado: el gas butano se comercializa en estado líquido. Al abrir la válvula, tiene lugar un aumento repentino de la temperatura y una disminución brusca de la presión, lo que produce el cambio instantáneo del estado líquido al gaseoso.)

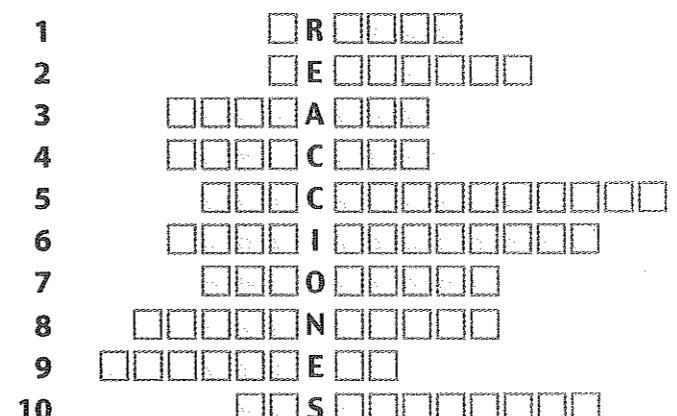
e) ¿Qué masa de aluminio se necesita para preparar 100 g de óxido de aluminio, según la siguiente reacción?



f) ¿Cuántos moles de hidróxido férrico se obtendrán al hacer reaccionar 30 g de óxido férrico, con exceso de agua, según la siguiente reacción?



g) Si la reacción de obtención de dióxido de carbono tiene un 95 % de rendimiento, ¿qué masa de dióxido de carbono se obtendrá al hacer reaccionar 3 moles de carbono con la cantidad necesaria de oxígeno?

**5. Resuelvan el siguiente grafograma:****Referencias**

1. Científico que enunció la Ley de las proporciones definidas.
2. Sustancia que se encuentra antes de producirse una reacción química.
3. Científico cuyo nombre identifica al número $6,02 \cdot 10^{23}$.
4. Forma de representación de las reacciones químicas.
5. Reacción química en la que, a partir de una sustancia, se obtienen dos o más.
6. Leyes que relacionan las masas de las sustancias en las reacciones.
7. Científico que enunció la Ley de la conservación de la masa.
8. Reacción química en la que, a partir de dos o más sustancias, se obtiene otra.
9. Átomo con el cual se compara a las moléculas para calcular su masa.
10. Reacción química en la cual, a partir de dos o más sustancias, se obtienen otras distintas.

Los materiales ocupan un lugar primordial en la vida cotidiana. Los actuales avances de la ciencia y la tecnología nos permiten contar con una gran variedad de materiales que se pueden procesar, modificar y utilizar para diversos fines. El crecimiento de las sociedades industrializadas determina la necesidad de crear día por día nuevos materiales livianos, resistentes y adaptables a diversos usos. El descubrimiento y el estudio de nuevos materiales, así como el conocimiento de su origen, de su composición y de sus propiedades, favorecen nuestra calidad de vida.

BANCO DE DATOS

Contenidos

- Clasificación de los materiales según su origen.
- Los metales y la siderurgia.
- Fibras naturales y artificiales.
- La cerámica.
- El vidrio.
- Los plásticos y el caucho.
- El papel.

El origen de los materiales

Los materiales pueden obtenerse de la naturaleza, o pueden fabricarse industrialmente, aplicando una serie de procesos químicos. En este último caso, se dice que son artificiales o sintéticos.

Los materiales naturales pueden clasificarse según sean utilizados directamente por el hombre o deban pasar, previamente, por algún proceso de elaboración; se dice que estamos en presencia de materiales naturales sin elaboración o de materiales elaborados, respectivamente.

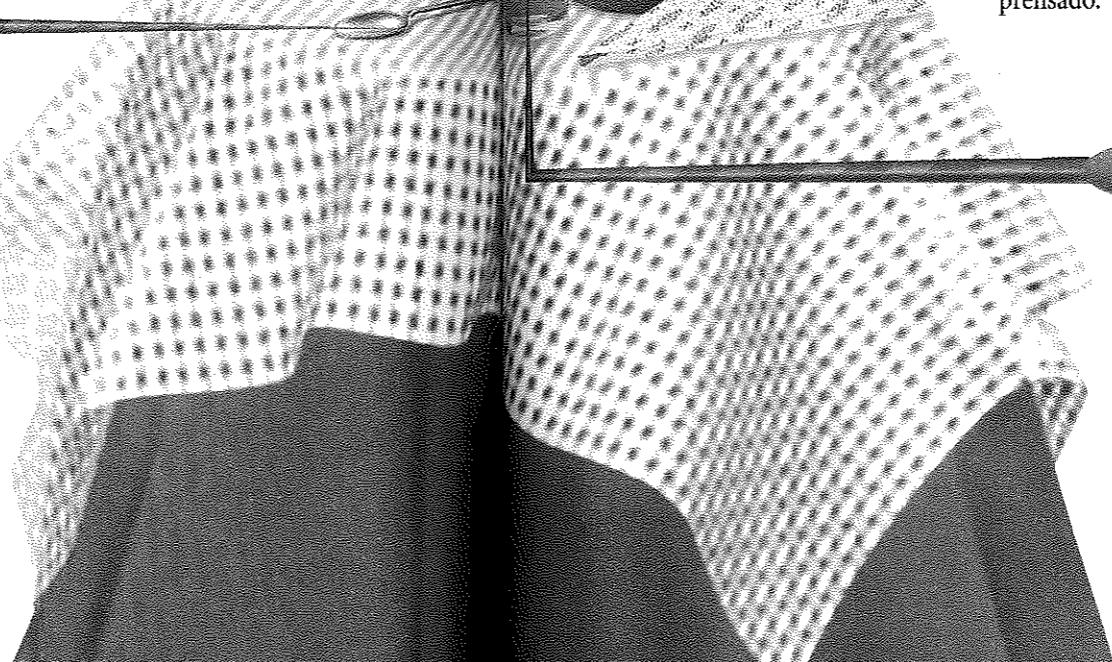
La cerámica

es un material procesado, cuya materia prima son los óxidos de silicio y de aluminio. Se utiliza para fabricar piezas destinadas a diversos usos.



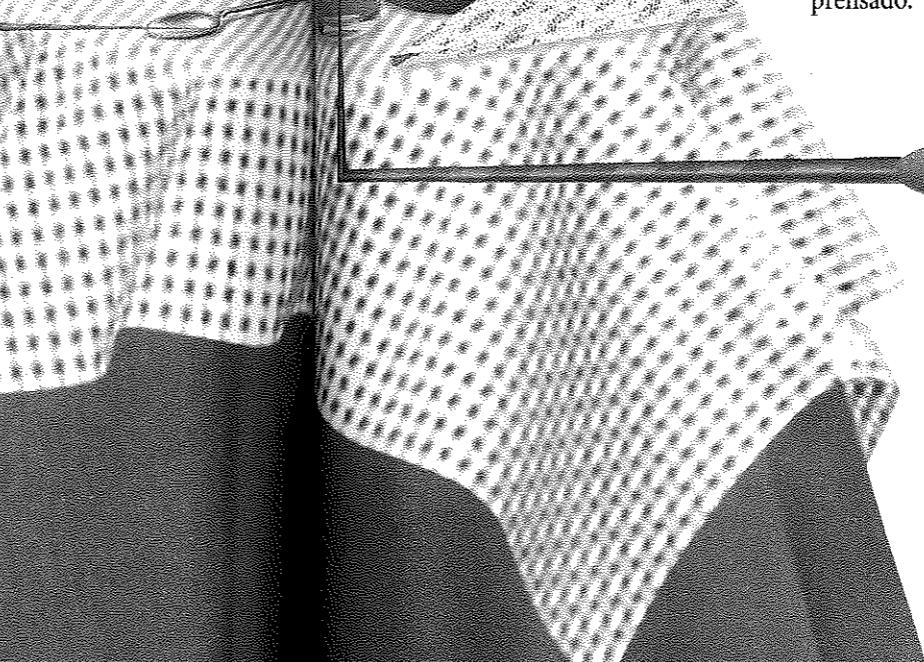
Los metales

son materiales naturales de origen mineral. En la naturaleza, se encuentran en estado libre o formando parte de minerales. En este último caso, los minerales deben ser sometidos a procesos químicos, para la extracción del metal.



El granito

es un material natural de origen mineral. Es una roca compacta y dura, compuesta por cuarzo, mica y feldespato. Excelente material de construcción y pavimentación.



El plástico

es un material sintético, fabricado generalmente con derivados del petróleo, que son sometidos a procesos químicos que alteran su composición.

El papel

es un material natural, que requiere de un proceso de elaboración para su utilización cotidiana. Se elabora a partir de la pasta de celulosa extraída de la corteza de los árboles y sometida a un proceso de blanqueado y prensado.

El vidrio

es un material artificial o sintético que se prepara a partir de la combinación del óxido de silicio con otras sustancias químicas.

El algodón

es una fibra natural de origen vegetal. Es un sólido blanco constituido básicamente por celulosa.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

a) ¿En qué se diferencian los materiales naturales y los sintéticos?

b) ¿Qué son los materiales elaborados? Den un ejemplo.

c) ¿Cómo se obtiene el plástico?

d) ¿Cómo se obtiene la cerámica?

e) ¿Cuál es el origen del papel?

f) ¿De qué maneras pueden encontrarse los metales en la naturaleza?

2 Según la información que se deduce de la infografía, completen el siguiente cuadro, marcando con una cruz el casillero correspondiente:

Materiales	Naturales	Artificiales
Vidrio		
Metal		
Plástico		
Cerámica		
Algodón		
Granito		
Papel		

3 ¿En qué grupo incluirían a los siguientes materiales?:

- sal común
- goma
- lana
- jugo de naranja en polvo
- agua mineral

Los metales

Metales
Presentan brillo
Son dúctiles y maleables
Son buenos conductores del calor
Son buenos conductores de la electricidad
Son resistentes a la tracción

La mayoría de los metales se encuentra en la naturaleza formando parte de minerales, como los óxidos, los sulfuros, los carbonatos, los silicatos, etc. La metalurgia se ocupa de los procesos adecuados para la extracción de cada metal, a partir del mineral correspondiente.

Los procedimientos que se aplican en los procesos de extracción de los metales, a partir de los minerales, pueden ser mecánicos, químicos o electroquímicos. En los procedimientos mecánicos, se utilizan instrumentos adecuados para lograr la trituración, el tamizado, el lavado, la levigación y la flotación del material. En los procedimientos químicos, se aprovechan las reacciones químicas para obtener los metales por tostación, calcinación o reducción. Por último, en los procedimientos electroquímicos, se realiza la descomposición del mineral por acción de la corriente eléctrica.

Los metales son sólidos a temperatura ambiente, a excepción del mercurio, que es líquido. Son muy buenos conductores del calor y de la electricidad, tienen forma compacta en estado sólido y presentan brillo. Son maleables, es decir que se pueden reducir a finas láminas. También son dúctiles; esto significa que con ellos se pueden formar hilos muy delgados y de gran resistencia a la tracción, es decir, a la ruptura por la aplicación de una fuerza longitudinal sobre ellos.

En todos los metales que son atacados por los ácidos se forman sales; y, en contacto con el oxígeno del aire, sobre ellos se forma una película de óxido. En algunos metales, como en el caso del aluminio, esta película de óxido es adherente y cumple una función de protección, porque evita que el proceso de oxidación continúe. En los casos en que el óxido no se adhiere al metal, el proceso de oxidación continúa, de modo que se genera el fenómeno de la corrosión.

El metal más empleado por el hombre en sus distintas tareas es el hierro. Por ese motivo, se ideó una serie de procesos de protección para los objetos de hierro, una vez librados de la primera capa de óxido y de la suciedad que los recubre. A B

Las aleaciones

Una aleación es una mezcla compacta de dos o más metales, aunque, a veces, puede participar algún no metal en la composición de la mezcla. Habitualmente, las aleaciones se preparan fundiendo los componentes juntos, de modo que se forme una solución, que luego se deja enfriar, tomando las precauciones necesarias para evitar que se oxide.

Si uno de los metales de la mezcla es el mercurio, la aleación se denomina amalgama, en tanto que, si la mezcla es de hierro y carbono, la aleación se denomina acero. Otras aleaciones de uso habitual son: el bronce, muy utilizado en arte y construcción, que se obtiene básicamente a partir del cobre y del estaño; el duraluminio, utilizado en la aeronáutica y en la industria automotriz por ser resistente y liviano, que es una mezcla de aluminio, cobre y otros metales en menor proporción, y el acero inoxidable, utilizado para fabricar utensilios de cocina, que tiene una elevada proporción de cromo y níquel, lo que lo hace especialmente resistente a la corrosión.

Las aleaciones confieren a los materiales propiedades que no tiene cada uno de los componentes por separado. Por ejemplo, aunque su aspecto es similar al de los componentes, presentan menor ductilidad y maleabilidad que cada uno de ellos por separado. En general, las aleaciones se elaboran para hacer más resistentes aquellos metales que, por su escasa dureza, se desgastan con el uso, para disminuir su fragilidad o para aumentar su resistencia a la corrosión.



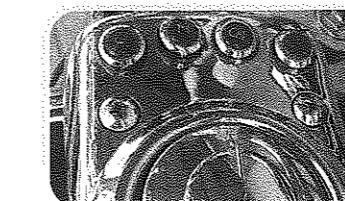
Las monedas se fabrican con aleaciones, para aumentar su dureza.

A Para evitar la corrosión

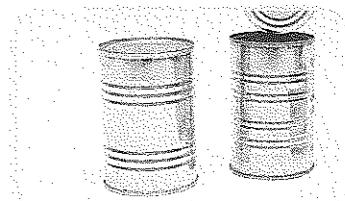
Un proceso habitual para proteger a los objetos metálicos de la corrosión consiste en recubrirlos con una capa de otro metal. El proceso se realiza haciendo actuar la corriente eléctrica entre ambos metales, e interponiendo entre ellos una sustancia líquida, de modo que se adhieran fuertemente.



El galvanizado es un proceso químico que consiste en aplicar una capa de zinc sobre el hierro. Es utilizado, entre otras cosas, para proteger algunas piezas que se utilizan en la construcción.



El cromado se utiliza para cubrir piezas de vehículos, a las que brinda una alta resistencia. El procedimiento consiste en cubrir los objetos de hierro, con capas sucesivas de cobre, níquel y cromo.



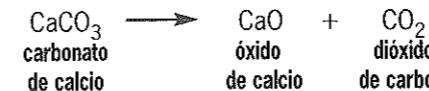
El estañoado consiste en recubrir las dos caras de una chapa de hierro, con una fina película de estaño. El producto de este proceso es la hojalata.

B La siderurgia

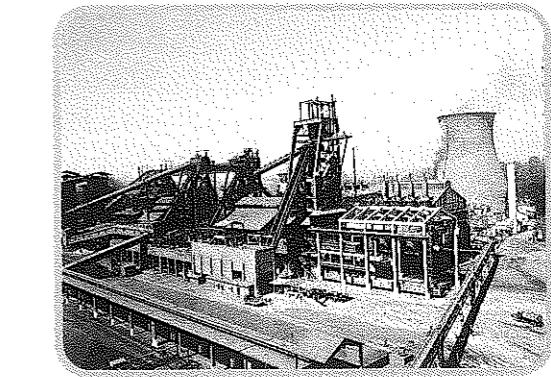
En la naturaleza, el hierro se encuentra pocas veces en estado puro. Generalmente, forma parte de óxidos y sales. Para obtener el hierro puro, se aplican los procesos de calcinación o tostación del mineral, que sirven para separar el agua y la materia orgánica que contenga, y, a continuación, la reducción con carbón y la purificación, que permite eliminar las impurezas que quedan. El conjunto de estos procesos constituye la siderurgia o metalurgia del hierro.

Para realizar la reducción, se utilizan los altos hornos, que son construcciones que pueden tener entre 30 m y 50 metros de altura. En el interior de estas torres, se producen dos corrientes de material: la carga sólida, que desciende, y los gases calientes, que ascienden.

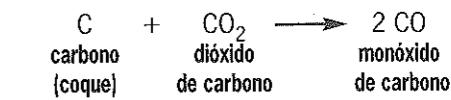
1. El proceso comienza con una carga de carbón (coque), que se enciende para calentar el horno.
2. Se carga luego el mineral de hierro ya calcinado (Fe_2O_3).
3. Se agrega carbonato de calcio ($CaCO_3$) que, al calcinarse, produce dióxido de carbono (CO_2):



4. El dióxido de carbono (CO_2), al entrar en contacto con el carbono (coque), reacciona generando monóxido de carbono (CO).



Aceros Zapla, en la provincia de Jujuy.



5. El monóxido de carbono reacciona con el mineral de hierro, produciendo hierro líquido, según la siguiente reacción:



6. En la parte inferior del alto horno se recoge el hierro fundido, mezclado con una pequeña cantidad de carbono. Esta mezcla se denomina arrabio, hierro fundido o hierro colado.

7. A partir del arrabio, se pueden obtener, mediante nuevos procesos, hierro dulce (que es el hierro muy maleable, resistente, tenaz, que se puede forjar), o distintas aleaciones, entre ellas, el acero.

ACTIVIDADES

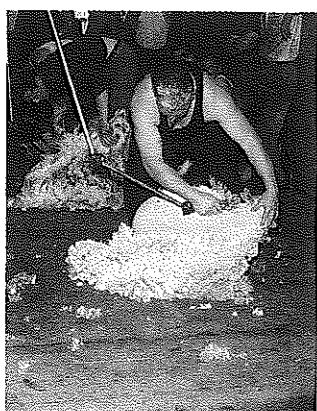
1 ¿Cuáles son las propiedades de los metales? Den ejemplos de cada una de ellas.

2 ¿Cómo se puede proteger a los metales de la corrosión? ¿Qué procesos pueden realizarse con ese fin?

3 ¿Qué son las aleaciones? Nombren tres de ellas, e indiquen su uso concreto.

4 Expliquen los pasos que se siguen para obtener acero a partir del mineral de hierro.

Las fibras textiles



La lana se extrae del animal mediante la esquila. Una oveja produce entre 4 kg y 10 kg de lana por año.



Las distintas variedades comerciales del algodón dependen de la longitud, el color, la resistencia, el enruleamiento y la uniformidad de la fibra.



La seda natural se obtiene a partir del capullo de un gusano.

Los materiales denominados fibras textiles abarcan el conjunto de las sustancias que, una vez procesadas, pueden servir para fabricar tejidos.

El origen de las fibras textiles puede ser variado. Las hay artificiales y naturales, y, dentro de estas últimas, de origen animal o vegetal. La lana y la seda son ejemplos de fibras de origen animal. El algodón, el lino, el cáñamo, el yute, entre otras, son fibras de origen vegetal. Las sedas sintéticas y el nailon son ejemplos de fibras artificiales.

La lana

Esta fibra textil, de origen animal, se obtiene a partir de la oveja, aunque también se denomina así al producto de la llama, la cabra, la vicuña y la alpaca.

Desde el punto de vista químico, la lana está formada por una proteína denominada queratina. La lana es soluble en una solución de hidróxido de sodio, no es atacada por los ácidos, es higroscópica (es decir que absorbe la humedad del ambiente) y se quema con dificultad, produciendo el olor característico a "pelo quemado". Sus fibras, observadas al microscopio, son delgadas (15 micrones a 50 micrones) y se presentan en forma superpuesta.

El algodón

Esta fibra textil, de origen vegetal, se obtiene a partir de una planta originaria de la India, el algodonero. El fruto del algodonero, que es anual, consiste en una cápsula con varias cavidades, dentro de las cuales se encuentran las semillas, recubiertas por hebras blancas y largas. Cuando el fruto madura, esas cavidades se abren como "copos", los cuales son recolectados en forma manual o con máquinas.

Desde el punto de vista químico, el algodón está constituido, en su gran mayoría, por un polisacárido denominado celulosa. Entra en combustión rápidamente, sin dejar olor, y se disuelve en hidróxido de sodio y en ácidos. Las fibras de algodón tienen entre 10 micrones y 50 micrones de espesor, y una longitud de entre 1 cm y 5 cm. A diferencia de las fibras de lana, presentan forma achatada, poseen menos resistencia a la tracción y son menos elásticas. ■■■

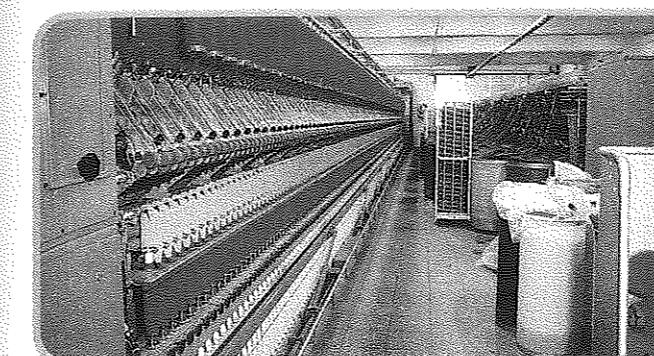
Las fibras artificiales

Las fibras artificiales tienen, actualmente, una gran importancia comercial, ya que sus numerosas ventajas les permiten reemplazar, en gran medida, a las fibras naturales. Entre esas ventajas se encuentran su durabilidad, el escaso planchado que requieren y los costos menores que los de las fibras naturales. Se clasifican en dos grandes grupos, según se fabriquen a partir de la celulosa (fibras celulósicas), o no (fibras sintéticas no celulósicas).

Entre las primeras se encuentran las sedas artificiales: la seda viscosa y la seda al acetato. En realidad, estas sustancias son semiartificiales, ya que se obtienen a partir de la celulosa, que es un producto natural.

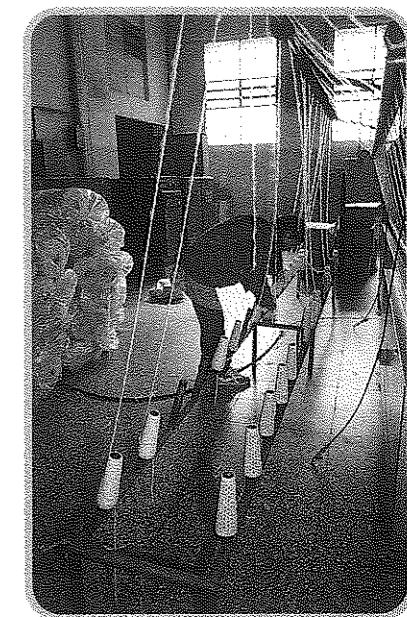
Entre las fibras sintéticas no celulósicas, la de uso más habitual es el nailon. Desde el punto de vista químico, se trata de una poliamida, un polímero de una molécula con función amida. Las propiedades del nailon son muy semejantes a las de la seda natural: permite obtener telas resistentes, que no absorben la humedad, y que no son atacadas fácilmente por los agentes químicos. ■■■

A La obtención de las fibras naturales



Los vellones de lana que se obtienen en la esquila de la oveja están impregnados de gran cantidad de grasa, que se origina por la transpiración del animal, y de restos de excrementos y de vegetales. Para eliminar estas impurezas, se los lava con una solución de jabón, carbonato de sodio y detergente. Luego, la lana limpia se somete a varios procesos. En el cardado, los vellones pasan por cilindros rotatorios dentados, que abren las hebras. A través del peinado, las fibras quedan alineadas, en forma paralela. Finalmente, las hebras se unen y se retuercen para lograr un hilado más resistente, que se enrolla en bobinas para su comercialización.

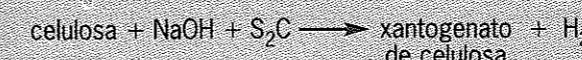
Los copos de algodón, luego de ser extraídos de la planta, se colocan en una máquina llamada desmotadora. La desmotadora está formada por unos cilindros rotativos con dientes, que separan las fibras de las semillas, con la ayuda de una corriente de aire. Luego de este paso, la fabricación de los hilados de algodón continúa con los mismos procesos que se aplican en la obtención de los hilados de lana: el cardado, el peinado, el retorcido y el estirado.



B La obtención de las fibras artificiales

La **seda viscosa** es una fibra artificial que se obtiene a partir de la celulosa. Su nombre químico es **xantogenato de celulosa**. Comercialmente, se la conoce también como **rayón**. Presenta una textura muy similar a la del algodón, pero posee más brillo y resistencia, características que la asemejan a la seda natural.

La reacción para la obtención de esta fibra es la siguiente:



La **seda al acetato** es otra variedad de seda artificial, que se obtiene a partir del tratamiento de la celulosa con ácido acético. Se trata de un producto suave y flexible, con una textura muy semejante a la de la seda natural.

La reacción para la obtención de esta fibra es la siguiente:



El **nilon** es una fibra artificial no celulósica. Se obtiene a partir de la unión (polimerización) de entre 500 y 1000 moléculas de una sustancia, cuya fórmula es la siguiente:



Es una fibra muy elástica y resistente. Se la usa en la confección de medias de mujer, paracaídas, cuerdas, entre otras aplicaciones.

ACTIVIDADES

- 1 ¿A qué materiales se los denomina fibras textiles?
- 2 ¿Cómo se clasifican las fibras textiles?
- 3 ¿Qué sustancia química predomina en la composición del algodón? ¿Y en la de la lana?
- 4 Mencionen las características generales de las fibras de lana y de algodón.
- 5 ¿A qué procesos son sometidas las fibras de lana y algodón para obtener hilados a partir de ellas?
- 6 ¿Qué es una fibra semiartificial? ¿A qué se debe esta denominación?
- 7 Mencionen las características de las sedas artificiales estudiadas. ¿Cómo se las clasifica?

La cerámica



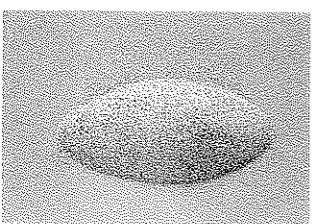
La arcilla es una mezcla de óxidos de silicio y aluminio.

La cerámica presenta numerosas utilidades: se usa en la fabricación de vajilla, sanitarios, y muchos materiales de construcción, como ladrillos, azulejos y tejas. La cerámica es un material compuesto por óxidos de silicio y de aluminio. Generalmente, se agrupa en esta categoría a todos los compuestos obtenidos a partir de la arcilla, ya que esta es la materia prima más utilizada para obtener artículos cerámicos. La arcilla es una sustancia natural, cuyo nombre químico es silicato de aluminio hidratado, y que suele estar acompañada por numerosas impurezas. Al mezclarla con agua, la arcilla forma una pasta que puede ser moldeada con facilidad.

Las propiedades finales de un producto cerámico dependen de las sustancias con las que haya sido mezclada la arcilla y de las impureza que esta contenga. En general, el proceso de obtención de un producto cerámico implica los siguientes pasos:

- En primer lugar, se agregan las distintas sustancias que modificarán las propiedades del producto final, según las características que se espera que este tenga. Por ejemplo, para obtener un recipiente cerámico que resista elevadas temperaturas, se agregará, en esta etapa, una mezcla de silicatos de aluminio, litio y magnesio.
- A continuación, se moldea el objeto deseado. Este proceso puede hacerse manualmente o con torno. **A**
- Una vez que el objeto está moldeado, se deja secar, y, a continuación, se lo lleva al horno, a una temperatura entre los 900 °C y los 1200 °C, según la variedad de cerámica de que se trate.
- Cuando concluye la cocción, el objeto se barniza, de acuerdo con la utilidad que se le dará, para aumentar su resistencia o para decorarlo.

El vidrio



El vidrio se obtiene a partir de la arena, es decir, el dióxido de silicio.

El vidrio es una sustancia frágil y dura, que se emplea en la fabricación de una gran variedad de objetos de uso doméstico, en las industrias automotriz, farmacéutica, alimenticia, en la construcción y, también, en el arte.

En la fabricación del vidrio, se utiliza como materia prima la arena, cuyo nombre químico es **dióxido de silicio** (SiO_2). Este compuesto funde a una temperatura de aproximadamente 1800 °C, pero, mediante el agregado de algunas sustancias, se logra disminuir el punto de fusión hasta unos 1200 grados centígrados.

El modelado del vidrio puede obtenerse a través de distintos procesos. Uno de ellos es el **soplado**. En este caso, el vidrio fundido, que toma una consistencia viscosa, se sopla mediante una caña. De este modo, se forma una burbuja que puede moldearse manualmente.

Otro proceso para modelar el vidrio es la **flotación**, que consiste en colocar el vidrio fundido sobre estaño líquido. El estaño es un metal que posee la propiedad de no permitir irregularidades sobre la superficie del vidrio, por lo que este queda totalmente alisado y con bordes redondeados. Mediante este proceso, se obtienen los vidrios templados. **B**

Otros procesos, como el grabado y el tallado de vidrios, se realizan luego del modelado. El **grabado** es un proceso manual que se efectúa sobre el vidrio con una roca de gran dureza, el esmeril. El **tallado** se realiza mediante ácidos que atacan al vidrio; en este caso, la pieza debe ser protegida con un recubrimiento de cera en los lugares que no se quiere tallar.

A Modelado de cerámica en el torno

El torno es, básicamente, una herramienta que consiste en un plato atravesado por un eje central. Sobre el plato, se coloca una porción de masa cerámica, de forma que quede atravesada por el eje. El torno gira a gran velocidad, lo que permite que el modelador trabaje la pieza con ambas manos.



B El proceso de elaboración del vidrio

1. MEZCLA DE LA MATERIA PRIMA

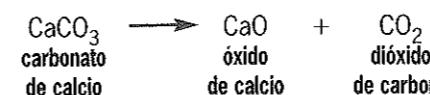
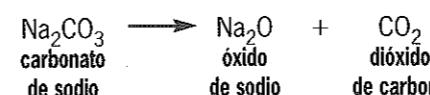
Las materias primas utilizadas son: arena blanca, fina, muy pura (dióxido de silicio, SiO_2), soda Solvay (carbonato de sodio, Na_2CO_3) y piedra caliza (carbonato de calcio, CaCO_3), que se mezclan en hornos de cubeta o en hornos para crisoles.

Para obtener grandes cantidades de vidrio (hasta 1000 toneladas), se utilizan hornos de cubeta, revestidos interiormente por material refractario. El horno trabaja a una temperatura mayor que 1000 °C, y en 24 horas se produce la fusión de los materiales.

Para obtener entre una y dos toneladas de vidrio, se utilizan hornos para crisoles. Los crisoles pueden ser abiertos o cerrados, tienen alrededor de 1 metro de altura y se ensanchan en la parte superior.

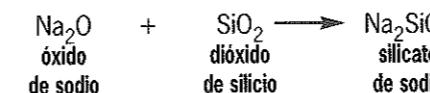
2. OBTENCIÓN DE VIDRIO FUNDIDO

a) Descomposición de los carbonatos



Los carbonatos de sodio y de calcio se descomponen en el horno a gran temperatura. Se producen dióxido de carbono (gas que se elimina en forma de burbujas) y óxidos de sodio y calcio, respectivamente.

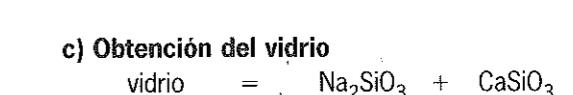
b) Combinación de los óxidos obtenidos con la arena



ACTIVIDADES

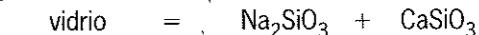
1 ¿A qué se denominan productos cerámicos?

2 ¿A qué procesos se somete la arcilla para la obtención de la cerámica?



Una vez producidos los óxidos, estos se combinan con el dióxido de silicio. Se producen sales de sodio y calcio (los silicatos).

c) Obtención del vidrio



La mezcla de los silicatos de sodio y de calcio constituye el vidrio.

3. MANUFACTURA DEL VIDRIO

Una vez fundida la mezcla transparente, se retira del horno y se la trabaja de distintas formas.



En el proceso mecánico, la mezcla se hace pasar entre rodillos para vidrios planos, o se coloca en moldes para obtener botellas o envases. En el proceso artesanal, utilizando una caña hueca, se toma una porción de vidrio fundido y se sopla por el otro extremo. De esta forma, se obtiene una bola de vidrio, a la que se le da la forma deseada.

Si para la obtención de vidrio se utiliza arena con sales de hierro, durante el proceso se forma silicato ferroso (FeSiO_3), que le confiere al vidrio un color verde oscuro.

Si, en la fabricación de vidrio, se reemplaza la soda Solvay por sulfato de sodio (Na_2SO_4), se produce una reacción en la que el sulfato se reduce, utilizando carbón, a sulfuro de sodio (Na_2S). De esta forma, se originan vidrios de color caramelo.



Los plásticos

Los plásticos se obtienen a través de la reacción química de polimerización, que consiste en la unión de muchas moléculas sencillas, denominadas monómeros, para formar una molécula de gran longitud y peso molecular, llamada polímero. A

Las características de cada tipo de plástico dependen del monómero a partir del cual se originó. Por ejemplo, el polietileno, que es el plástico con el cual se hacen las bolsas de supermercado, es un polímero formado por muchas unidades del monómero etileno.

Si el plástico está formado por monómeros constituidos por amidas, el polímero resultante se denomina poliamida. Este compuesto se utiliza en la fabricación de cinturones de seguridad y cubiertos descartables, entre otros productos.

A pesar de poseer propiedades distintas, según los monómeros que les dan origen, los plásticos también poseen propiedades en común, que permiten identificarlos como familia. Las siguientes son características comunes a todos los plásticos:

- Alta resistencia: no son atacados por ácidos, no se oxidan, y, por lo tanto, no se corroen a la intemperie. Una de las desventajas de esta familia de sustancias se relaciona con su alta resistencia. Como los plásticos no se descomponen con facilidad, constituyen desechos que perduran por gran cantidad de años.
- Maleabilidad: son moldeables, por lo cual se pueden fabricar numerosos objetos a partir de ellos.
- Capacidad aislante: no conducen la electricidad; debido a esta propiedad, se los usa para fabricar la cubierta protectora de los cables.
- Son livianos: esta característica los convierte en un reemplazante ideal para los envases de vidrio. B

El caucho

El caucho es un material semisólido, elástico, insoluble en agua, que se disuelve en algunos solventes orgánicos (como el benceno, el sulfuro de carbono y el tetracloruro de carbono). La molécula de este material es un polímero del isopreno.

El caucho se presenta en dos variedades: natural o sintética. El caucho natural se extrae de una planta denominada *Hevea brasiliensis*. Para obtener este material, se hacen incisiones en la corteza del árbol y, debajo de ellas, se colocan recipientes en los que se acumula el líquido que fluye de las incisiones. Este líquido, denominado látex, está compuesto por un 35 % de caucho y un 65 % de agua, con una mínima presencia de otras sustancias. A continuación, se realiza la coagulación, que consiste en hacer precipitar el caucho que se encuentra disperso en el látex, mediante el calentamiento o por el agregado de ácidos. El caucho natural, tal como resulta de este proceso, no tiene aplicaciones en la industria, ya que su flexibilidad está limitada por la temperatura: a menos de 10 °C, es duro y quebradizo, y, a más de 40 °C, se ablanda y se deforma. Para superar estos inconvenientes, se lo somete a un proceso, denominado vulcanizado, a través del cual, el caucho se convierte en goma.

El caucho sintético es una sustancia artificial que imita las propiedades del caucho natural. Existen distintas variedades de caucho sintético, según el monómero que se utilice para polimerizar. Por ejemplo, el caucho de butadieno, que se obtiene a partir de la unión de muchas moléculas de esa sustancia, es la variedad de caucho sintético que posee propiedades más parecidas a las del caucho natural.



El proceso de vulcanizado, al cual se somete el caucho natural para convertirlo en goma, es un fenómeno químico en el que átomos de azufre pasan a formar parte de la molécula de caucho y le confieren resistencia al calor. Durante el proceso, se agregan otras sustancias, según el producto que se quiera lograr, para modificar el color, la textura y la durabilidad.

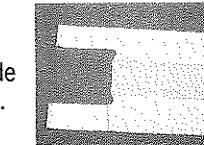
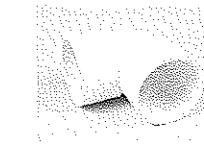
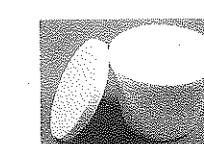
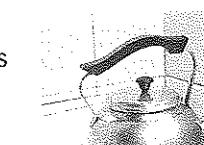
A Obtención de plásticos

El primer paso para obtener un plástico consiste en unir las moléculas que se repetirán formando el polímero. Esta reacción química, llamada **polimerización**, puede realizarse de dos maneras: por **adición** (que consiste en sumar las moléculas del monómero) o por **condensación** (que es un proceso en el cual dos sustancias se unen liberando agua).

Luego de obtener el polímero, la sustancia se calienta para formar una pasta blanda que se pueda trabajar. A partir de esa pasta, se fabrican objetos mediante la aplicación de distintas técnicas:

- **Por compresión.** El plástico se coloca en un recipiente, en el cual es presionado. Así se obtienen hilos, varillas, tubos, etcétera.
- **Por soplado.** Se coloca una cantidad de plástico líquido dentro de un recipiente que tiene la forma del objeto que se desea obtener, y se lo sopla, para que se adhiera a las paredes y adquiera la forma esperada.
- **Por laminado.** Se hace circular el plástico por rodillos que lo presionan y dan como producto una lámina plástica. El espesor de la lámina se regula a partir de la separación entre los rodillos.

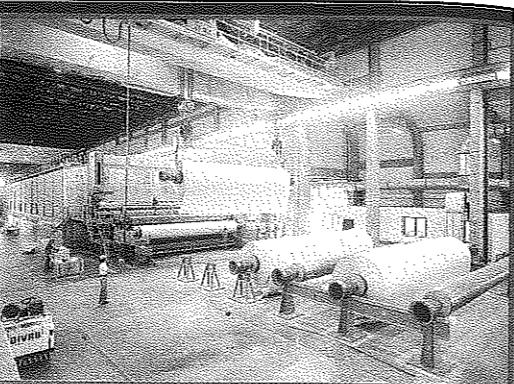
B Algunos plásticos de uso cotidiano

Nombre	Monómero	Características	Ejemplo
polietileno	etileno o eteno $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	Insoluble en agua, resistente a reactivos químicos y a temperaturas de hasta 120 °C.	Bolsas descartables de supermercado. 
PVC (policloruro de vinilo)	cloroeteno $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{Cl}$	Líquido viscoso, que solidifica en forma de láminas en presencia de aire. Se utiliza en adhesivos, pinturas, manteles plásticos, caños.	Caño. 
polipropileno	propileno o propeno $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_3$	Posee características muy semejantes a las del polietileno, pero presenta mayor dureza y resistencia.	Juguete plástico. 
poliestireno	estireno $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$	No es resistente a los reactivos químicos ni al calor, pero tiene propiedades aislantes (térmica y acústica). Su peso es muy bajo. Comercialmente, se lo conoce como telgopor.	Envase de telgopor. 
baquelita	Formado por la unión de fenol y formol. $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH} + \text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$	Resistente a temperaturas superiores a 200 °C, es dura y lustrosa.	Mango de sartenes, ollas y pavas. 

ACTIVIDADES

- 1 ¿A qué materiales se denomina plásticos? ¿Cómo se los obtiene? ¿Cuáles son sus características generales?
- 2 Expliquen los pasos que se siguen en la fabricación de un objeto de plástico.
- 3 Mencionen los plásticos de mayor difusión en la vida diaria y den ejemplos de su uso.
- 4 ¿Qué características particulares posee cada uno de los plásticos más usuales?
- 5 ¿Qué es el caucho? Indiquen de qué maneras se puede obtener.
- 6 Expliquen para qué se aplica el proceso de vulcanizado.

La elaboración del papel



La materia prima para la fabricación de papel es la pulpa de madera, proveniente de los árboles; el bagazo, proveniente de la caña de azúcar, o el algodón, proveniente del algodonero.

En el caso de la madera, se la tritura hasta transformarla en pequeñas astillas, en tanto que el algodón se limpia para quitarle todas las impurezas.

Las astillas de madera forman una solución al ser tratadas con hidróxido de sodio o sulfato de sodio para eliminar la lignina, que es la sustancia que le confiere a la madera su dureza característica. La solución constituye la pulpa, que se hierve en grandes calderas, con agua y cal, durante varias horas, para ablandar el material que mantiene unidas las fibras de celulosa. De es-

te modo, se obtienen las fibras puras de celulosa.

A continuación, se agrega un blanqueador, por ejemplo, cloro. También pueden agregarse otros productos químicos, según el tipo de papel que se desee obtener.

La pasta acuosa obtenida se hace circular sobre una cinta desfibradora de metal, que se mueve horizontalmente y permite que el material quede reducido a fibras.

El agua que contiene la pasta se extrae mediante el empleo de bombas de succión, situadas debajo de la cinta. A continuación, se prensa el papel y se lo seca.

Después del secado, el papel pasa a través de cilindros que alisan su superficie, se lo corta con cuchillas especiales y se lo bobina.

La deforestación

A partir de los árboles, se extraen diversos materiales, que se utilizan como materia prima para la fabricación de otros. Algunos de esos materiales son: aceites, resinas, carbón vegetal, pulpa de madera y fibras. Con ellos se pueden elaborar ungüentos, alcohol de madera, colorantes, adhesivos, fármacos y papel, entre otros productos. Además, los árboles proporcionan la materia prima para muchos tipos de construcción y para la fabricación de muebles.

La explotación de este recurso tan valioso, llevada a cabo de manera irracional, condujo a la deforestación en amplias zonas del planeta. Por ejemplo, a lo largo del siglo XX, en la República Argentina, se redujo en casi un 65 % la superficie ocupada por los bosques naturales. Si no se halla una

solución al problema del uso indiscriminado de árboles, se calcula que, dentro de 30 años, no habrá bosques aprovechables en el planeta.

Por este motivo, es de suma importancia el estudio de las zonas de explotación, para promover planes de reforestación de las especies que la actividad humana utiliza.



ACTIVIDADES

- 1 Clasifiquen el papel como material, según su origen.
- 2 ¿Cuál es la materia prima para la fabricación del papel?
- 3 Diagramen la secuencia de pasos que se siguen para la fabricación del papel.
- 4 ¿Qué daños ecológicos puede producir la utilización indiscriminada del papel?

- 1 Unan, por medio de flechas, cada material con su correspondiente composición química:

cerámica
vidrio
acero
seda viscosa
caucho sintético
caucho natural
PVC

polímero del butadieno
xantogenato de celulosa
óxidos de silicio y aluminio
policloruro de vinilo
polímero del isopreno
dióxido de silicio
aleación de hierro y carbono

- 2 Escriban el nombre de los siguientes procesos:

- a) Reacción por la cual se unen las moléculas que forman un plástico:
- b) Proceso por el cual se separa el algodón de las semillas:
- c) Modelado del vidrio con estaño líquido:
- d) Alineación en forma paralela de las fibras textiles:
- e) Proceso de transformación del caucho natural en goma:
- f) Proceso por el cual a los plásticos se les da forma de hilos:
- g) Proceso mediante el cual se extrae el hierro puro a partir del mineral que lo contiene:

- 3 Resuelvan el siguiente grafigrama:

1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> T	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> L	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Referencias

1. Material constituido por una mezcla de óxidos de aluminio y silicio.
2. Fibra textil de origen animal.
3. Materiales dúctiles y maleables, muy buenos conductores del calor y de la electricidad.
4. Plástico que se obtiene por la polimerización de moléculas de etileno.
5. Reacción que consiste en la formación de una molécula mayor a partir de monómeros.
6. Material que se obtiene a partir del dióxido de silicio.
7. Producto que se obtiene procesando el látex.
8. Proceso al que se somete el caucho para darle mayor resistencia.
9. Mezcla de metales.
10. Polisacárido vegetal, que se emplea en la industria textil y en la fabricación del papel.

1 Las propiedades de los metales

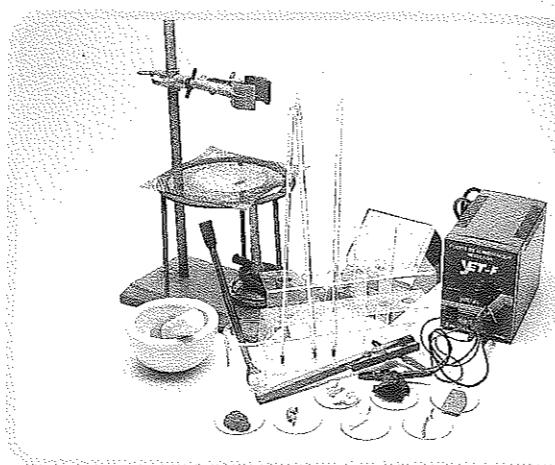
Mediante las siguientes experiencias podrán comprobar las propiedades características de los metales, y aprenderán a diferenciarlos de los no metales.

Materiales

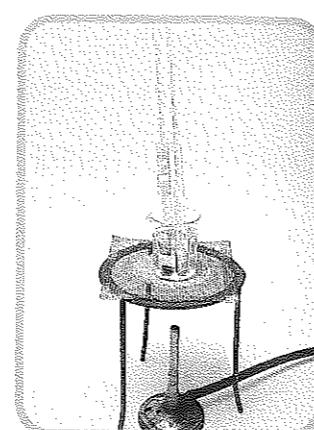
- Dos tubos de ensayo.
- Dos pinzas de madera.
- Una gradilla.
- Una espátula.
- Un vaso de precipitados.
- Un mechero de Bunsen.
- Un trípode.
- Tela metálica.
- Tres termómetros.
- Una pinza metálica.
- Diez cristalizadores o vidrios de reloj.
- Un circuito eléctrico sencillo, con dos terminales.
- Un cronómetro.
- Un mortero con pilón.

Sustancias

- Azufre.
- Cobre.
- Agua.
- Virutas o limaduras de hierro.
- Magnesio.
- Estaño.
- Cinc.
- Aluminio.
- Carbón.

**Procedimiento****PRIMERA PARTE**

1. Coloquen agua en un vaso de precipitados.
2. Pongan el vaso, apoyado en el trípode y en la tela de amianto, sobre el mechero. Calienten el agua, hasta aproximadamente 70 °C, controlando la temperatura con el termómetro.
3. Tomen un trozo de azufre y pulverícelo con el pilón en el mortero.
4. Coloquen, en un tubo de ensayo, azufre en polvo, y, en otro, virutas o limaduras de hierro; en ambos casos, hasta unos 2 cm de altura.
5. Introduzcan, en cada tubo de ensayo, un termómetro, de modo que el bulbo quede totalmente cubierto por el material. Anoten la temperatura que indica el termómetro en ese instante, como temperatura inicial.
6. Sostengan cada tubo con una pinza de madera e introduzcanlos simultáneamente en el baño de agua a 70 °C.
7. Registren las temperaturas que indican los termómetros cada 15 segundos, aproximadamente, durante tres minutos. Vuelquen los resultados en la siguiente tabla:



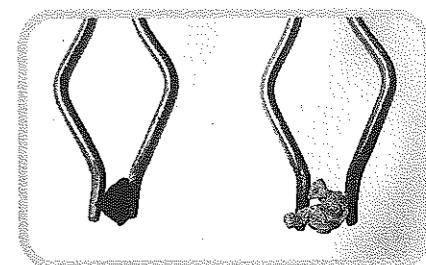
Sustancia	Azufre	Hierro
Temperatura inicial (°C)		
Medición 1 (°C)		
Medición 2 (°C)		
Medición 3 (°C)		
Medición 4 (°C)		
Medición 5 (°C)		
Medición 6 (°C)		
Medición 7 (°C)		
Medición 8 (°C)		
Medición 9 (°C)		
Medición 10 (°C)		
Medición 11 (°C)		
Medición 12 (°C)		

Observaciones y conclusiones

- ¿Cuál fue el metal utilizado en la experiencia?
- ¿Cuál fue el no metal utilizado en la experiencia?
- Comparen los valores de la tabla, y completen la siguiente oración, a modo de conclusión:
Los son mejores conductores del calor que los

SEGUNDA PARTE

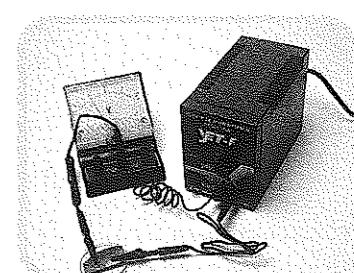
- Coloquen, sobre un vidrio de reloj, un trozo de carbón, y, sobre otro, una plancha de cobre o granalla de cinc o de estaño.
- Opriman fuertemente, con la pinza metálica, cada una de esas sustancias. Traten de doblarlas.

**Observaciones y conclusiones**

- ¿Cuál fue el metal utilizado en esta experiencia?
- ¿Cuál fue el no metal utilizado en esta experiencia?
- Comparen el comportamiento de cada material frente a la opresión y al doblado y expresen una conclusión:
Los son maleables y resisten la tracción.
Los son quebradizos.

TERCERA PARTE

- Armen un circuito en serie, formado por una fuente de energía (puede ser una batería de 12 voltios), un galvanómetro (dispositivo que indica, mediante el movimiento de una aguja, el pasaje de la corriente eléctrica) y dos trozos de cable con terminales "cocodrilo" en sus extremos.
- Dispongan un trozo de aluminio sobre un vidrio de reloj y, evitando que los electrodos se toquen, cierran el circuito.
- Procedan de la misma forma empleando un trozo de carbón, un trozo de azufre, cinta de magnesio, una placa de cobre, un trozo de estaño, una granalla de cinc y alguna otra sustancia simple que puedan adquirir.
- Observen, en todos los casos, la aguja del galvanómetro y completen el siguiente cuadro, indicando si la sustancia analizada conduce o no conduce la corriente eléctrica:

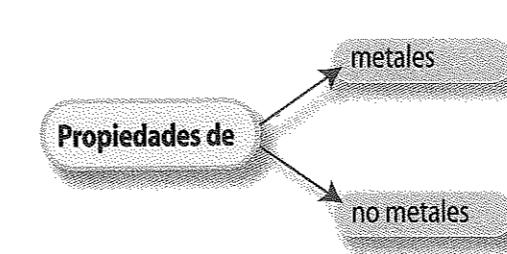


Material	Carbón	Cobre	Aluminio	Azufre	Magnesio	Estaño	Cinc
¿Es metal o no metal?									
¿Conduce la corriente eléctrica?									

Observaciones y conclusiones

- ¿Cuáles fueron los metales utilizados en esta experiencia?
- ¿Cuáles fueron los no metales utilizados en esta experiencia?
- A partir de los resultados observados, completen la siguiente oración:
Los son muy buenos conductores de la electricidad.

Para generalizar las conclusiones de las tres partes de esta experiencia, completen el siguiente cuadro:



2 La corrosión

La siguiente experiencia les permitirá observar el fenómeno de corrosión y discutir sobre sus posibles causas.

Materiales

- Un mechero de Bunsen o de alcohol.
- Fósforos.
- Una pinza de madera.
- Dos tubos de ensayo.
- Un tapón de goma, adecuado para la boca de los tubos.
- Dos clavos de hierro.
- Papel de lija fina.
- Una gradilla.
- Agua.
- Una probeta.

**Procedimiento**

1. Con la probeta, midan 30 ml de agua, y viertan 15 ml en cada tubo de ensayo.
2. Lijen los clavos con el papel de lija para limpiar la superficie.
3. Laven los clavos con agua para retirar el polvillo que quede en ellos.
4. Tomen uno de los tubos con la pinza de madera y coloquen el otro en la gradilla.
5. Enciendan el mechero y calienten el agua contenida en el tubo que sostienen con la pinza, hasta ebullición.
6. Coloquen un clavo en cada tubo y tapen con el tapón de goma el que contiene el agua caliente.
7. Pongan el tubo con agua caliente en la gradilla y observen qué sucede en cada tubo.

Observación y conclusión

¿En cuál de los tubos la corrosión del hierro fue mayor? ¿Por qué?

El oxígeno del aire produce la corrosión de los metales. El agua facilita la corrosión. Un aumento de temperatura aumenta la velocidad de una reacción química. El agua caliente y la atmósfera saturada de vapor de agua favorecen la corrosión del hierro.

3 Plateado de una pieza metálica

La siguiente experiencia les permitirá observar el depósito de plata brillante sobre una lámina de cobre.

Materiales

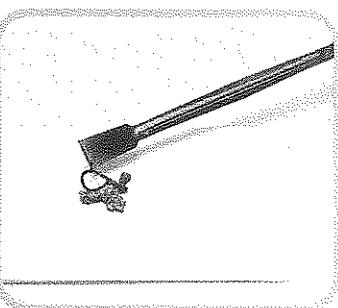
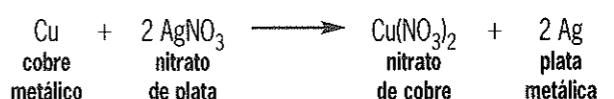
- Una lámina de cobre o un trozo de alambre de cobre.
- Papel de lija fina.
- Un vaso de precipitados.
- Solución de nitrato de plata.
- Una probeta.
- Una espátula.
- Una pinza metálica.
- Una hoja de papel.

**Procedimiento**

1. Lijen la lámina o el alambre de cobre con el fin de eliminar los restos de impurezas.
2. Midan con la probeta 100 ml de solución de nitrato de plata y vuélquenla en el vaso de precipitados.
3. Introduzcan el cobre en el vaso.
4. Dejen reposar el sistema durante varios minutos, hasta observar el depósito de plata sobre la pieza de cobre.
5. Retiren la pieza de cobre utilizando la pinza metálica, y colóquela sobre un papel en la mesada.
6. Rásplenla suavemente con la espátula. ¿Qué observan?

Observaciones y conclusiones

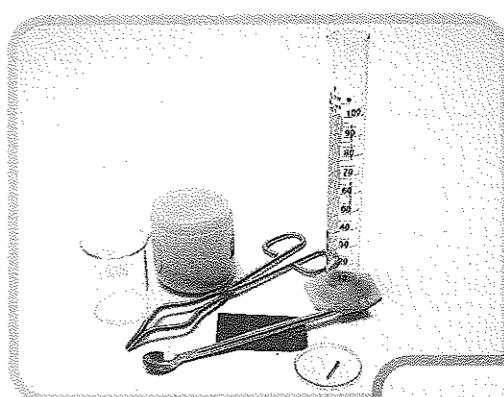
Al introducir el objeto de cobre en la solución de nitrato de plata, se cubre de cristales arborescentes de plata metálica y el cobre se combina lentamente formando nitrato de cobre. Se produce la siguiente reacción:

**4 Cobreado de una pieza metálica**

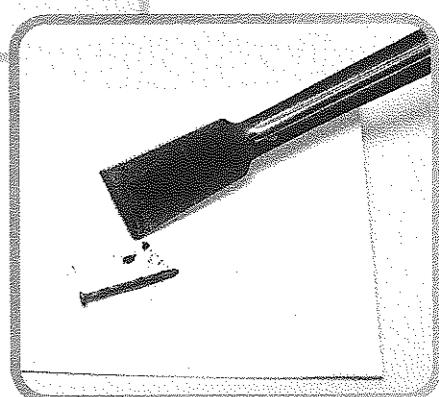
La siguiente experiencia les permitirá observar e interpretar el cobreado de un clavo de hierro.

Materiales

- Un clavo de hierro.
- Papel de lija fina.
- Un vaso de precipitados.
- Solución de sulfato de cobre.
- Una probeta.
- Una espátula.
- Una pinza metálica.
- Una hoja de papel.

**Procedimiento**

1. Lijen el clavo, con el fin de eliminar los restos de impurezas.
2. Midan con la probeta 200 ml de solución de sulfato de cobre y vuélquenla en el vaso de precipitados.
3. Introduzcan el clavo en el vaso.
4. Dejen reposar el sistema durante varios minutos, hasta observar el depósito de cobre sobre el clavo. ¿Qué sucede con la coloración de la solución?
5. Retiren el clavo, utilizando la pinza metálica, y colóquelo sobre el papel, en la mesada.
6. Raspen el clavo suavemente con la espátula. ¿Qué observan?

**Observaciones y conclusiones**

Al introducir el clavo de hierro en la solución de sulfato de cobre, se cubre de una capa rojiza de cobre, y el hierro se combina lentamente, formando sulfato de hierro, lo que provoca que la solución se torne más clara. Se produce la siguiente reacción:



Recursos naturales y contaminación ambiental

Desde los comienzos de la historia de la humanidad, las personas utilizan los recursos del planeta para cubrir sus necesidades de alimentación, vivienda y recreación. Desde las tecnologías más sencillas, como la utilización del fuego, hasta las más complejas, como la manipulación genética, los seres humanos no dejaron de explorar las múltiples posibilidades de explotación de los recursos naturales. Hoy nos encontramos frente al desafío de continuar ese camino de manera planificada y responsable, para que el equilibrio de nuestro planeta no se vea irreparablemente dañado.

Contenidos

- Recursos naturales. Contaminación. Lluvia ácida.
- Los animales y los vegetales como recursos naturales.
- Los recursos naturales de la Tierra: minerales y metales.
- El agua como recurso. La contaminación del agua.
- El aire como recurso. La contaminación atmosférica.
- La capa de ozono. El efecto invernadero.

BANCO DE DATOS

Las personas y el ambiente

Las distintas acciones que los seres humanos realizan sobre el ambiente siempre provocan modificaciones, que pueden ser positivas o negativas. Entre estas últimas, se encuentra el deterioro del medio por el agregado de distintas sustancias, como es el caso de la eliminación de gases tóxicos en el aire o el desagote de residuos cloacales en los ríos, que contaminan el ecosistema. El agua y el aire son los recursos naturales más afectados por la contaminación. La Química ambiental es una disciplina actual que se propone, entre otros objetivos, la explotación de los recursos controlando los efectos que esta puede producir en los ecosistemas.

La creación de nuevos compuestos puede tener efectos adversos sobre el ecosistema. Por ejemplo, los clorofluorcarbonados, que se usan en la elaboración de algunos productos en aerosol, se combinan con el ozono presente en la atmósfera y lo descomponen, de modo que se deteriora la capa protectora que esta sustancia forma sobre nuestro planeta.

Muchas veces, las personas utilizan los recursos de manera indiscriminada. Por ejemplo, los bosques, uno de los recursos vegetales más importantes del planeta, fueron devastados, en muchos lugares, sin planificar previamente su recuperación. Esto trajo aparejado un cambio importante en el equilibrio ecológico del planeta.

Muchos de los recursos del planeta, como los minerales, por ejemplo, son no renovables.

El agua es el recurso natural que, junto con el aire, sufre en forma habitual los efectos contaminantes de las acciones del hombre. El agua potable es un recurso escaso, que no se debe derrochar ni contaminar.

ACTIVIDADES

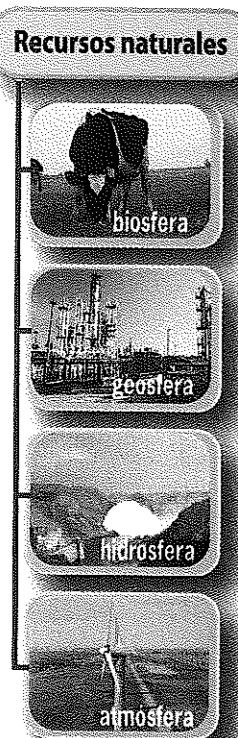
1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Qué son los recursos naturales?
- ¿Cómo pueden clasificarse los recursos naturales del planeta? Mencionen un recurso de cada tipo, eligiendo entre los que aparecen en la ilustración.
- ¿Qué es la contaminación? Mencionen tres casos de contaminación que aparezcan en la infografía.
- ¿Cuáles son los riesgos de la explotación indiscriminada de los distintos recursos?
- ¿Qué es la Química ambiental? ¿Cuál es su objetivo?

2 Mencionen productos de origen vegetal, animal y mineral que utilicen en la vida diaria. Analicen si podría obtenerse alguno de ellos en forma sintética, y si su explotación pone en riesgo la continuidad del recurso.

D esde un principio, los recursos animales fueron utilizados por los seres humanos para abastecerse de alimento, vestimenta y energía. Sin embargo, a lo largo del siglo XX, la explosión demográfica y la falta de conciencia ecológica pusieron en serio **peligro de extinción** a distintas especies animales. Esto planteó la necesidad de obtener productos sintéticos, que reemplazaran a aquellos de origen animal que presentaban mayor demanda.

Los recursos naturales



Se denomina **recursos naturales** a todos aquellos elementos de la naturaleza, de los cuales las personas se sirven para el desarrollo de sus actividades. Entre los millones de especies vivientes que pueblan el planeta, el *Homo sapiens* es la única que lleva a cabo una explotación sistemática de los recursos naturales.

Los seres humanos utilizamos los recursos de la biosfera, en primer término, para obtener **alimento**. A lo largo de la historia, se incrementó el grado de complejidad en el procesamiento de los recursos animales y vegetales destinados a la alimentación, antes de llegar a la instancia de consumo. En la actualidad, la carne, la leche, las verduras y cualquier otro alimento de origen animal o vegetal llegan a las ciudades después de haber atravesado un cuidadoso proceso de extracción y elaboración. Los recursos de la biosfera se explotan, además, para la vestimenta. El algodón, el lino, el cáñamo, la lana, el cuero y la seda son claros exponentes de este uso.

La humanidad también explota los recursos de la geosfera. Algunos, como el petróleo, el carbón y el uranio, se usan para producir energía. Otros, como el hierro y muchas de las rocas, se emplean para la construcción.

También la hidrosfera y la atmósfera constituyen recursos para el hombre. El agua se aprovecha en el riego, en la alimentación, en el desarrollo de numerosos procesos industriales y como fuente de energía. El aire es un importante recurso como productor de energía eólica, que aún se encuentra en los comienzos de su explotación.

La contaminación ambiental

La enorme explotación de los recursos naturales, por parte del hombre, da como resultado importantes modificaciones en el ecosistema de nuestro planeta.

La modificación del ambiente por parte de los seres humanos se denomina **acción antrópica**. Toda acción antrópica produce un determinado impacto ambiental, que puede ser positivo o negativo, según favorezca al medio ambiente o lo perjudique. Cuando se trata de una acción antrópica de impacto ambiental negativo, se habla de **contaminación ambiental**.

La contaminación ambiental puede ser de diversos tipos:

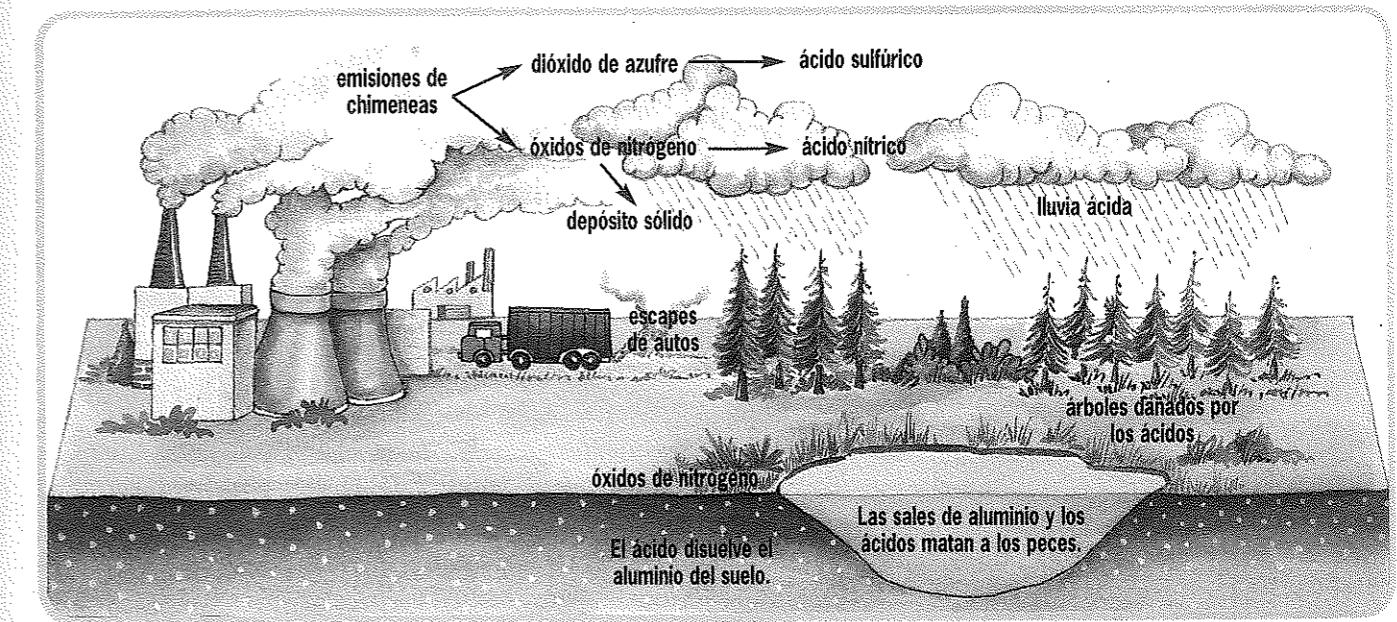
- **química**, cuando se produce por la adición o la modificación de alguna sustancia en el medio ambiente;
- **térmica**, cuando la temperatura varía como resultado de alguna acción sobre el medio;
- **visual**, cuando se satura el sentido de la vista como consecuencia del agregado de una gran cantidad de objetos llamativos en el medio ambiente;
- **acústica**, cuando los niveles de sonido son mayores que los que el oído soporta sin que se dañe;
- **radiactiva**, cuando se emiten radiaciones nocivas al medio ambiente.

Por su parte, los contaminantes pueden clasificarse en primarios y secundarios: los contaminantes primarios están representados por aquellas sustancias que producen la contaminación directamente; por ejemplo, un derrame de petróleo sobre el mar. Los contaminantes secundarios son sustancias no contaminantes en sí mismas, pero que, al reaccionar con otras sustancias del medio, producen contaminación; por ejemplo, los óxidos de nitrógeno que liberan algunos procesos industriales, al combinarse con la humedad de la atmósfera, generan el ácido nítrico, responsable del fenómeno de la lluvia ácida.

A Tipos de contaminación

Tipo de Contaminación	Ejemplo
Acústica	En las grandes ciudades, los niveles de ruido son superiores a los 90 decibeles recomendados por la Organización Mundial para la Salud. Este exceso repercute en la salud de los habitantes, pues produce nerviosismo y la pérdida progresiva de la audición.
Visual	Un estudio realizado en las grandes ciudades señala que la cantidad de letreros, carteles y señales supera el límite de la capacidad cerebral para el procesamiento de las imágenes. Esto produce una sobreestimulación, que genera nerviosismo y falta de atención.
Agentes químicos	Numerosos son los accidentes que ocurren por la liberación de agentes químicos al medio ambiente. Por ejemplo, los derrames de petróleo que se producen sobre el mar causan daños ecológicos muy importantes.
Térmica	El escape de algunos gases al medio ambiente, entre ellos los de los motores de los automóviles o los de las chimeneas industriales, produce un aumento de la temperatura del planeta, denominado efecto invernadero . Este tiene consecuencias tales como el derretimiento de los casquetes polares y el ascenso del nivel del mar.
Radiactiva	La manipulación de elementos radiactivos, si bien está sumamente controlada con sistemas de seguridad muy sofisticados, puede producir eventualmente escapes de radiaciones. Por la peligrosidad de algunas radiaciones, estos accidentes constituyen verdaderas catástrofes ecológicas.

B La lluvia ácida



ACTIVIDADES

- 1 ¿A qué se denomina recursos naturales? ¿Cómo se los puede clasificar?
- 2 ¿Qué nombre reciben las acciones que el hombre realiza sobre el medio ambiente que habita?
- 3 ¿Qué tipos de contaminación existen? Mencionen un ejemplo de cada caso.
- 4 ¿Qué es la lluvia ácida? ¿Por qué se dice que se trata de un problema que no tiene fronteras?

Los recursos de la biosfera

El hombre siempre utilizó los recursos de la biosfera, ya sean animales o vegetales, en numerosos procesos que satisfacen distintos tipos de demandas: obtención de energía, transporte, materiales, alimentación, salud, etcétera. La explosión demográfica del siglo XX planteó una nueva problemática: el aumento de la demanda de productos de origen vegetal y animal ponía en serio peligro la continuidad de las especies que se utilizaban para obtenerlos, y, por lo tanto, afectaba todos aquellos procesos en los cuales esas especies están involucradas en el equilibrio de los ecosistemas.

La cantidad de lana, seda, madera, algodón, marfil, cuero, entre muchas otras materias primas, necesarias para satisfacer las demandas de una gran población mundial, condujo a muchas especies animales y vegetales a la extinción, o al borde de ella. La tecnología se encontró, entonces, frente al desafío de continuar desarrollando sus actividades, pero incorporando el objetivo de preservar el medio. Este fue el motivo por el cual se comenzó a explorar la posibilidad de fabricar productos sintéticos, que imitaban, a veces de manera asombrosa, a los obtenidos en forma natural. El cuero ecológico, la seda artificial, y las telas artificiales como, por ejemplo, el poliéster, son el resultado del esfuerzo por hallar ese tipo de sustitutos. En otros casos, se idearon estrategias para volver a aprovechar los productos, una vez que ya no son utilizados, como en el caso del reciclado del papel y del aluminio. Y también se crearon nuevos materiales sintéticos para reemplazar a otros de origen natural, en algunos de sus usos, aunque no imiten sus características; es el caso de las bolsas de polietileno, que se usan en reemplazo de las bolsas de papel.

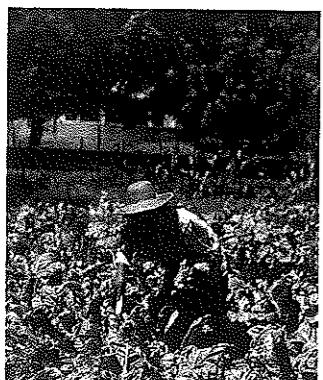
El aporte de la ciencia y de la tecnología

Otro aspecto de la explotación de los recursos vegetales y animales consiste en la optimización de los procesos de producción. En este plano, la ciencia y la tecnología realizan continuos aportes. Por ejemplo, en las actividades agrícolas, la contribución de la química fue muy importante, a través de la síntesis de plaguicidas y herbicidas: los primeros protegen los cultivos contra el ataque de determinados hongos o insectos, mientras que los segundos impiden que se desarrollen las malezas que invaden a los cultivos. La utilización de estos productos, combinada con la de fertilizantes, permite un notable incremento de la producción.

Sin embargo, el uso de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes artificiales plantea algunos problemas, tales como el incremento de costos, el desgaste de los suelos, la contaminación de las aguas y el riesgo para la salud de los consumidores. La salida frente a esta encrucijada parece estar dada por el desarrollo de una agricultura sustentable, que tenga en cuenta, además de la productividad, la protección de los recursos, la conservación del suelo y la seguridad del ambiente.

En la actividad ganadera, el aporte tecnológico es valioso en la fabricación de medicamentos veterinarios, que permitieron erradicar distintas enfermedades, como es el caso de la aftosa, que pudo ser eliminada mediante una campaña de aplicación de la vacuna correspondiente.

Por otro lado, y gracias a los avances en el campo de la Biología, la manipulación genética de algunas especies, tanto vegetales como animales, permite la optimización de su calidad y su rendimiento. Sin embargo, el camino abierto por el diseño de especies transgénicas se encuentra actualmente en el centro de una controversia.



Los desarrollos de la biotecnología, aplicados a la mejora de los cultivos, permitieron obtener mayores rendimientos.

A La tala de bosques

La utilización de madera como combustible y como materia prima para la fabricación del papel es una de las principales causas de la deforestación del planeta. Muchas áreas se deforestan, también, para crear espacios de cultivo o de pastoreo. Anualmente, se pierden más de 100.000 km² de bosques tropicales. Cuando se tala un árbol, es imprescindible plantar uno nuevo. Solo de este modo pueden evitarse los daños ecológicos y el agotamiento de este recurso.

La eliminación de los espacios verdes desequilibra el ciclo del carbono en la naturaleza, ya que reduce la cantidad de árboles que usan el dióxido de carbono atmosférico para realizar la fotosíntesis. La consecuente acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera favorece el efecto invernadero.

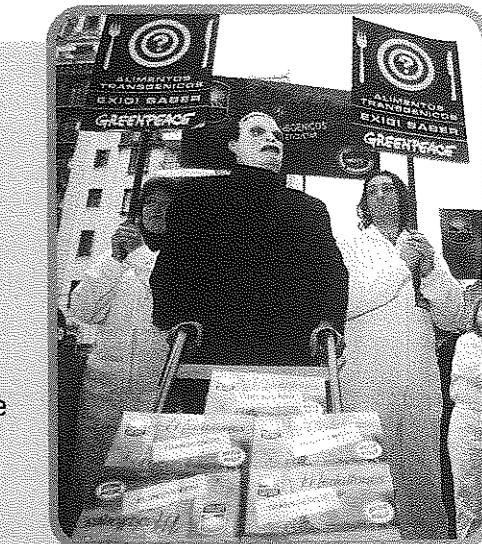


Cuando se corta un árbol, se aprovechan los diversos recursos que este suministra.

B Los alimentos transgénicos

En las últimas décadas, los biólogos lograron manipular el material genético de distintas especies, para modificar sus características, con el objetivo de obtener mejoras en cuanto a la calidad, la resistencia, la cantidad, etcétera. Estos organismos modificados genéticamente se conocen con el nombre de **transgénicos**. Mediante la transferencia de los genes de un individuo a otro, se pueden obtener, por ejemplo, variedades de granos resistentes a una determinada plaga.

A través de estos experimentos, los científicos esperan presentarle una verdadera batalla al hambre de la humanidad. Sin embargo, hay otra corriente de pensamiento que teme a las consecuencias que esta manipulación genética pueda ocasionar al ecosistema y, en particular, a las personas que consumen alimentos elaborados a partir de especies transgénicas. Algunas personas sostienen que el agregado de un gen extraño puede afectar las reacciones químicas de las células y generar efectos tóxicos o alteraciones en el valor nutricional de un alimento.



La organización ecologista Greenpeace organiza manifestaciones en demanda de que en los envases de los alimentos se informe si están elaborados con especies transgénicas.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué recursos naturales se obtienen de la biosfera?
¿Qué necesidades pueden cubrirse a partir de ellos?
- 2 ¿Qué aportes realiza la tecnología actualmente en la explotación de estos recursos? Mencionen ejemplos.
- 3 ¿Qué consecuencias produce la explotación forestal, cuando no se tiene en cuenta el equilibrio ecológico?
- 4 ¿Qué son los alimentos transgénicos? Mencionen los argumentos a favor y en contra de ellos.

Los recursos de la geosfera

La industria química utiliza diversas sustancias como materia prima para la fabricación de productos tales como el acero, los materiales para la construcción, los medicamentos, los fertilizantes, etc. Muchas de esas sustancias primarias son recursos naturales extraídos de la geosfera. A continuación, se mencionan algunos ejemplos:

• El petróleo es un recurso natural fósil, a partir del cual se obtiene, mediante diversos procesos físicos y químicos, una gran variedad de derivados: nafta, gasóleo, querosén, brea, plásticos, medicamentos, fibras sintéticas, insecticidas, entre otros.

• El carbón es un recurso natural fósil que se formó cuando grandes masas vegetales fueron sepultadas por sedimentos, hace miles de años. Constituye una fuente energética que se explota desde hace siglos como combustible, y puede agotarse. También se lo emplea como abono, como materia prima para la obtención de amoníaco o, en la metalurgia, para producir acero, a partir de su combinación con hierro.

- El carbonato de calcio (CaCO_3) es un mineral importantísimo, muy abundante en la corteza terrestre. Se lo conoce habitualmente con el nombre de piedra caliza. A partir de él, es posible elaborar diversos materiales para la construcción. A

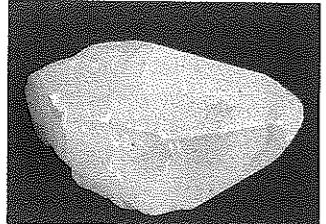
- El azufre es un recurso natural mineral de gran importancia industrial, debido a la gran variedad de derivados que se obtienen de él. Se encuentra libre, en yacimientos cercanos a zonas volcánicas, o combinado, en forma de sulfuros o sulfatos. Se combina fácilmente con el oxígeno del aire formando el dióxido de azufre, que se utiliza en la industria frigorífica como gas refrigerante; en la industria vitivinícola, para la producción de mostos, para la fabricación de cerveza o sidra, o en la preparación de frutas deshidratadas. También se lo emplea en la fabricación del ácido sulfúrico.

- A partir del cloruro de sodio (NaCl), extraído de las salinas naturales, se puede obtener industrialmente, por acción de la corriente eléctrica, hidróxido de sodio (NaOH), conocido como soda cáustica, hidrógeno (H_2) y cloro gaseoso (Cl_2). En la actualidad, la soda cáustica es un producto químico de gran importancia, ya que interviene en la fabricación de jabón, papel, colorantes, pinturas, detergentes, desinfectantes, seda artificial, etc. Por su parte, el cloro se utiliza en el blanqueo de papel y fibras textiles, y en la fabricación de productos medicinales, ácido clorhídrico e insecticidas. Además, se le agrega al agua en el proceso de potabilización. Durante este proceso, el cloro se combina con el hidrógeno del agua y se libera oxígeno, que actúa como bactericida y decolorante.

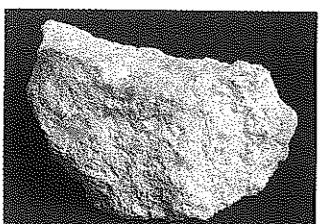
Los metales

Los metales se encuentran en la naturaleza, a veces en estado libre, o, la mayoría de las veces, combinados, formando diversos minerales: sulfuros, cloruros, carbonatos, sulfatos u óxidos. La **metalurgia** es la rama de la tecnología que se ocupa de los procedimientos necesarios para separar a los metales a partir de los minerales de origen. Los metales más abundantes en la naturaleza son el aluminio, el hierro, el oro, la plata, el cobre y el platino.

La energía que se requiere para obtener un metal a partir de los minerales que lo contienen es muy alta. Por esta razón, es importante el proceso de reciclado de metales, que, comparativamente, demanda mucho menos energía. Por ejemplo, el aluminio se extrae de un mineral, la bauxita, en un proceso que requiere mucha energía. En cambio, el reciclado de aluminio a partir de latas consume solamente del 5 % al 10 % de esa energía. B



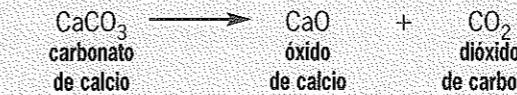
Carbonato de calcio o piedra caliza.



Azufre.

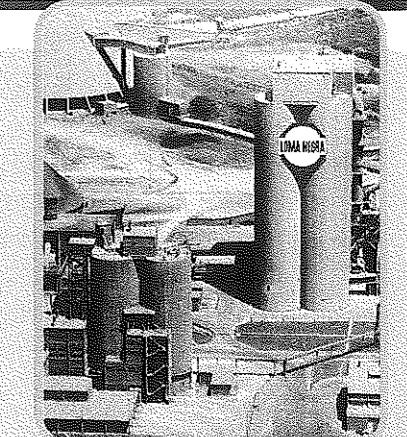
A Los materiales para la construcción

Desde el punto de vista químico, la cal es óxido de calcio (CaO), que se obtiene por descomposición de la piedra caliza, según la siguiente reacción:



Es utilizada habitualmente en construcción, mezclada con arena y cemento.

El cemento es una mezcla de óxidos de distintos elementos metálicos y no metálicos. Los componentes fundamentales son piedra caliza, arcilla y arena. Las proporciones utilizadas de dichas sustancias, la temperatura de horneado y la molienda dan origen a distintas variedades de cemento.

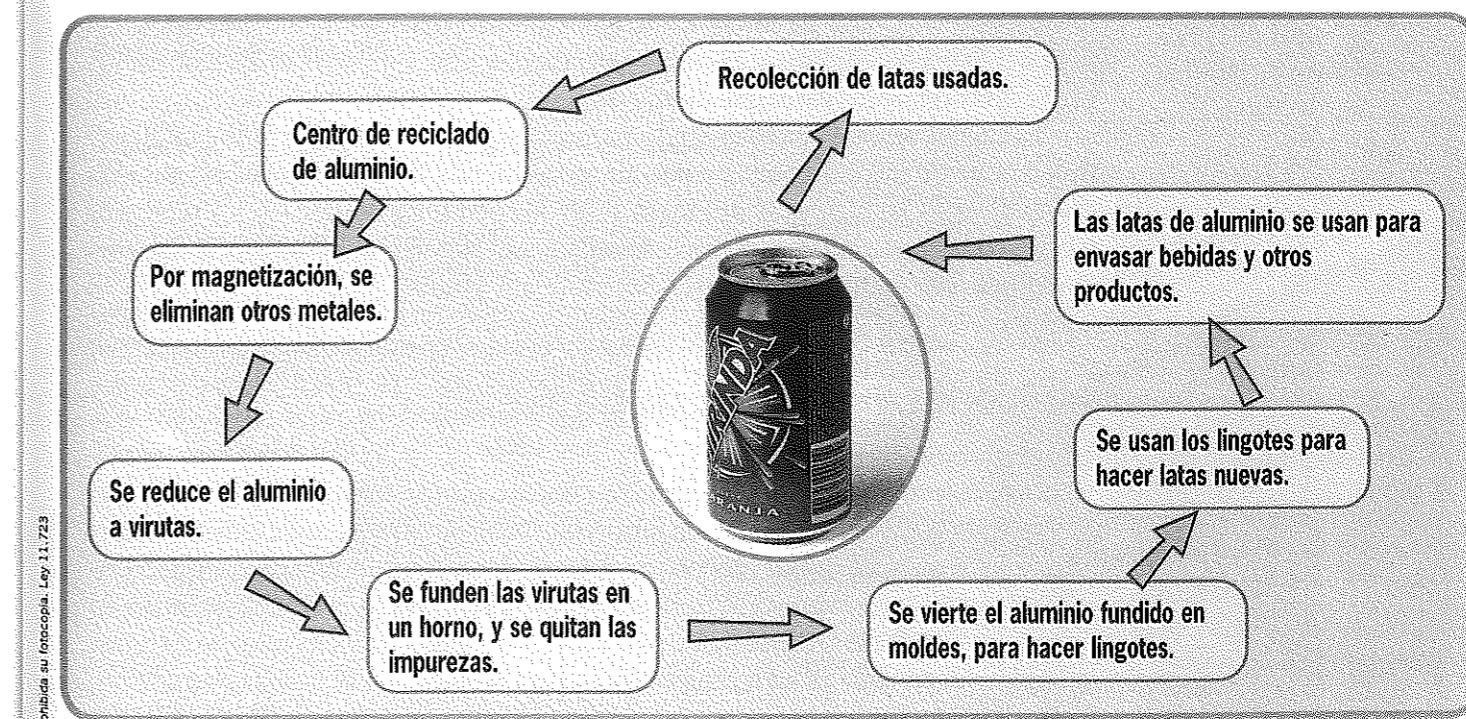


En nuestro país existen dos grandes zonas caleras, de donde se extrae el 85 % de la producción nacional: el norte de la provincia de Córdoba y la zona de Azul y Sierras Bayas, en Olavarría, provincia de Buenos Aires.

B El reciclado del aluminio

El aluminio es el metal más abundante en la naturaleza y, después del hierro, el más usado en el mundo. Debido a su resistencia y su baja densidad, es usado en la fabricación de aviones y automóviles. También se lo emplea en la construcción y en la fabricación de envases.

El reciclado de latas de aluminio constituye un ejemplo típico de reutilización de un recurso no renovable. Además, el costo de este proceso es diez veces inferior al de la extracción del metal a partir de la bauxita.



ACTIVIDADES

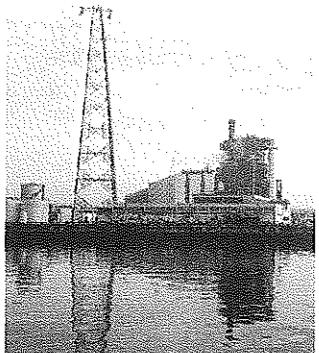
- 1** Enumeren las distintas utilidades del petróleo, del carbón, del azufre y del sodio como recursos naturales.

2 ¿Cómo se encuentran los metales en la naturaleza?

3 ¿Cuál es la composición de la cal y del cemento? ¿Cómo se obtiene cada uno de esos compuestos?

4 ¿Por qué es importante el reciclado de los metales?

La contaminación del agua



El vertido de aguas servidas y residuos industriales es una de las causas de la contaminación de los cuerpos de agua.

El agua es un recurso natural que se emplea para varios fines. Se aprovecha para obtener energía eléctrica, a partir de la construcción de represas, para regar campos cultivados, para la limpieza y para el desarrollo de muchos procesos industriales. Además, es un factor imprescindible en la alimentación de todos los seres vivos y constituye el hábitat de todas las especies que son explotadas a través de la pesca. Por último, los mares, los ríos y los arroyos pueden explotarse con fines turísticos o como vías comerciales.

El agua es un recurso natural renovable, si se lo utiliza de manera adecuada. Sin embargo, muchos de los procesos y de las actividades de las sociedades industrializadas pueden provocar la contaminación del agua:

- Los fertilizantes químicos, arrastrados por el agua desde los campos de cultivo, las aguas residuales de las ciudades o los vertidos de las industrias pueden ser los responsables de un fenómeno denominado eutrofización. La eutrofización se produce cuando el agua se enriquece con nutrientes de modo artificial y se genera un crecimiento anormal de las plantas acuáticas. El proceso puede ocasionar pérdida de transparencia en el agua, por la acumulación de algas o verdín; mal sabor y olor, por la descomposición de materia orgánica; crecimiento denso de las plantas con raíces; agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y acumulación de sedimentos.

- Las industrias emiten una enorme cantidad de contaminantes, entre ellos óxidos de nitrógeno y de azufre. Las emisiones de estos óxidos y la posterior formación de ácido sulfúrico y nítrico, en combinación con la humedad de la atmósfera, constituyen el fenómeno de la lluvia ácida, que modificó la acidez de muchos lagos. Esta acidez puede perjudicar a distintas especies ubicadas a grandes distancias del lugar de emisión de los gases que dieron origen al fenómeno.

- Las aguas también pueden ser contaminadas por derrames de petróleo. El petróleo no se mezcla con el agua y, por ser menos denso, flota en ella. Los efectos más graves de estos accidentes se producen sobre los peces, los crustáceos, los moluscos y la vegetación marina, que mueren de asfixia. Las aves también son afectadas, porque el petróleo destruye la cubierta de cera de sus plumas.

La contaminación del aire



El smog es una capa de humo y niebla que se forma en las ciudades, en determinadas condiciones climáticas. Puede producir irritación en la nariz y los ojos, bronquitis, alergias y sinusitis.

El aire es la mezcla de gases que recubre a nuestro planeta formando la atmósfera. Su composición consiste básicamente en nitrógeno, oxígeno, vapor de agua, dióxido de carbono y otros gases, en menor proporción. Además de ser fundamental para la vida, el aire es un recurso que se aprovecha para obtener energía. En efecto, el viento, que es aire en movimiento, se usa, desde hace siglos, para accionar molinos. Actualmente, este mecanismo se emplea también en las centrales eólicas, para la obtención de energía eléctrica.

Hasta la Revolución Industrial, a fines del siglo XVIII, la pureza de la atmósfera solo era alterada por causas naturales, como las erupciones volcánicas. Con el paso de los años, la actividad industrial no cesó de introducir nuevas sustancias, que reaccionaron entre sí y con los componentes naturales de la atmósfera, y dañaron la salud humana, la estabilidad del clima y el desarrollo de los ecosistemas. A B

Hoy, el gran desafío que enfrenta la humanidad consiste en explotar los recursos naturales en forma planificada y responsable, para que el equilibrio de nuestro planeta no se vea irreparablemente dañado.

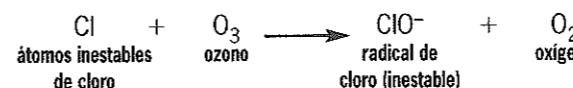
A La destrucción de la capa de ozono

El ozono (O_3) es un gas presente en la capa de la atmósfera denominada **troposfera**, que se extiende entre los 17 km y los 50 km por sobre el suelo. Este gas absorbe las radiaciones ultravioleta (UV) provenientes del Sol, que son muy nocivas para los seres vivos.

Los generadores de cloro atómico, como el gas freón, y los clorofluorcarbonados son los agentes más peligrosos para esta capa de ozono. Durante mucho tiempo, estos productos, o los solventes que los generan, se usaron indiscriminadamente en la industria de aerosoles, espuma plástica, gas para heladeras, aislantes contra incendios, y artículos de telgopor.

Cuando estas sustancias se liberan a la atmósfera, se produce el siguiente proceso:

- Los rayos ultravioleta del Sol disocian las moléculas de los gases destructivos, produciendo la liberación de átomos de cloro (inestables). Estos átomos actúan sobre el ozono rompiendo sus moléculas, según la siguiente reacción:



- El radical de cloro se combina rápidamente con un átomo de oxígeno inestable:



Entonces, se libera oxígeno gaseoso (O_2) a la atmósfera y queda en libertad nuevamente el átomo de cloro original, listo para reiniciar su acción destructiva. De esta forma, la capa de ozono va desapareciendo y, en su reemplazo, aumenta la concentración de oxígeno gaseoso, que no constituye una barrera para impedir que lleguen a la Tierra los rayos nocivos del Sol.

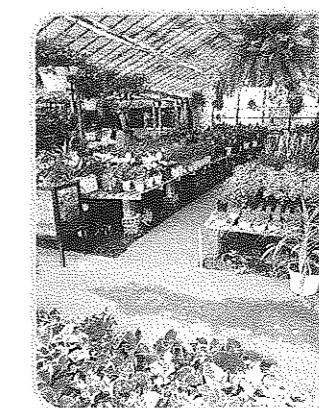
ACTIVIDADES

1 ¿Cuáles son las principales causas de la contaminación atmosférica?

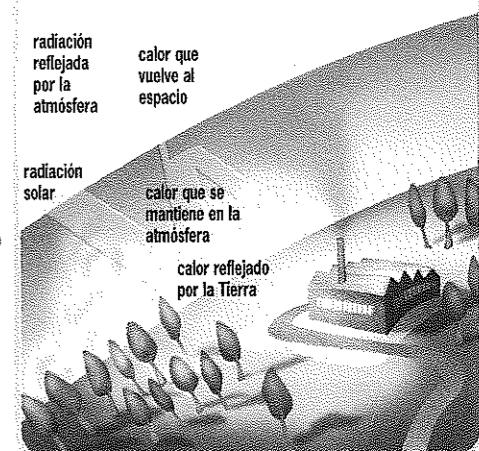
2 ¿Cuáles son las principales causas de la contaminación del agua? ¿Cómo se pueden evitar?

B El efecto invernadero

A medida que crece la demanda de energía y se utilizan más combustibles para satisfacerla, la cantidad de dióxido de carbono que se acumula en la atmósfera aumenta rápidamente. Este gas tiene la capacidad de absorber energía en forma de calor; por eso, cuanto mayor sea la cantidad de CO_2 en la atmósfera, mayor será la cantidad de calor terrestre que no puede ser devuelto al espacio. Este proceso, llamado **efecto invernadero**, es un fenómeno natural; sin embargo, en los últimos años, aumentó de tal manera que la cantidad de energía calórica que entra en la Tierra supera a la que puede salir. Una de las consecuencias de este fenómeno es un aumento de la temperatura, que contribuye, entre otros factores, a modificar el clima.



En un invernadero, la energía del Sol atraviesa sin dificultad los vidrios transparentes. A su vez, las plantas eliminan el calor en forma de radiaciones infrarrojas, que no pueden atravesar el vidrio hacia afuera. De esa forma, el calor queda retenido y genera un microclima interno favorable al crecimiento de las plantas.



3 ¿Por qué se produce el efecto invernadero? ¿Cuáles son sus consecuencias? ¿Y las posibles soluciones?

4 ¿Qué es la capa de ozono? ¿Cuál es su función para la vida en el planeta? ¿Qué ocurre con ella en la actualidad?

Un estudio del impacto ambiental El Parque Nacional Los Arrayanes

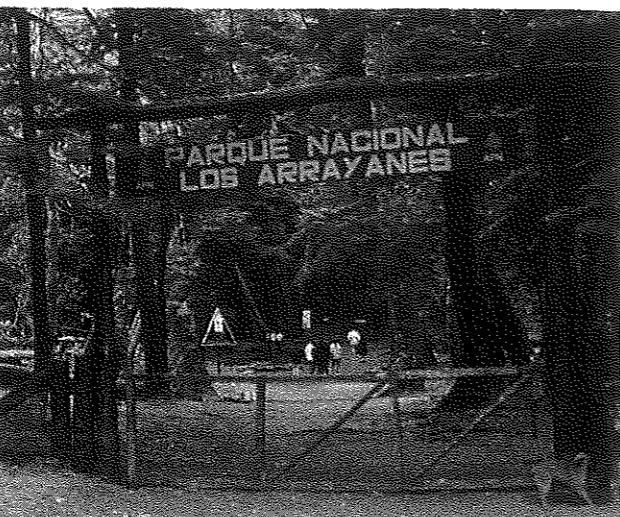
Llarryán es una especie vegetal que crece en terrenos muy húmedos, a orillas del agua. Su corteza, de color canela, cubierta de manchas irregulares blancas, es fría y suave al tacto. Es un árbol de lento crecimiento, que llega a medir entre 12 m y 15 m de altura, con un tronco de hasta 50 cm de diámetro.

Si bien el arrayán puede encontrarse en forma aislada o formando pequeños bosquecillos en distintos lugares de la región andinopatagónica de Chile y la Argentina, se destacan dos sitios con características únicas por la extensión de sus bosques y el desarrollo de los ejemplares, ambos en la provincia del Neuquén: al norte de la isla Victoria, en una zona vedada al turismo, y en el extremo sur de la península de Quetrihué, a 12 km de Villa La Angostura.

A mediados de la década de 1960, se realizó un estudio comparativo de las comunidades de arrayanes de la península de Quetrihué y de Punta Norte, en la isla Victoria, para analizar su estado de conservación y el grado de impacto ambiental producido por la visita del turismo. Estos estudios determinaron que la edad del 80 % de los arrayanes del bosque de la península de Quetrihué, que es el visitado por el turismo, variaba entre los 165 y los 250 años, y no había ejemplares de edad intermedia, debido a que no habían podido desarrollarse.

En ese momento, se concluyó que la mayor causa de la falta de ejemplares de edad intermedia era el pisoteo que producía el turismo en sus visitas, al destruir la hojarasca protectora del suelo, a lo que se sumaba el pisoteo del ganado que pastoreaba en la zona. También se verificó que los arbustos del sotobosque eran muy escasos y que, entre las hierbas, predominaban algunas que podían competir con las plántulas del arrayán.

Se decidió, entonces, tomar una serie de medidas para reducir este impacto. Por ejemplo, se construyó una pasarela entablonada, para impedir el pisoteo del suelo y se colocó alambrado en diversas zonas, para evitar el avance del ganado. Para proteger especialmente el bosque, de



manera intensiva, en 1971, se lo declaró Parque Nacional, a pesar de ser una zona incluida dentro del Parque Nacional Nahuel Huapi.

En marzo de 1998, el personal de la Administración de Parques Nacionales realizó un relevamiento de la zona para evaluar su estado de conservación y desarrollo, después de muchos años de la implementación de las medidas de protección. Las conclusiones a las que arribaron fueron las siguientes: "Las medidas tomadas en Quetrihué, para reducir el impacto del turismo, han resultado efectivas; en la actualidad, se observa una mayor cobertura y diversidad de los estratos herbáceo y arbustivo". En cuanto a la regeneración del arrayán, si bien no se detectó un aumento en la cantidad de ejemplares de edad intermedia, se pudo observar la presencia de numerosos renovales, principalmente en algunos claros del bosque.

¿Qué es el desarrollo sustentable?

El desarrollo sustentable es el desarrollo planificado de las comunidades, aprovechando sus recursos naturales responsablemente, sin poner en peligro su disponibilidad para las generaciones futuras.

En la ciudad de Río de Janeiro, Brasil, se realizó, en 1992, una reunión internacional para tomar medidas sobre la limpieza del aire, en los grandes centros urbanos, la contaminación de los mares y la pureza del agua en el planeta. En este congreso, denominado "Eco 92", participaron delegaciones de 170 países y se adoptó una serie de acuerdos que constituyeron el primer gran esfuerzo de la humanidad para hacer frente al deterioro del planeta.

ACTIVIDADES

1. ¿Es importante realizar estudios periódicos de distintas zonas del planeta? ¿Por qué?
2. ¿Qué características presenta el arrayán?
3. ¿Por qué fue posible determinar el efecto de las visitas de turistas sobre el bosque de arrayanes de la península de Quetrihué?
4. ¿A qué se denomina desarrollo sustentable? ¿Qué tipo de medidas impulsa?

1 Resuelvan el siguiente grafigrama:

1	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	<input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
16	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Referencias

1. Contaminación que produce un aumento de temperatura en el medio ambiente.
2. Mezcla de piedra caliza, arcilla y arena, que se usa en la construcción.
3. Contaminación que se produce por la emisión de radiaciones al medio ambiente.
4. Metal liviano que se utiliza en la construcción de aviones y automotores.
5. Metal precioso muy utilizado en joyería.
6. Ácido que se obtiene a partir del azufre, muy utilizado en diversas actividades industriales.
7. Sustancia simple, variedad del oxígeno, que forma una capa protectora para la vida en el planeta.
8. Contaminación producida por exceso de imágenes, señales y carteles en las ciudades.
9. Uno de los ácidos causantes de la lluvia ácida.
10. Fenómeno que se produce cuando el agua se enriquece con nutrientes de modo artificial.
11. Recurso fósil del cual se obtienen numerosos derivados.
12. Contaminación que se produce por el exceso de ruido en el medio ambiente.
13. Acción del hombre sobre el medio.
14. Nombre que recibe la lluvia que contiene disueltos óxidos de azufre y nitrógeno.
15. Radiación nociva, proveniente del Sol, que es retenida por la capa de ozono.
16. Nombre que recibe el efecto de recalentamiento que se produce en el planeta por acción del dióxido de carbono y otros gases.
17. Fenómeno químico por el cual, a partir de la piedra caliza, se obtiene cal y dióxido de carbono.

2 Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

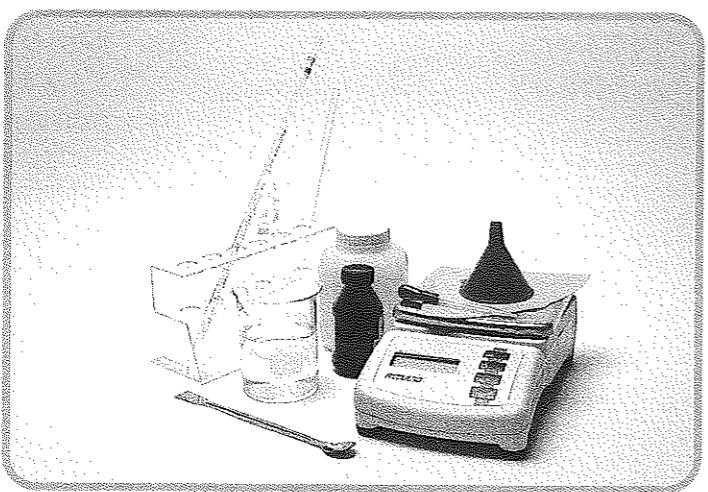
- El costo del reciclado del aluminio es mayor que el de la obtención a partir del mineral.
- Los óxidos de nitrógeno son contaminantes secundarios.
- La deforestación es una de las causas del aumento del efecto invernadero.
- El tronco es la única parte aprovechable del árbol.
- La soda cáustica se obtiene a partir del azufre.
- En la naturaleza, todos los metales se encuentran combinados, formando minerales.
- La cal se obtiene a partir de la descomposición del carbonato de calcio.

1 Obtención de hidróxido de calcio

La siguiente experiencia les permitirá utilizar cal como recurso natural para obtener hidróxido de calcio.

Materiales

- Un vaso de precipitados de 250 ml.
 - Una balanza.
 - Un gotero.
 - Un embudo.
 - Papel de filtro.
 - Una varilla.
 - Dos tubos de ensayo.
 - Una gradilla.
 - Un sorbete



Sustancias

- Cal (óxido de calcio).
 - Agua.
 - Solución de fenolftaleína.

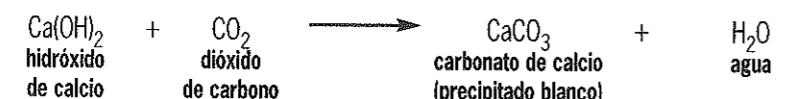
Procedimiento

1. Midan, en la balanza, 20 g de cal y colóquenla en el vaso de precipitados.
 2. Observen sus caracteres organolépticos. Tomen nota de ellos.
 3. Utilizando el gotero, viertan sobre la cal unas gotas de agua, lentamente. ¡Cuidado! No toquen con la mano y viertan muy lentamente las gotas de agua sobre la cal.
 4. Toquen el exterior del vaso de precipitados y respondan: el sistema, ¿absorbe o libera calor? ¿Es una reacción exotérmica o endotérmica? ¿Qué sucedió con el volumen de cal original?
 5. Cuando la cal quede totalmente pulverizada, agreguen más agua hasta formar una suspensión. A esta sustancia se la denomina hidróxido de calcio o "techada de cal". La reacción producida fue:



6. Filten el sistema con el embudo. Recojan la lechada de cal formada en dos tubos de ensayo. Pongan los tubos de ensayo en la gradilla. Observen los caracteres organolépticos de la sustancia obtenida. Tomen nota de ellos.

7. Introduzcan el sorbete en uno de los tubos y soplen para incorporar dióxido de carbono a la solución de hidróxido de calcio. ¿Qué sucede? Tomen nota de lo que observan. La reacción producida es:



8. Con el gotero, añadan al otro tubo unas gotas de solución de fenolftaleína. ¿Qué sucede?

Observaciones

La fenolftaleína es un indicador incoloro que vira al fucsia en presencia de una base o hidróxido. El cambio de color denota la presencia de hidróxido de calcio.

Conclusiones

El óxido de calcio (cal viva) es un recurso natural a partir del cual se puede obtener hidróxido de calcio (cal apagada). El viraje del indicador al fucsia denota la formación de dicho hidróxido, al igual que la reacción con dióxido de carbono, en la que se forma un precipitado blanco de carbonato de calcio.

2 Las aleaciones

La siguiente experiencia les servirá para comprobar las propiedades de las aleaciones. Prepararán una aleación de estaño, plomo y antimonio, y podrán observar el cambio de propiedades experimentado por los metales originales.

Materiales

- Una balanza.
 - Un crisol.
 - Un trípode con tela metálica.
 - Un mechero de Bunsen.
 - Un mortero con pilón.
 - Una pinza de metal.
 - Un alicate para cortar cables.
 - Una espátula.
 - Una hoja de papel.
 - Una varilla de vidrio.



Sustancias

- Plomo.
 - Antimonio.
 - Estaño.

Con el fin de disminuir la fragilidad de algunos metales, aumentar su resistencia a la corrosión o endurecer a aquellos que por su escasa dureza se desgastan con el uso, se elaboran aleaciones, que son mezclas producidas por la fusión entre dos o más metales.

Procedimiento

1. Observen los caracteres organolépticos del plomo, del antimonio y del estaño. Tomen nota. ¿Se doblan con la pinza? ¿Son quebradizos? ¿Qué color tienen? ¿Tienen brillo? ¿Se rayan con facilidad al pasárselas la espátula?
 2. Preparen un molde pequeño, plegando un cuarto de la hoja de papel. Colóquenlo cerca del mechero, para verter la mezcla de los metales, cuando llegue el momento.
 3. Midan, con la balanza, 11 g de plomo, córtenlo en trozos pequeños, utilizando el alicate, y colóquenlo en el crisol.
 4. Midan, con la balanza, 5 g de antimonio y colóquenlo en el mortero. Con el pilón, Trituren el metal hasta reducirlo a polvillo. Colóquenlo, junto con el plomo, en el crisol.
 5. Midan, con la balanza, 4 g de estaño y córtenlo en trozos pequeños con el alicate. Colóquenlo en el crisol.
 6. Enciendan el mechero y, sobre el trípode con tela metálica, calienten el crisol con la mezcla de metales. Revuelvan periódicamente con la varilla de vidrio.
 7. Una vez fundidos los metales, vuelquen la mezcla sobre el molde de papel. Dejen enfriar.
 8. Una vez solidificada la aleación de metales, traten de rayarla con la espátula e intenten doblarla con la pinza. ¿Qué sucede? ¿Conserva la mezcla las propiedades de cada uno de los metales por separado? ¿Por qué?

Observaciones y conclusiones

Mediante el proceso físico de fusión se realizó una mezcla de metales que guarda la siguiente proporción: 11 partes de plomo, 5 partes de antimonio y 4 partes de estaño. Las propiedades de la aleación son diferentes de las de los metales que intervienen en ella: posee mayor dureza y es más resistente a la corrosión.

Contenidos

- Teorías sobre el origen y la diversidad de la vida.
- La evolución, según Darwin.
- Evidencias de la evolución.
- Mecanismos de la evolución: variabilidad genética, selección natural, la adaptación.
- El origen de las especies: la especiación.
- Patrones o tipos de evolución: evolución filética, evolución divergente y radiación adaptativa.

A partir del registro fósil, los paleontólogos intentan reconstruir el camino de nuestra propia evolución. Este diagrama ilustra las relaciones evolutivas entre los homínidos, según una de las hipótesis que se acepta actualmente.

BANCO DE DATOS**El árbol genealógico del hombre**

Los seres humanos nos distinguimos del resto de los seres vivos por una serie de características exclusivas: contamos con lenguaje articulado, podemos manejar instrumentos y logramos desarrollar tecnologías complejas. También compartimos características con los demás mamíferos y, en especial, con los grandes monos (chimpancés, gibones y gorilas). La Biología explica estas semejanzas, comprendiendo a los seres humanos, al igual que a todos los seres vivos, como parte de un mismo proceso evolutivo, que se originó, hace unos 3500 millones de años, con la formación de los primeros organismos unicelulares.

Australopitecinos

Los integrantes de este grupo, del que formaba parte el *Australopithecus afarensis*, eran bípedos, de rostros alargados, cerebros relativamente pequeños, mandíbulas fuertes y molares grandes. No hay evidencias de que fabricaran herramientas.

***Australopithecus afarensis***

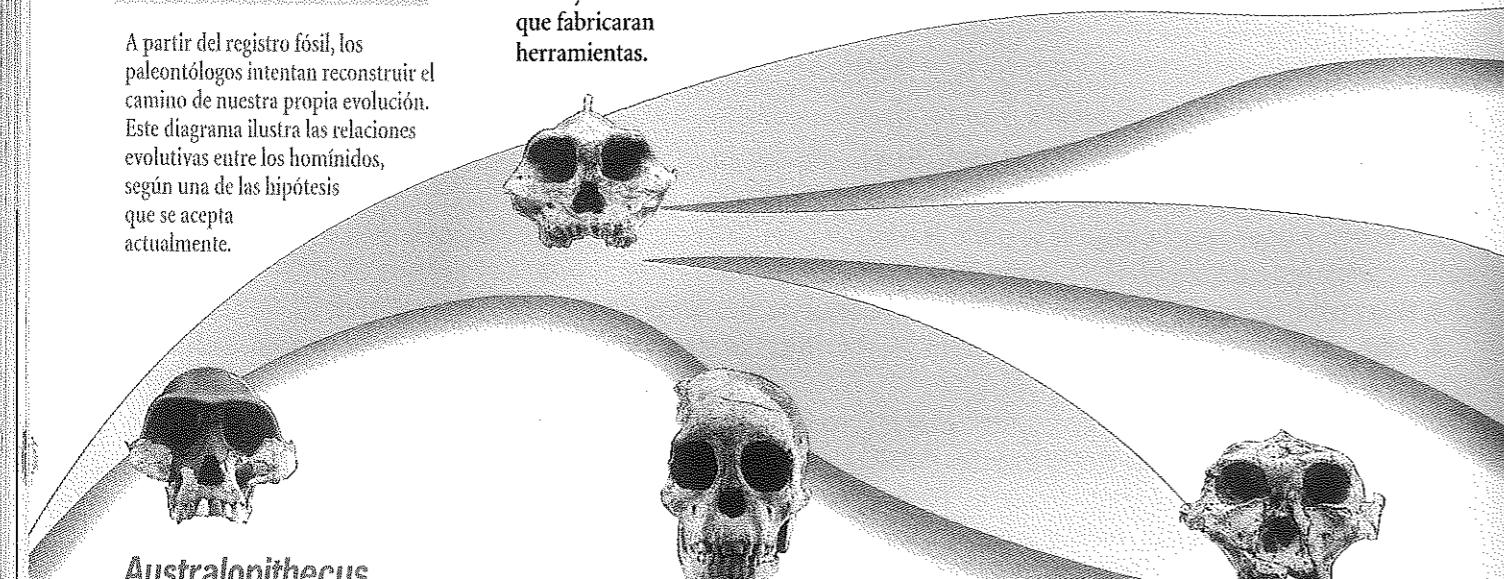
Se considera que este es el homínido más antiguo. Era bípedo y caminaba erguido. Tenía alrededor de un metro de altura y pesaba unos 30 kilos. Su cerebro habría sido un poco más grande que el de un chimpancé.

Australopithecus africanus

Habría sido pequeño, con un peso de hasta 30 kilos y 1,40 metro de altura. Era bípedo y tenía cráneo relativamente pequeño.

Australopithecus robustus

Su peso llegaba a los 40 kilos. Tenía cara amplia. Los dientes frontales eran del mismo tamaño que los nuestros, pero los molares y los premolares eran mucho más grandes, lo que sugiere que se alimentaba de vegetales duros, como frutos con cáscara, raíces y tubérculos.



La Tierra está habitada por una inmensa variedad de especies de organismos. Durante siglos, se consideró que todas ellas habían existido desde siempre en la forma en que las conocemos. Sin embargo, posteriormente se comprobó que los organismos actuales son el resultado de un largo proceso, conocido como evolución, a lo largo del cual, a partir de un antecesor común, unas especies surgieron de otras. Actualmente, la evolución es considerada el fundamento de todos los estudios biológicos, ya que permite comprender muchos de los fenómenos asociados a la vida.

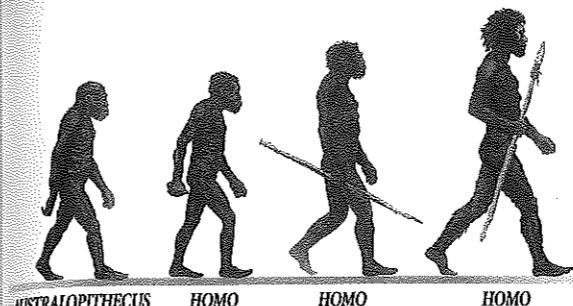
ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- Las diversas especies de seres vivos que conocemos, ¿existieron desde el comienzo de la vida en la Tierra?
- ¿Cuál es el postulado central de la Teoría de la evolución?
- ¿Cómo explica la Biología las semejanzas entre los seres humanos y los grandes monos?
- ¿A qué grupo pertenecen los seres humanos y los grandes monos?
- ¿Cuál es la única especie actual que representa al grupo de los homínidos?
- ¿Qué otros homínidos fueron hallados a través del examen del registro fósil?
- ¿Qué características presentaba el homínido más antiguo que se conoce? ¿En qué época vivió?
- ¿Qué características diferencian al *Homo sapiens sapiens* del resto de los homínidos? Confeccionen un cuadro comparativo para resumir la respuesta.

Homo sapiens sapiens

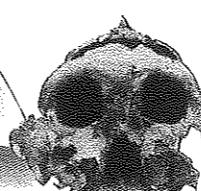
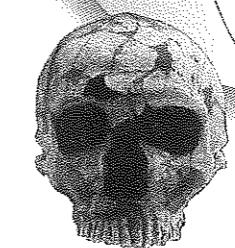
Tenía un volumen cerebral que duplicaba al del *Homo habilis* y superaba en un tercio el del *Homo erectus*. Mostró un avance cultural, que quedó registrado en herramientas bien elaboradas y obras de arte (pinturas en las cavernas, tallas y esculturas). A esta línea de los homínidos pertenecemos los seres humanos actuales.



Al igual que los grandes monos, los seres humanos somos **hominoideos**. Pertenecemos al grupo de los **homínidos**, del que, en la actualidad, somos los únicos representantes. Sin embargo, los fósiles permiten reconstruir una larga historia, en la que aparecen varias especies cercanas a la nuestra.

***Homo erectus***

Tenía más altura y un volumen craneal mayor que sus antecesores. Fabricó herramientas de piedra, como el hacha. Se vestía con pieles y habitaba en cuevas o refugios. Sabía encender el fuego, lo que le permitió cocinar alimentos que, de otra manera, eran difíciles de digerir.

***Australopithecus boisei***

Era muy semejante al *Australopithecus robustus*, pero más corpulento.

***Homo sapiens neanderthalensis***

Tenía postura erecta, como la nuestra, pero era más corpulento. Empleaba utensilios de piedra y enterraba a sus muertos. Es posible que usara pieles de animales para vestirse.

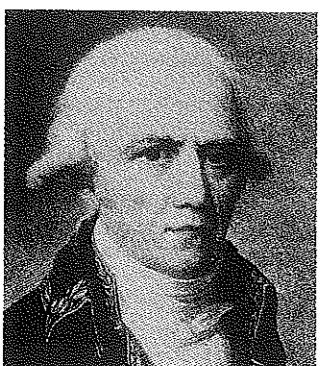
Ideas anteriores a la Teoría de la evolución

La vida en la Tierra se manifiesta a través de una gran diversidad de formas, que comprende desde los organismos unicelulares hasta los seres más complejos, como el hombre. Desde la Antigüedad, se intentó explicar esta diversidad, para lo cual se elaboraron hipótesis sobre su origen y su organización. La observación de las similitudes y las diferencias entre los seres vivos permitió reconocer e identificar distintas clases de organismos, y agruparlos de acuerdo con sus características comunes. Así fue como se llegó a establecer la noción de especie. Una especie es un grupo de organismos con características similares, que pueden reproducirse entre sí y originar una descendencia fértil.

Durante siglos se consideró que todas las especies, tal como se las conocía, habían sido creadas en el inicio del universo. Esta postura, llamada más tarde **creacionista**, por lo general estaba asociada a otra, conocida como **fijista**, según la cual cada especie, desde el momento de su creación, se había perpetuado a lo largo del tiempo sin sufrir modificación alguna. Sin embargo, en el siglo XVIII ambas concepciones empezaron a ser puestas en duda, a partir de los descubrimientos de restos fósiles y de las investigaciones geológicas, que demostraban que los seres vivos no habían sido siempre iguales y que la Tierra era mucho más antigua de lo que hasta ese momento se pensaba.

A partir de estas observaciones, surgieron las primeras teorías que sostenían que los seres vivos cambiaban con el transcurso del tiempo, y que las especies actuales eran el resultado de sucesivas y lentas transformaciones de especies anteriores que se habían extinguido. Estas teorías, si bien constituyen antecedentes de la actual Teoría de la evolución, no explicaban el modo en que se habían producido esas transformaciones. A B

La evolución, según Lamarck



Jean Baptiste Lamarck fue uno de los primeros científicos que elaboró una teoría del desarrollo de los seres vivos y uno de los primeros defensores de las ideas evolucionistas. Sin embargo, sus postulados, al carecer de base experimental, no daban un fundamento consistente a la idea de que una especie podía provenir de otra.

A principios del siglo XIX, el biólogo francés Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), en su obra *Filosofía zoológica*, propuso una explicación acerca del cambio y del desarrollo de los seres vivos. Lamarck sostenía que, debido a la influencia del ambiente, los seres vivos modificaban su cuerpo conforme al uso o al desuso de sus órganos; luego, las modificaciones así adquiridas por un organismo eran transmitidas a sus descendientes. De este modo, podía entenderse por qué los fósiles correspondientes a los organismos más antiguos eran mucho más simples que los organismos actuales, y por qué los organismos presentaban adaptaciones de acuerdo con el ambiente en que vivían. Para Lamarck, tanto la capacidad de cambiar la estructura corporal como la herencia de los caracteres adquiridos eran consecuencia de la tendencia natural de los seres vivos a alcanzar una mayor perfección. Estos mecanismos habrían producido cambios graduales en los organismos, que habrían determinado el surgimiento de nuevas especies sucesivamente más complejas.

Las ideas de Lamarck, conocidas en su momento con el nombre de **transformacionismo**, carecían de base experimental y estaban formuladas de manera confusa. Aunque fue uno de los primeros pensadores que defendió los principios evolucionistas, sus observaciones acerca de los mecanismos por los cuales se había producido la evolución eran erróneas. En particular, la idea de la herencia de los caracteres adquiridos nunca fue comprobada en la práctica.

A El uniformismo y el catastrofismo

Hasta el siglo XVII, las ideas predominantes acerca del origen y la antigüedad del planeta se basaban en interpretaciones literales de la Biblia. Así, a partir del recuento de las generaciones sucedidas desde Adán, se había llegado a calcular que la edad máxima de la Tierra era de seis mil años.

Fue el geólogo escocés James Hutton (1726-1797), considerado el padre de la Geología moderna, quien sugirió que la Tierra tenía una antigüedad mucho mayor de lo que se había creído hasta entonces. Según Hutton, el paisaje terrestre actual se había formado a través de los mismos procesos lentos, graduales y continuos, que modifican el relieve hoy en día, como la erosión, la sedimentación o el alzamiento del terreno. La teoría de Hutton, conocida como **uniformismo**, al extender considerablemente la edad de la Tierra, contribuyó a cimentar las ideas evolucionistas posteriores, puesto que el surgimiento y el desarrollo de las especies solo podrían haberse realizado a lo largo de un lapso de tiempo prolongado.

En su época, el uniformismo fue combatido por otros pensadores y científicos que postulaban que el aspecto del planeta era el resultado de hechos repentinos y violentos. Esta hipótesis recibió el nombre de **catastrofismo**, y uno de sus principales defensores fue el paleontólogo francés Georges Cuvier (1769-1832), quien la aplicó para explicar el modo en que se habían originado y extinguido las especies.



Georges Cuvier.



James Hutton.

B El registro fósil

Se llama **registro fósil** al conjunto de restos de seres vivos y de indicios de su actividad, que se conservó en las rocas sedimentarias, a lo largo del tiempo. La mayoría de los fósiles se formaron por la acción de varios minerales sobre las partes duras de los organismos, tales como los huesos y los caparazones. Estos organismos quedaron sepultados en las capas interiores del suelo, en diferentes niveles o estratos, cada uno de los cuales, según sus características, corresponde a una época determinada.



La edad de los estratos se puede determinar a partir del tipo de fósiles hallados en las rocas sedimentarias. En el gráfico se muestran algunos ejemplos.

ACTIVIDADES

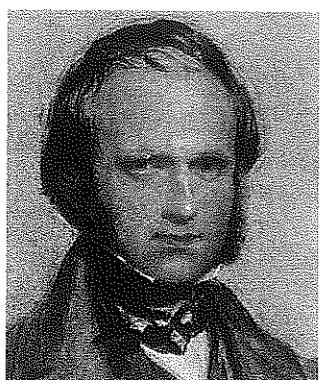
- 1 ¿Qué es una especie?
- 2 ¿Qué sostenía la postura creacionista respecto del origen de las especies?
- 3 ¿En qué consistía la tesis fijista? ¿Qué evidencias se pusieron en duda?

- 4 ¿Cuáles eran las ideas de Lamarck sobre la formación de las especies?
- 5 ¿De qué modo el uniformismo contribuyó al desarrollo de las ideas evolucionistas?
- 6 ¿A qué se llama catastrofismo?

La evolución, según Darwin



Gran parte de la información que le sirvió a Darwin para fundamentar su teoría de la evolución provenía de su propia experiencia como naturalista. Entre 1831 y 1836, realizó una travesía alrededor del mundo a bordo del bergantín HMS Beagle, que le permitió efectuar numerosas observaciones geológicas y recolectar muchos especímenes de animales y plantas.



Darwin llamó selección natural al proceso por el cual las condiciones ambientales favorecen la manifestación de determinadas características o variaciones en los individuos, de modo que aquellos que las poseen tienen mayores posibilidades de sobrevivir y dejar una descendencia fértil, en comparación con aquellos que no las poseen.

En 1859, el naturalista inglés Charles Darwin (1809-1882) publicó *El origen de las especies por medio de la selección natural*. Con este libro, resultado de largas investigaciones, Darwin logró una explicación de la diversidad de los seres vivos y del mecanismo a través del cual se origina esta diversidad. Así, estableció los principios de lo que se conoce como Teoría de la evolución, que constituye hoy en día la teoría más aceptada por los biólogos, ya que permite comprender gran parte de los fenómenos relacionados con la vida.

Darwin, al igual que Lamarck anteriormente, reconocía que los seres vivos cambian gradualmente y que el ambiente influye en estos cambios. Sin embargo, a diferencia de Lamarck, sostendía que los cambios eran consecuencia de un proceso por el cual el ambiente favorecía a los organismos que poseían ciertas características que les permitían adaptarse mejor al ambiente y, por lo tanto, tenían mayores probabilidades de sobrevivir y de dejar descendencia. Darwin llamó a este proceso selección natural y postuló que todas las especies habrían surgido, conforme a la selección natural, desde un antepasado común. Por esta razón, todas las especies estarían emparentadas. A

Los postulados de la teoría de Darwin

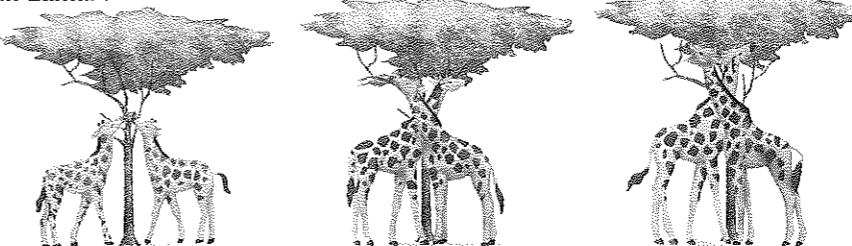
Para elaborar su teoría, Darwin reunió una gran cantidad de información. Ello le permitió determinar que, si bien todos los grupos o poblaciones de seres vivos tienden a crecer progresivamente, diversos factores del ambiente, como la disponibilidad de espacio o de alimento, condicionan la supervivencia de los individuos y constituyen un límite para el crecimiento de las poblaciones. Una consecuencia de ello es que el tamaño de las poblaciones de organismos se mantiene relativamente constante a lo largo de los años, debido a que no todos los individuos sobreviven. Para Darwin, la selección natural es el mecanismo que determina cuáles individuos de una especie sobreviven y cuáles, no. B

Darwin consideraba la selección natural como un proceso similar a la selección artificial, como llamó al proceso realizado, por ejemplo, por los criadores de perros o ganado, quienes seleccionan, para reproducir, a determinados individuos con características particulares. En la selección natural, el ambiente es el que, de alguna manera, realiza la selección, en lugar del hombre. Los individuos que, debido a la presencia de ciertas características hereditarias, estén mejor adaptados a las condiciones del ambiente tendrán mayores posibilidades de sobrevivir y de dejar una mayor descendencia, mientras que aquellos que no logren adaptarse, desaparecerán.

La aparición de variaciones entre los individuos de una población natural puede favorecer la adaptación de un organismo al ambiente. A su vez, esta adaptación favorable puede ser transmitida a los descendientes. De acuerdo con Darwin, estas variaciones aparecen de modo azaroso, y su acumulación, a lo largo de las generaciones, determina que las poblaciones nuevas se diferencien paulatinamente de la población original hasta constituir especies distintas. De este modo, la variabilidad de caracteres presentes en todas las especies, es decir, la existencia de diferentes variantes para una misma característica, es la base que hace posible la selección natural, y, con ello, el cambio evolutivo.

A El cuello de las jirafas, según Lamarck y según Darwin

Según Lamarck

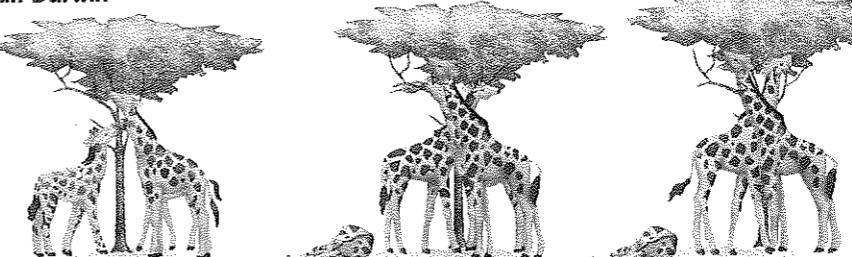


Hubo una población ancestral de jirafas de cuello corto, que伸展aban el cuello para alcanzar las ramas más altas. Este hábito produjo el alargamiento de los cuellos.

Las jirafas de cuello más largo transmitieron esta característica a sus descendientes. Según Lamarck, los caracteres adquiridos en vida son heredables.

Cada generación adquiría un largo mayor de cuello que el de sus progenitores. Este proceso continuó hasta que las jirafas alcanzaron la longitud actual de sus cuellos.

Según Darwin



Hubo una población ancestral de jirafas, con distintas variantes de largo de cuello. Las de cuello más largo podían obtener más alimento y tenían más posibilidades de sobrevivir y dejar descendientes con características similares.

Mientras que los individuos con cuello corto morían sin dejar descendencia, nacían más individuos con el cuello largo, que estaban más favorecidos para competir por el alimento.

Las jirafas de cuello corto terminaron extinguéndose, al estar en desventaja para obtener alimentos.

Tanto Lamarck como Darwin sostienen que las especies actuales provenían de otras especies anteriores, a partir de las cuales habrían evolucionado. Sin embargo, Lamarck y Darwin diferían en la explicación de las causas y de los mecanismos que hacían posible la evolución. El ejemplo más famoso proporcionado por Lamarck para explicar su visión del cambio evolutivo es el de la evolución de la jirafa. Su teoría fue totalmente desacreditada al comprobarse que los caracteres adquiridos por un individuo no son heredables. En cambio, la explicación de Darwin para el mecanismo de la evolución se constituyó en el fundamento de la Biología actual.

B El crecimiento de las poblaciones

En 1798, el economista y clérigo británico Thomas Malthus (1766-1834) publicó un tratado titulado *Ensayo sobre el principio de la población*. En él, Malthus afirmaba que la población humana tendía a aumentar más rápidamente que la producción de alimentos. Debido a ello, llegaría un momento en que la cantidad de alimentos sería insuficiente para alimentar a toda la población. Estas ideas influyeron enormemente en Darwin, quien advirtió que los mismos principios podían aplicarse a todas las especies de seres vivos. Por ejemplo, calculó que una pareja de elefantes, que es uno de los animales que se reproduce más lentamente, originaría una descendencia de diecinueve millones de elefantes en un período de 740 a 750 años, si todos los hijos sobrevivieran y se reprodujeran a un ritmo normal. Darwin llegó a la conclusión de que esto no ocurre debido a las limitaciones que impone el ambiente.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál es la importancia de las ideas de Darwin para la Biología actual?
- 2 ¿A qué llamó Darwin selección natural?
- 3 ¿De qué manera influye la selección natural en el tamaño de las poblaciones?
- 4 ¿Qué papel desempeña la variabilidad de caracteres en la selección natural?
- 5 ¿Cuáles son las principales diferencias entre la explicación de Darwin y la de Lamarck sobre el desarrollo del cuello de las jirafas?



Thomas Malthus.

Evidencias de la evolución

Evidencias de la evolución

Paleontología:
restos fósiles.

Anatomía comparada:
estructuras homólogas.

Embriología:
desarrollo embrionario
de distintas especies.

Genética:
secuencia genética de
especies diferentes.

Aunque actualmente la Teoría de la evolución es el principio que rige a la Biología, muchas de las pruebas de la evolución provienen de otras disciplinas. A las evidencias presentadas por Darwin en *El origen de las especies por medio de la selección natural*, se han agregado otras, fruto de los avances de la investigación científica. Estas evidencias contribuyen a sostener la posición, compartida por muchos científicos, según la cual la evolución es un hecho, aunque aún se discute acerca de los mecanismos del cambio evolutivo.

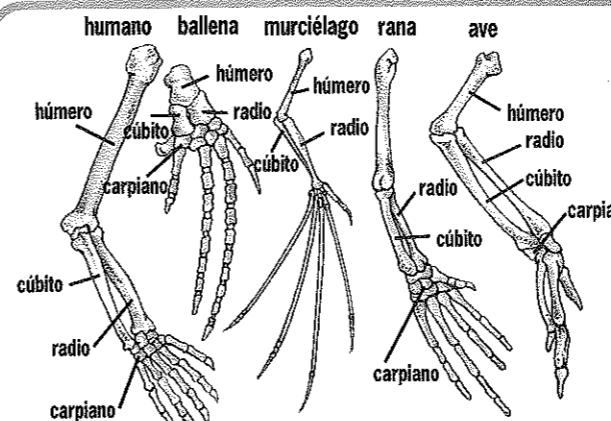
• La Paleontología, mediante el estudio de los restos fósiles conservados en las rocas sedimentarias, aportó pruebas de la existencia de especies hoy extinguidas y, en ocasiones, permitió reconstruir la secuencia evolutiva de algunas especies, como el caballo.

• La Anatomía comparada demostró la existencia de relaciones de parentesco entre especies aparentemente disímiles, lo cual constituye otra evidencia más del cambio evolutivo. Las investigaciones llevadas a cabo en esta área se basan en la comparación de las **estructuras homólogas** de los organismos, es decir, aquellas estructuras presentes en diversos animales que, aunque cumplen funciones distintas, son semejantes en todos ellos por tener un origen común. De este modo fue posible comprobar la relación evolutiva entre las aves y los mamíferos, por medio de la observación de sus miembros anteriores, homólogos entre sí. Este tipo de relaciones entre organismos solo puede explicarse si se considera que las aves y los mamíferos evolucionaron de un antecesor común. Se dice que la Anatomía comparada suministra evidencias estructurales de la evolución.

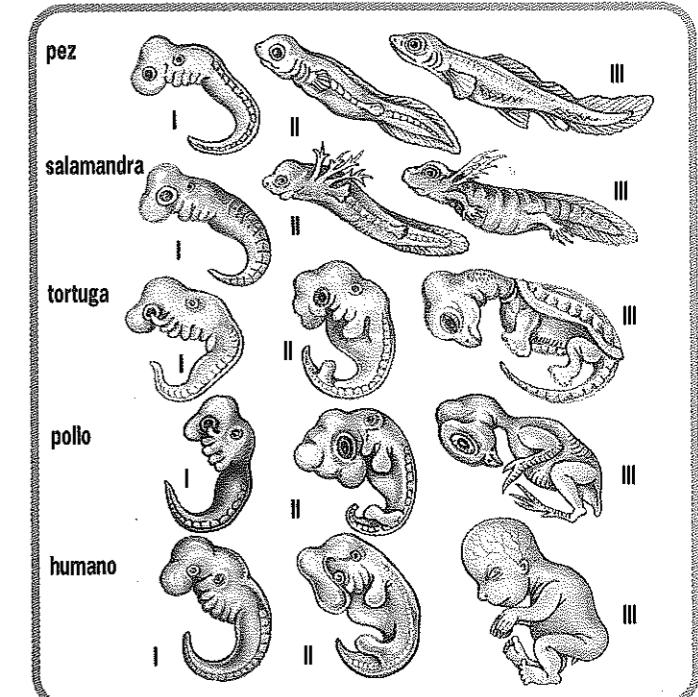
• La Embriología, a través de la comparación de embriones, proporciona evidencias de las relaciones evolutivas entre diferentes grupos. El hecho de que los embriones de especies distintas atraviesen estadios embrionarios similares es considerado una prueba de que poseen antecesores comunes y que, por lo tanto, esas especies se hallan emparentadas entre sí. Aunque en una época se pensó que el desarrollo embrionario de un organismo, que se conoce como **ontogenia**, recapitulaba el desarrollo evolutivo de la especie, llamado **filogenia**, hoy en día se considera que solo las fases tempranas del desarrollo embrionario reflejan las etapas iniciales ancestrales.

• La Genética, al investigar los mecanismos que rigen la herencia de los caracteres biológicos de padres a hijos, brinda la prueba experimental acerca de la variabilidad como fundamento del cambio evolutivo. La presencia de un gen, es decir, un par de factores para cada característica que se manifiesta en un individuo, y la evidencia de las mutaciones y las combinaciones que pueden producirse en el material genético, confirmaron las ideas de Darwin y contribuyeron a renovar la Teoría de la evolución. Además, la Genética, junto con la Bioquímica, también aporta evidencias acerca de las relaciones evolutivas entre todos los seres vivos. Las células de los organismos poseen una estructura básica muy semejante y su material genético consiste en un mismo tipo de molécula, el **ácido desoxirribonucleico (ADN)**, formada por unidades llamadas **nucleótidos**. La disposición de los nucleótidos en la molécula de ADN determina la pertenencia de un individuo a una especie y fija sus características particulares. De este modo, el estudio de la manera en que se hallan ordenados los nucleótidos en el ADN de distintas especies permite conocer su grado de parentesco, ya que, cuanto más semejante sea la secuencia genética entre un organismo y otro, mayor será su proximidad evolutiva.

A Las pruebas de la evolución



Los estudios de la Anatomía comparada establecieron el parentesco entre las aves y los mamíferos, a partir de la comparación de sus miembros anteriores. Mientras que, en las aves, los miembros delanteros conforman las alas que les sirven para volar, en los mamíferos están adaptados para moverse sobre diversos terrenos, o bien para asir objetos. En este caso, se trata de estructuras homólogas, ya que, a pesar de cumplir distintas funciones, comparten un mismo origen evolutivo y son similares en especies diferentes.



Los embriones de los vertebrados presentan estructuras similares durante las primeras etapas de formación. Este hecho se considera un indicio de que todas las especies de vertebrados están emparentadas evolutivamente.

La Genética y la síntesis neodarwiniana

Una de las principales contribuciones de Darwin para la comprensión del cambio evolutivo, fue la importancia que él asignó a las variaciones que se manifestaban entre diversos individuos de una misma especie. Sin embargo, la teoría de Darwin era poco consistente para explicar cómo se producían, en los organismos, los cambios que llevaban a la formación de especies nuevas. La razón de esto era que, en aquel tiempo, se desconocían los mecanismos que hacían posible la transmisión de las variaciones hereditarias.

Esta falencia se vio subsanada con el descubrimiento de las leyes de la herencia, realizado por Gregor Mendel (1822-1844). Aunque Mendel hizo sus observaciones durante la misma época en la que Darwin publicaba *El origen de las especies por*

medio de la selección natural, su trabajo permaneció ignorado hasta principios del siglo xx. Fue entonces cuando se comenzaron a desarrollar las investigaciones genéticas, a partir de las cuales, y junto con los principios de la teoría de Darwin, se elaboró la **Teoría neodarwiniana** o **Teoría sintética de la evolución**, que reúne los conocimientos sobre la evolución, obtenidos durante la primera mitad del siglo pasado.

El especialista en Genética, Theodosius Dobzhansky (1900-1975), de origen ruso, fue uno de los autores de la llamada Teoría sintética de la evolución.



ACTIVIDADES

1 ¿De qué manera la Paleontología contribuyó a confirmar la Teoría de la evolución?

2 ¿Qué son las estructuras homólogas? ¿Por qué constituyen una evidencia de la evolución?

3 ¿Qué pruebas de la evolución aporta la Embriología?

4 ¿Qué aspecto de la teoría de Darwin confirmaron las investigaciones genéticas?

5 ¿En qué consisten las evidencias de la evolución aportadas por la Genética y la Bioquímica?

6 ¿Qué es la Teoría sintética de la evolución?

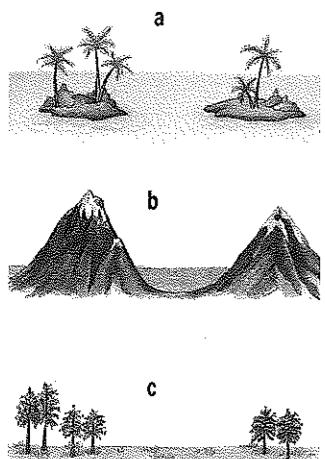
La formación de especies

La evolución es el resultado de la interacción entre el ambiente y la acumulación de variaciones en un grupo de individuos de la misma especie. Por lo tanto, para que la evolución ocurra, es necesario que haya variaciones entre los individuos. Esto solo es posible si los individuos se relacionan con otros individuos de la misma especie, con los que puedan reproducirse, o sea, si los individuos forman una población. Una población es un grupo de organismos de una misma especie, que habitan en un mismo ambiente en un momento determinado. Por ello, desde el punto de vista evolutivo, una especie se define como un grupo de poblaciones naturales cuyos miembros son capaces de cruzarse entre sí, pero no pueden cruzarse con los miembros de otras poblaciones.

La evolución de una especie en otra no pudo observarse casi nunca en su estado natural. Sin embargo, a partir de las evidencias reunidas, los biólogos elaboraron diversas hipótesis acerca del origen de las especies. Actualmente, se conocen dos modos de formación de especies: la especiación alopátrica y la especiación simpátrica.

La especiación alopátrica ("en distinta patria") sucede en poblaciones que, debido a la aparición de una barrera geográfica, quedan aisladas unas de otras. La barreira puede ser de diversos tipos. Por ejemplo, dos poblaciones de caracoles pueden quedar aisladas por unos metros de tierra; o dos poblaciones de plantas, por un lago. La población aislada, debido a las distintas condiciones ambientales, puede comenzar a diferenciarse de la otra, hasta llegar a constituir una nueva especie.

La especiación simpátrica ("en la misma patria") ocurre entre poblaciones que comparten el mismo ambiente, pero, por algún motivo, comienzan a diferenciarse entre sí. Una forma de este tipo de especiación puede ocurrir, por ejemplo, en el caso en que, en una misma región, haya dos clases de hábitats con distintos alimentos. La selección natural podría causar que algunos miembros de una población comienzan a modificar sus hábitos alimentarios hasta llegar a distinguirse totalmente de los otros miembros, de modo que la especie original se dividiría en dos.



El aislamiento geográfico es la modalidad más habitual a partir de la cual se ejerce la selección natural, que deriva en la formación de nuevas especies. El aislamiento puede producirse como consecuencia del surgimiento de barreras tales como islas (a), montañas (b) o grupos separados de vegetación (c). La formación de especies, producida de este modo, se conoce como especiación alopátrica.

Patrones de evolución

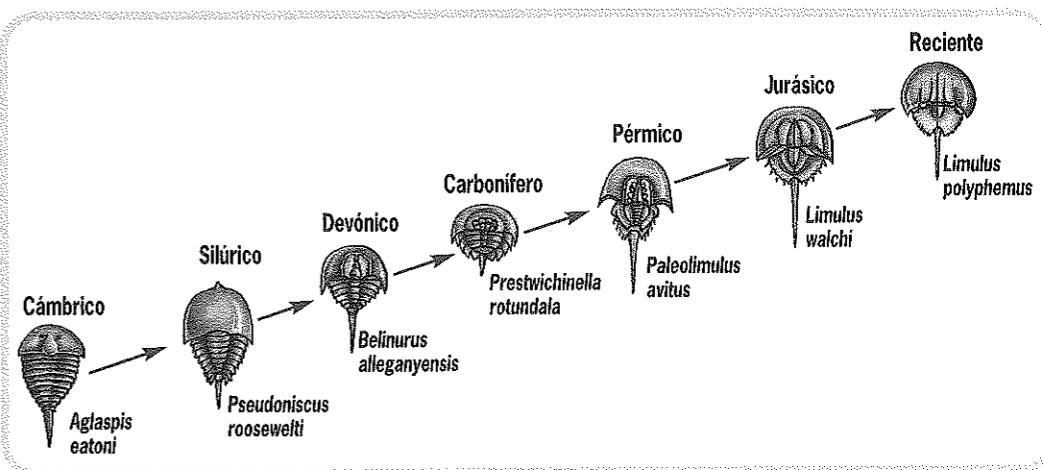
De acuerdo con el registro fósil, las especies que existen surgieron, a lo largo de la historia de la Tierra, como resultado de tres grandes patrones o modelos de especiación, asociados a los efectos provocados por la extinción de especies. Estos modelos son: la evolución filética, la cladogénesis y la radiación adaptativa.

La evolución filética es el cambio producido en un solo linaje, de un mismo tipo de organismos, a lo largo del tiempo. Como consecuencia de la acumulación gradual de modificaciones en las sucesivas generaciones, una especie llega a convertirse en otra especie distinta. La cladogénesis ("formación de ramas") es el cambio evolutivo producido por la bifurcación de unas poblaciones respecto de otras, a partir de un mismo antecesor común, para formar nuevas especies. La radiación adaptativa es la diversificación repentina de un grupo de organismos que comparten un solo grupo ancestral, relacionada con el surgimiento de un nuevo espacio ecológico. A B C

La extinción consiste en la desaparición total de una o de varias especies. Los estudios de fósiles indican que, a lo largo de la historia de la Tierra, se produjeron extinciones graduales y lentas, interrumpidas periódicamente por extinciones masivas de numerosas especies. Un ejemplo de extinción masiva es la de los dinosaurios, al final de la era mesozoica.

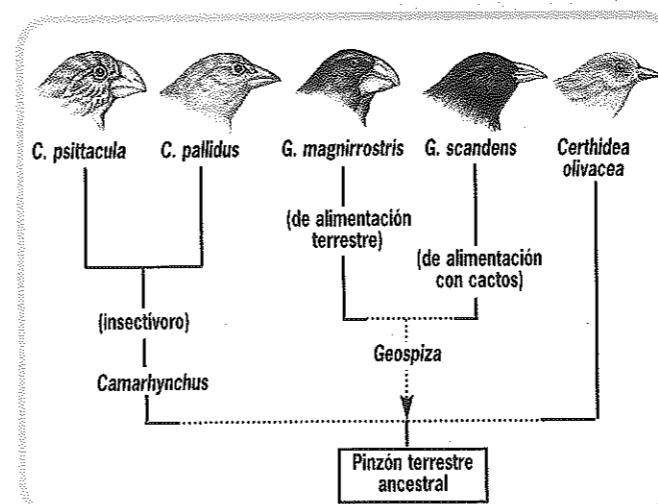
A La evolución filética

Los fósiles de un grupo de artrópodos conocidos con el nombre de "cangrejos cacerola" exhiben modificaciones graduales correspondientes a diversos estratos geológicos. Estas variaciones permiten conjeturar que las especies de este grupo evolucionaron dentro de un solo linaje.



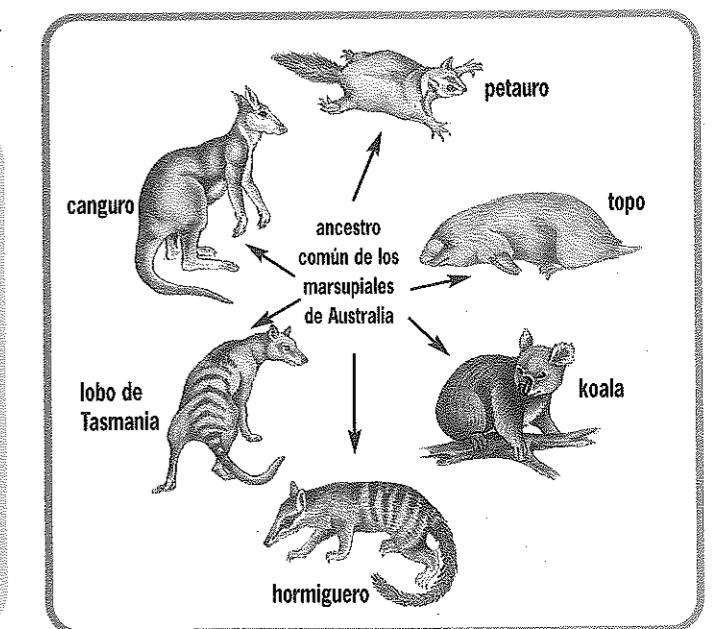
B La cladogénesis

Se llama **cladogénesis** a la evolución de especies que es producto de la bifurcación de una especie ancestral. Un árbol de cuyas ramas surgen otras ramas constituiría la comparación más adecuada para este patrón evolutivo. El caso más célebre de cladogénesis es el de los pinzones de las islas Galápagos, un grupo de aves pertenecientes a diferentes especies, que Darwin estudió detenidamente durante su viaje a bordo del Beagle. Se presume que todas las especies de pinzones derivan de un antecesor común por cladogénesis.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Por qué motivo, para que la evolución ocurra, los individuos deben formar parte de una población?
- 2 ¿Cómo se define a una especie desde el punto de vista evolutivo?
- 3 ¿En qué consiste la especiación alopátrica?
- 4 ¿Cómo ocurre la especiación simpátrica?
- 5 ¿A qué se llama patrones de evolución? ¿A qué se llama extinción?
- 6 ¿En qué se diferencia la cladogénesis de la evolución filética?



¿Existe el "eslabón perdido"?

Gran parte de las evidencias acerca de nuestros antepasados humanos proviene del descubrimiento y del estudio de los fósiles. La verdadera dificultad para completar el árbol genealógico humano radica en que no tenemos suficientes fósiles de nuestros antepasados. Existen muchas razones para ello.

Por un lado, los primeros humanos no eran muchos; probablemente, su población era semejante en número a la de los chimpancés actuales. Por otro lado, los cuerpos de los animales terrestres suelen ser dispersados por los carroñeros o descompuestos por microorganismos, y por eso no es frecuente que se conserven restos sepultados. Incluso, si llega a formarse un fósil, no hay garantía de que la roca donde se encuentra sea accesible: es probable que los fósiles más importantes del mundo estén fuera de nuestro alcance. Otra causa de la escasez de fósiles humanos es el método que emplean los científicos para encontrarlos. A menudo, la gente se sorprende cuando se entera de que, en nuestra era de alta tecnología informatizada, los cazadores de fósiles aún siguen caminando, como hace cientos de años, con la mirada en el suelo, hasta que finalmente hallan un ejemplar que yace en la superficie.

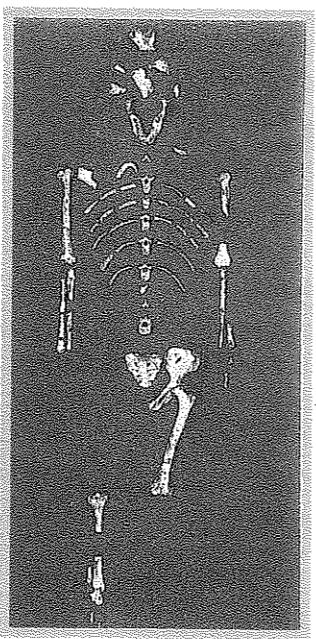
Esto significa que la Paleontología humana es un campo que siempre careció de datos. Y, seguramente, seguirá careciendo de ellos. No sucede lo mismo que en la Física, que permite que alguien continúe con un experimento hasta acumular toda la información necesaria. Por ejemplo, nuestro conocimiento de nuestro pariente más cercano, el *Homo sapiens neanderthalensis*, se basa en aproximadamente una docena de cráneos y partes fósiles que provienen tal vez de unos cien individuos. Esto implica que la Paleontología humana es uno de los pocos campos científicos en los que un solo hallazgo puede desencadenar una verdadera revolución en los conocimientos.

En 1974, mientras buscaba muestras en Etiopía, Donald Johnson descubrió el fósil que hoy conocemos como "Lucy", que era el ancestro humano más antiguo hasta ese momento. La mayoría de los árboles genealógicos que se habían reconstruido hasta entonces colocaban al *Australopithecus afarensis* (el nombre científico de "Lucy" y sus semejantes) en la base del árbol, hace unos 3,8 millones de años, y mostraban que varias especies relacionadas con esa se desarrollaban, a lo largo del tiempo, hasta la actualidad. Pero, como cada miembro del árbol solo se conoce a través de unos pocos fósiles, es difícil decir con exactitud cuándo apareció y desapareció cada una de las ramas, y si un fósil en particular pertenece a un vástago lateral o al tronco

principal del árbol. Aún hoy existe un debate acerca de si el *Homo sapiens neanderthalensis* debe considerarse un verdadero antepasado del hombre o nada más que un primo muy lejano.

No obstante, cuando se trata de nuestros ancestros más recientes, es posible hacer un esbozo aproximado del árbol familiar. Pero, cuando se intenta vincular las ramas recientes con el pasado más distante, comienzan los problemas. Existen buenos registros fósiles de primates de hasta hace 8 millones de años: son criaturas pequeñas, semejantes a los monos, que pocos vacilarían en poner aparte del árbol genealógico humano. Sin embargo, entre esos primeros primates y "Lucy", se extiende un lapso desconocido de 4 millones de años.

A veces, la discusión sobre los precursores del hombre se plantea en términos de un "eslabón perdido", una criatura a mitad de camino entre los simios y los actuales seres humanos. Esta noción se basa en la idea de que nosotros descendemos, de algún modo, de los simios actuales. Se trata de una interpretación errónea de la Teoría de la evolución, que no sostiene nada semejante. Lo que la Teoría de la evolución enseña es que tanto los seres humanos actuales como los grandes simios descienden de un antepasado común, que vivió hace millones de años.



Fuente: traducido y adaptado de *101 things you don't know about science*, de James Trefil. Cassell, 1997.

El esqueleto de "Lucy" pertenece a un *Australopithecus afarensis* de sexo femenino, que habría vivido hace 3,5 millones de años. Medía unos 120 centímetros, caminaba en dos pies y tenía un volumen craneal más parecido al de un chimpancé que al de un homínido.

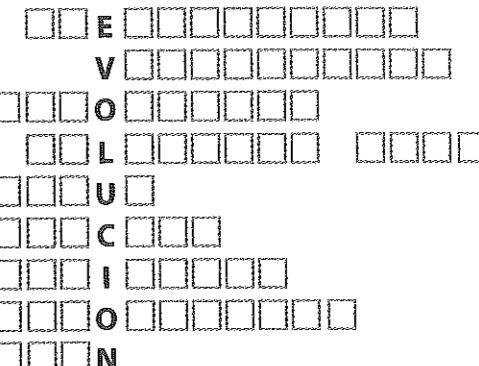
ACTIVIDADES

- Ubiquen a "Lucy" en el árbol genealógico que aparece en el comienzo de este capítulo.
- ¿Por qué es difícil compilar evidencias para establecer la evolución del hombre?
- ¿Por qué la idea de un eslabón perdido es una interpretación errónea de la Teoría de la evolución?

1 Completén el siguiente grafigrama:

Referencias

- Postura que sostenía que todas las especies existieron, sin cambios, desde el comienzo del universo.
- Características, distintas de las de los progenitores, que se manifiestan en los descendientes y pueden favorecer la adaptación a un ambiente.
- Teoría sostenida por James Hutton, según la cual el relieve terrestre se formó a través de procesos lentos y graduales.
- Proceso que, según Charles Darwin, favorece las características de aquellos organismos que se adaptan mejor a las condiciones del ambiente y, por ello, tienen mayores probabilidades de sobrevivir.
- Apellido del autor del Ensayo sobre el principio de la población.
- Fenómeno de desaparición de una o de varias especies.
- Conjunto de mecanismos por los que una especie da origen a otras.
- Formación paulatina de varias especies a partir de un antecesor común.
- Conjunto de individuos de una misma especie que habitan en un mismo ambiente en un momento determinado.



2 Indiquen cuáles de la siguientes afirmaciones son verdaderas (V) y cuáles, falsas (F):

- Los caracteres adquiridos por un individuo a lo largo de su vida son transmitidos a sus descendientes.
- Las condiciones del ambiente favorecen la manifestación de determinadas características en los organismos.
- Las condiciones del ambiente constituyen un límite para el crecimiento de las poblaciones.
- Los organismos pueden modificar su cuerpo debido al uso o desuso de sus partes.
- La variabilidad de caracteres es la base sobre la cual se realiza la selección natural.
- La acumulación de variaciones en los organismos nunca origina una nueva especie.
- En la selección natural, el ambiente selecciona a cualquier individuo de una especie de modo azaroso.

3 Unan, mediante flechas, los conceptos de la columna de la izquierda con el ámbito científico con el que se vinculan, en la columna de la derecha:

- estructuras homólogas
- registro fósil
- nucleótidos
- ontogenia
- estructuras vestigiales
- mutaciones
- desarrollo embrionario
- gen

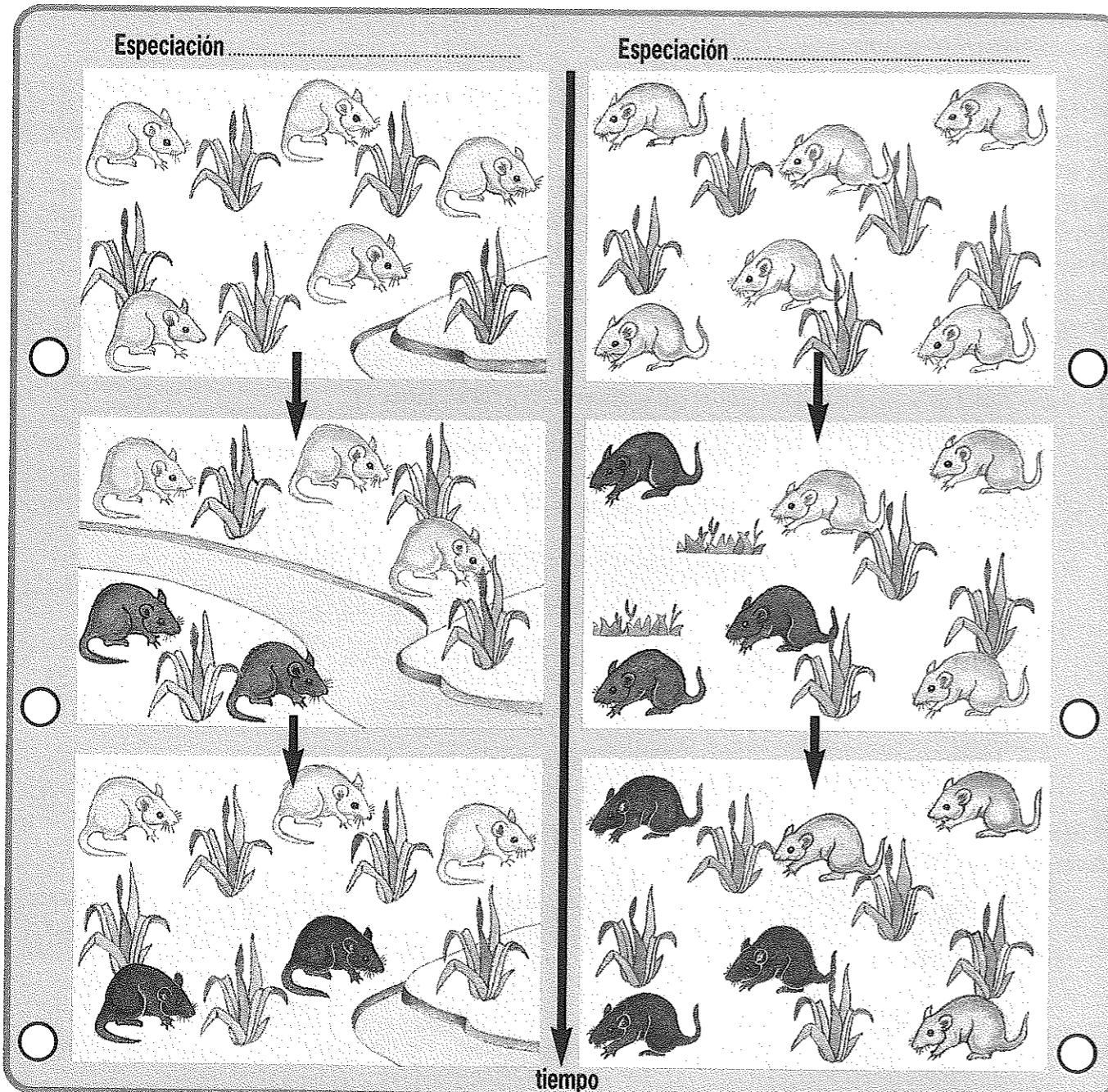
- Paleontología
- Embriología
- Anatomía comparada
- Genética

1 Los mecanismos de especiación

A partir de la observación de las dos series de ilustraciones:

a) Señalen cuál corresponde al mecanismo de especiación alopátrica y cuál, al de especiación simpátrica.

b) Completén cada serie con las explicaciones que correspondan para cada tipo de especiación. Para ello, deben colocar, en cada recuadro, la letra correspondiente, eligiendo de la lista que aparece debajo. Una de las opciones es válida para ambos mecanismos de adaptación.



A. Los distintos hábitats que ocupan cada zona y sus diferentes recursos alimentarios favorecen la diferenciación de los grupos, que llegan a conformar poblaciones distintas.

B. Como consecuencia de la diferenciación, los miembros de una población no pueden reproducirse con los miembros de la otra, y llegan a constituir especies distintas.

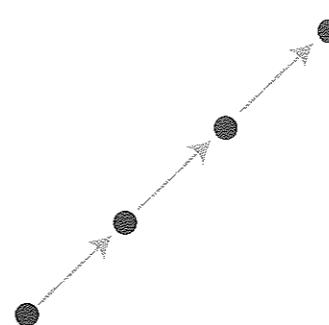
C. Aparición de una barrera geográfica en una población.

D. Las distintas condiciones ambientales, a ambos lados de la barrera, favorecen la diferenciación de una población respecto de la otra.

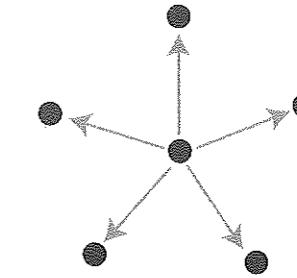
E. La población de una especie se divide en dos o más grupos, que ocupan diferentes zonas ecológicas.

2 Los patrones evolutivos

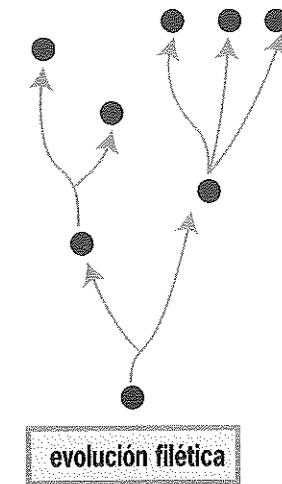
Señalen con qué patrón evolutivo se corresponden cada uno de los siguientes esquemas, uniendo cada esquema con el rótulo que le corresponde:



cladogénesis



radiación adaptativa



evolución filética

3 Lean el siguiente texto y respondan a las preguntas que se formulan a continuación:

a) ¿Por qué motivos consideran que el cóndor, a pesar de poner dos huevos, puede ser más numeroso que el aveSTRUZ, que pone muchos más?

"El cóndor pone un par de huevos, el aveSTRUZ de América, una veintena, y, sin embargo, en el mismo país, el cóndor puede ser el más numeroso de los dos; el petrel no pone más que un huevo, y, no obstante, se cree que es el ave más numerosa del mundo. Una especie de mosca deposita centenares de huevos, y otra, como la Hippobosca, uno solo; pero esta diferencia no determina cuántos individuos de la misma especie pueden mantenerse en una comarca."

Fuente: El origen de las especies, de Charles Darwin, Planeta Agostini.

b) ¿Por qué se afirma que la cantidad de crías en diversas especies no determina la cantidad de individuos de la misma especie que pueden mantenerse en un lugar?

c) ¿Cómo relacionarían estos ejemplos con la noción de selección natural, planteada por Charles Darwin?

4 Marquen, con una cruz, en el casillero correspondiente, según las características de cada patrón evolutivo:

	Evolución filética	Cladogénesis	Radiación adaptativa
cambios graduales			
cambios repentinos			
partición de linajes			
un solo linaje			
diversificación de especies			
surgimiento de un nuevo espacio ecológico			

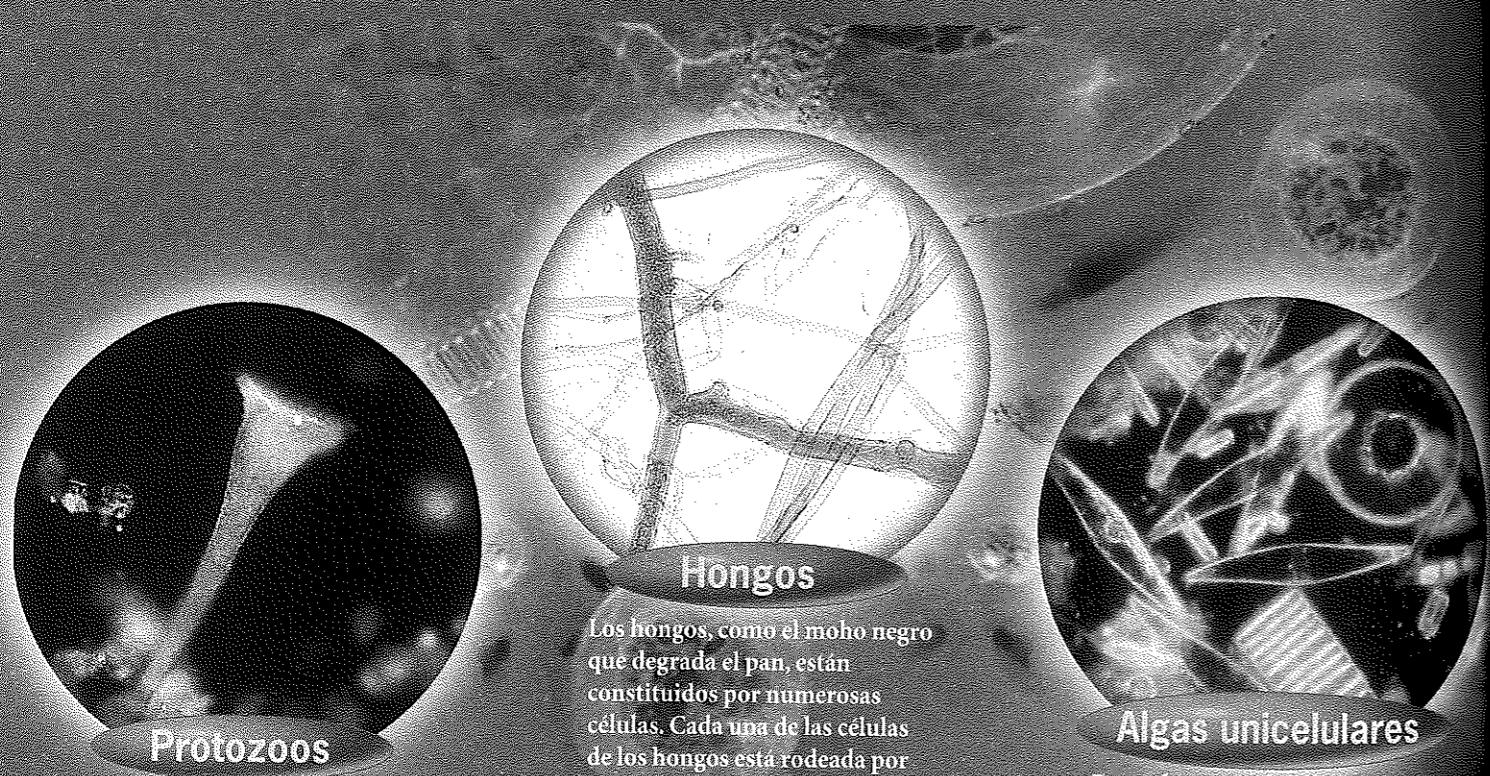
Contenidos

- La diversidad celular.
- El microscopio.
- La célula procariota.
- La célula eucariota.
- Las partes de la célula.
- La membrana plasmática.
- Las organelas.
- El núcleo y la mitosis.

BANCO DE DATOS

La diversidad de las células

Una de las características de los seres vivos es la de poseer una organización que se basa en unidades llamadas **células**. Los organismos multicelulares, como las plantas y los animales, están constituidos por millones de células, que suelen especializarse para realizar las distintas funciones vitales. Pero también existen células que viven en forma aislada: son las que constituyen a los organismos unicelulares, como las bacterias, los protozoos y algunos tipos de algas y hongos. En estos organismos unicelulares, la célula no solamente proporciona la forma al ser vivo, sino que, además, en ella se producen todas las funciones que permiten el desarrollo, el mantenimiento y la continuidad de la especie.

**Protozoos**

El Stentor es uno de los primeros microorganismos que pudo ser observado al microscopio. Es de vida libre y se alimenta de bacterias, algas y otros seres del plancton. Como el resto de los protozoos, es un organismo unicelular heterótrofo.

Hongos

Los hongos, como el moho negro que degrada el pan, están constituidos por numerosas células. Cada una de las células de los hongos está rodeada por una pared celular rica en quitina, la misma proteína que forma el exoesqueleto de los insectos. Los hongos son organismos heterótrofos, que liberan sustancias que ablandan y desintegran los restos orgánicos en partículas más pequeñas, que luego absorben.

Algas unicelulares

Estas algas unicelulares constituyen el inicio de la cadena alimentaria acuática, debido a que son capaces de producir su propio alimento a través del proceso de la fotosíntesis y, como el resto de los organismos autótrofos, son importantes en la producción de oxígeno en el planeta.

La aparición de la vida en la Tierra está asociada a la formación de las primeras células. Todos los organismos están formados por células, desde las bacterias unicelulares microscópicas, hasta las plantas y los animales compuestos por millones de células. A pesar de esta diversidad, las células presentan una estructura básica común, que les permite cumplir con las mismas funciones vitales. De este modo, todas las células incorporan sustancias para alimentarse, eliminan desechos, se desarrollan y se reproducen, para asegurar la continuidad de la vida.

ACTIVIDADES

1 Lean atentamente el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, resuelvan las consignas propuestas y respondan a las siguientes preguntas:

a) Expliquen, con sus palabras, qué es una célula.

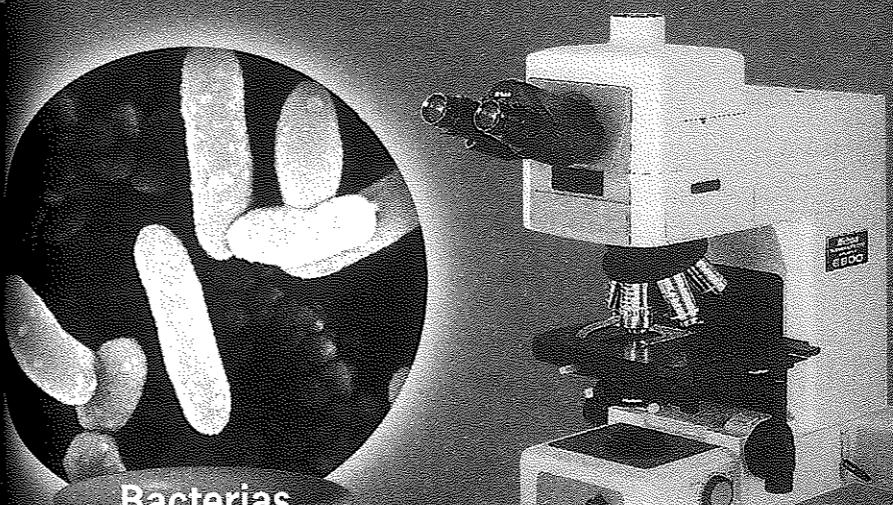
b) Diferencien un organismo unicelular de uno multicelular y, citen un ejemplo de cada uno. Propongan ejemplos distintos que los mencionados en el texto.

c) ¿Es correcto afirmar que todas las bacterias son perjudiciales para la salud y el ambiente? ¿Por qué?

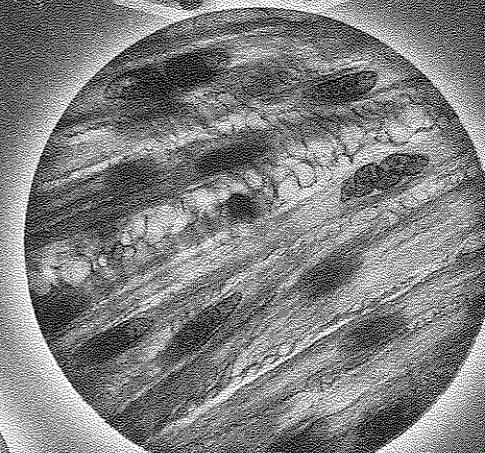
d) ¿Qué estructura presente en las algas les permite realizar el proceso de la fotosíntesis?

e) ¿Qué término utilizarían para indicar que el moho del pan está constituido por numerosas células? En el caso del Stentor, ¿cuál término utilizarían para indicar que está constituido por una sola célula?

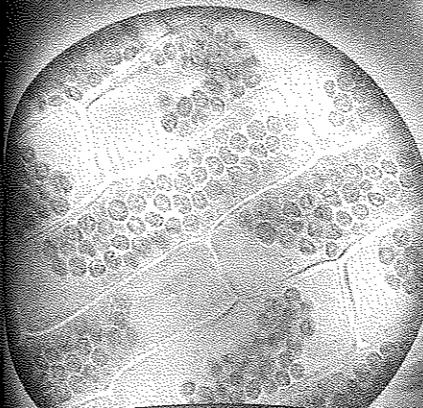
f) Armen una cadena alimentaria, a partir de algunos de los organismos que aparecen en la imagen, y agreguen otros seres vivos, que consideren necesarios para completarla.

**Bacterias**

Las bacterias son organismos unicelulares. Algunas son descomponedoras de la materia orgánica muerta y otras son fotosintetizadoras. No todas las bacterias son causantes de enfermedades.

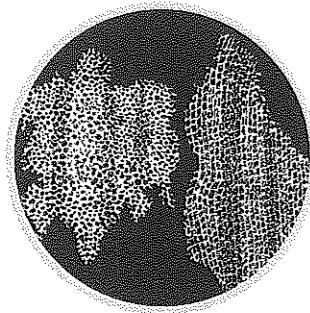
**La célula animal**

Los animales se caracterizan por ser organismos multicelulares heterótrofos, es decir que se alimentan de otros seres vivos. Para conseguir el alimento, los animales tienen que desplazarse. Las células que forman los músculos están especializadas para hacer posible el movimiento.

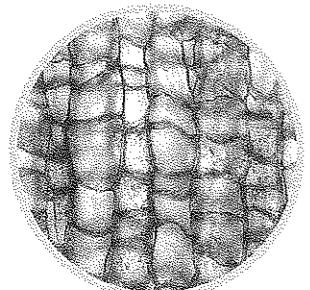
**La célula vegetal**

Las plantas son organismos autótrofos multicelulares. Algunas de sus células, sobre todo las que forman parte de las hojas y las partes verdes del tallo, se caracterizan por la presencia de los cloroplastos, unas estructuras que captan la luz solar y la utilizan como fuente de energía para la elaboración del alimento. Este alimento nutre a todas las células del cuerpo de la planta.

La observación de las células



Dibujo realizado por Robert Hooke a partir de la observación de una lámina de corcho en el microscopio. En realidad, Hooke no observó células vivas, sino los restos de las paredes celulares que forman la corteza del árbol de alcornoque.



Células de la corteza del alcornoque, vistas con microscopio electrónico.

En la historia de la Tierra, la formación de las primeras células señala el momento de la aparición de la vida en el planeta. Sin embargo, el conocimiento acerca de ellas es relativamente reciente. El desarrollo de los primeros microscopios, en el siglo XVI, hizo posible la observación de estructuras y organismos imperceptibles para el ojo humano, lo que permitió el conocimiento de la existencia y la estructura de las células. A

El término célula fue utilizado por primera vez en 1665, por el científico inglés Robert Hooke. Al colocar una delgada lámina de corcho en un microscopio, Hooke observó unas pequeñas cavidades, semejantes en conjunto a un panal de abejas, a cada una de las cuales llamó "célula". En el año 1838, dos científicos alemanes, el botánico Matthias Schleiden y el zoólogo Theodor Schwann, sobre la base de sus observaciones en las plantas y en los animales, establecieron que los seres vivos están formados por células. Los aportes científicos posteriores permitieron ampliar esta idea, y afirmar que la célula es la unidad de estructura y funcionamiento de los organismos. Asimismo, también fue posible concluir que toda célula proviene de otra célula. Estos principios, conocidos como Teoría celular, constituyen el fundamento de la Biología actual.

Las partes de las células

Todas las células poseen una membrana celular, también llamada membrana plasmática. Esta membrana constituye una barrera protectora y separa a la célula del medio externo. Asimismo, a través de la membrana, la célula realiza el intercambio de sustancias con su entorno. La membrana celular envuelve el contenido interno, donde se realiza la mayoría de las funciones que mantienen vivo al organismo. Este contenido, llamado citoplasma, es de consistencia gelatinosa y está compuesto principalmente por agua, sales, azúcares, lípidos y proteínas. Inmersas en el citoplasma, se encuentran las estructuras en donde se realizan las funciones vitales, como la respiración y la elaboración de proteínas. La coordinación y la dirección de las funciones celulares corresponde al material genético, integrado por unos corpúsculos llamados cromosomas.

La forma y el tamaño de las células

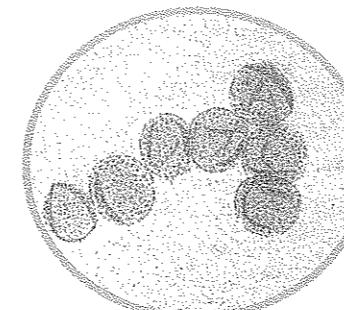
Las células poseen formas y tamaños muy variados. Aunque la mayoría tienen forma esférica, hay células que presentan diferentes aspectos, en razón del medio en que se encuentren y de la función que cumplen. Así, hay células con forma estrellada, como las nerviosas, o cilíndricas y alargadas, como las musculares.

En general, las células no son perceptibles a simple vista. Habitualmente, su tamaño oscila entre los 10 y 100 micrómetros (μm), es decir, entre diez y cien milésimas partes de un metro. Uno de los motivos por el cual las dimensiones de las células son tan pequeñas es el máximo aprovechamiento de la relación entre la superficie y el volumen. Las células incorporan los materiales necesarios para su vida a través de la membrana. Por lo tanto, cuanto más pequeña sea una célula, necesitará incorporar menos cantidad de estos materiales. A la vez, la relación entre el volumen de una célula y la superficie con la que puede tener contacto es proporcionalmente mayor cuanto menor sea su tamaño. De este modo, la célula pequeña realiza la incorporación y la circulación de materiales de manera más rápida y eficaz que las células grandes. B

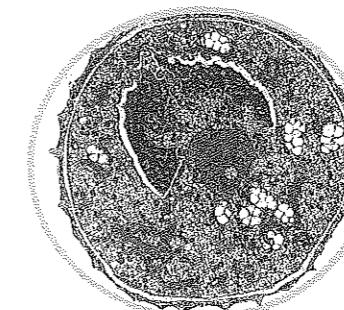
A El microscopio

La creación del **microscopio óptico** se atribuye al holandés Zacharias Jansen (1588-1631). Posteriormente, el holandés Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) lo perfeccionó. Las lentes utilizadas por van Leeuwenhoek, pulidas por él mismo, permitían ver objetos ampliados hasta 300 veces. En 1932, el alemán Ernst Ruska (1906-1988) fabricó el primer **microscopio electrónico**, luego mejorado por diversos especialistas.

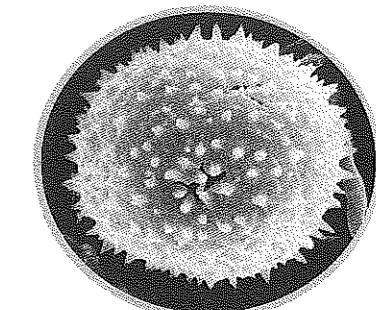
La diferencia principal entre el microscopio óptico y el electrónico consiste en que, mientras el primero utiliza haces de



Granos de polen observados con microscopio óptico (imagen aumentada 600 veces).



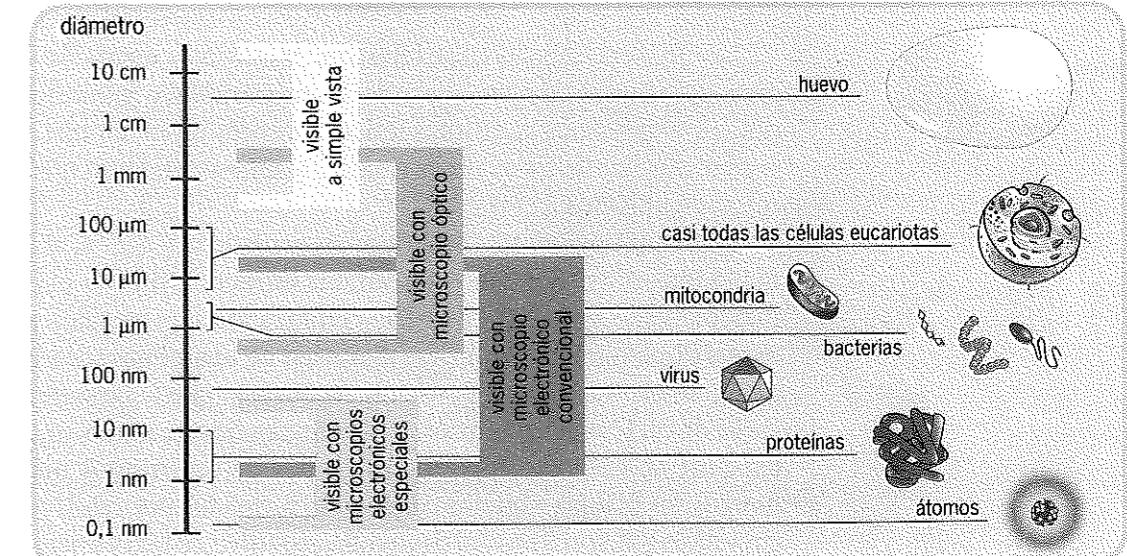
Grano de polen observado con microscopio electrónico de transmisión (imagen aumentada 2000 veces).



Grano de polen observado con microscopio electrónico de barrido (imagen aumentada 2000 veces).

B El tamaño de las células

La unidad más utilizada para medir las células es el **micrómetro** (μm), equivalente a la milésima parte de un milímetro. Las estructuras internas, por ser más pequeñas, se miden en nanómetros (nm), que equivalen a una millonésima parte de un milímetro. En el dibujo se muestran tamaños aproximados, utilizados en Biología.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuáles son los principios de la Teoría celular?
- 2 ¿Qué partes básicas se distinguen en las células?
- 3 ¿Cuál es la función de la membrana?
- 4 ¿Dónde se llevan a cabo las funciones vitales de las células?
- 5 ¿A qué responden las distintas formas de las células?
- 6 ¿Qué ventajas presenta el tamaño pequeño de las células?
- 7 ¿Qué tipos de microscopios existen? ¿Qué utilidad tiene el microscopio electrónico?

luz para iluminar un objeto, el segundo utiliza electrones. De esta manera, se obtienen imágenes con un nivel de resolución 500.000 veces mayor que el que permite ver el ojo humano.

Actualmente, existen dos clases de microscopios electrónicos: el microscopio electrónico de transmisión, de mayor resolución, y el microscopio óptico de barrido que, aunque de resolución más limitada, permite ver imágenes tridimensionales. Ambos se han convertido en herramientas indispensables para la investigación científica, ya que con ellos puede conocerse la estructura y la dinámica interna de las células.

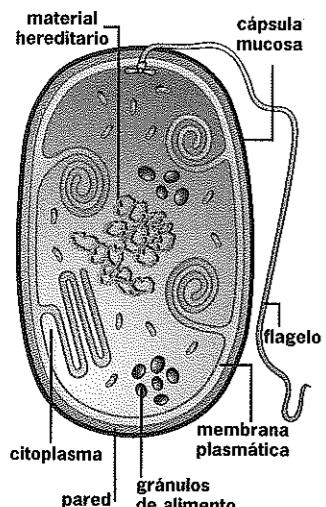
Tipos de células

Aunque todas las células poseen características en común, se reconoce una serie de diferencias estructurales entre ellas. Estas diferencias permiten distinguir dos tipos de células, denominadas procariotas y eucariotas.

Las células procariotas

Desde el punto de vista evolutivo, se considera que las células procariotas son los organismos más antiguos que existen, surgidos aproximadamente hace 3500 millones de años. Los organismos procariotas actuales, descendientes directos de esas primeras células, comprenden a los organismos unicelulares conocidos como bacterias y cianobacterias. Las bacterias habitan en casi todos los ambientes y sobreviven aun en condiciones de vida extremas. Mientras algunas bacterias transforman la materia orgánica muerta en materia inorgánica y devuelven nutrientes al medio, otras hacen fotosíntesis, y muchas parasitan otros organismos vivos.

El rasgo principal de las células procariotas, que las diferencia de las células eucariotas, es la **ausencia de núcleo**; de allí su nombre, proveniente del latín *pro*, antes, y del griego *carion*, núcleo. El material genético, formado por un único cromosoma, se halla en contacto directo con el resto de la célula. Por otra parte, su citoplasma cuenta con una sola clase de estructura, que comparte con las eucariotas y que participa en el proceso de elaboración de proteínas. La pared celular externa, que rodea a la membrana plasmática, lleva a cabo el resto de las funciones vitales.



Las bacterias son los principales organismos procariotas existentes.

Las células eucariotas

Las primeras células eucariotas, que hicieron su aparición hace 1500 millones de años, constituyan, al igual que todas las procariotas, organismos unicelulares. Hoy en día, los organismos eucariotas unicelulares comprenden una gran diversidad de especies, muchas de las cuales realizan fotosíntesis, en tanto que otras se alimentan de microorganismos.

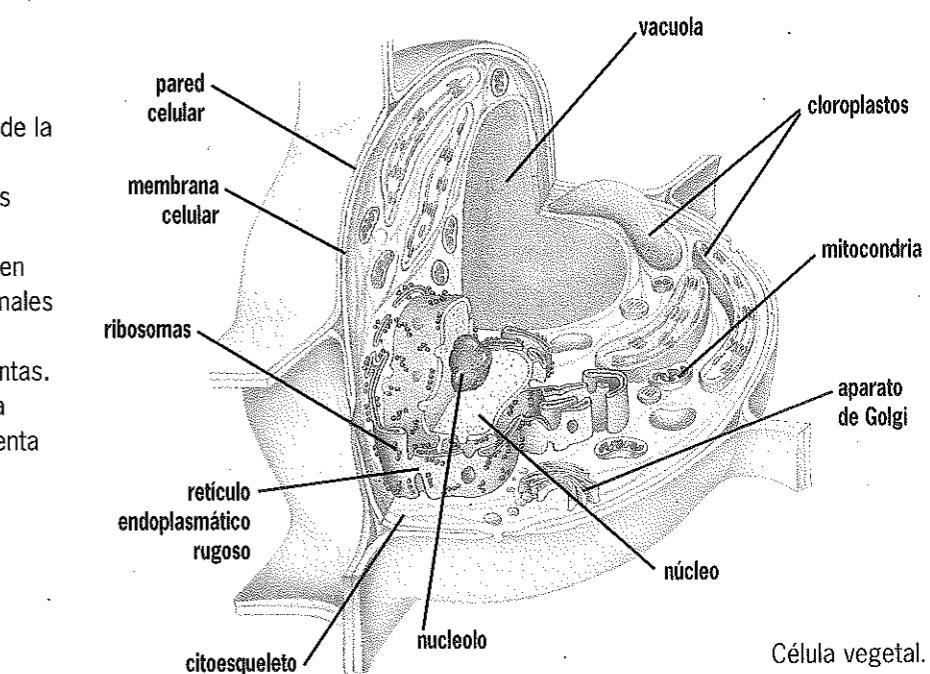
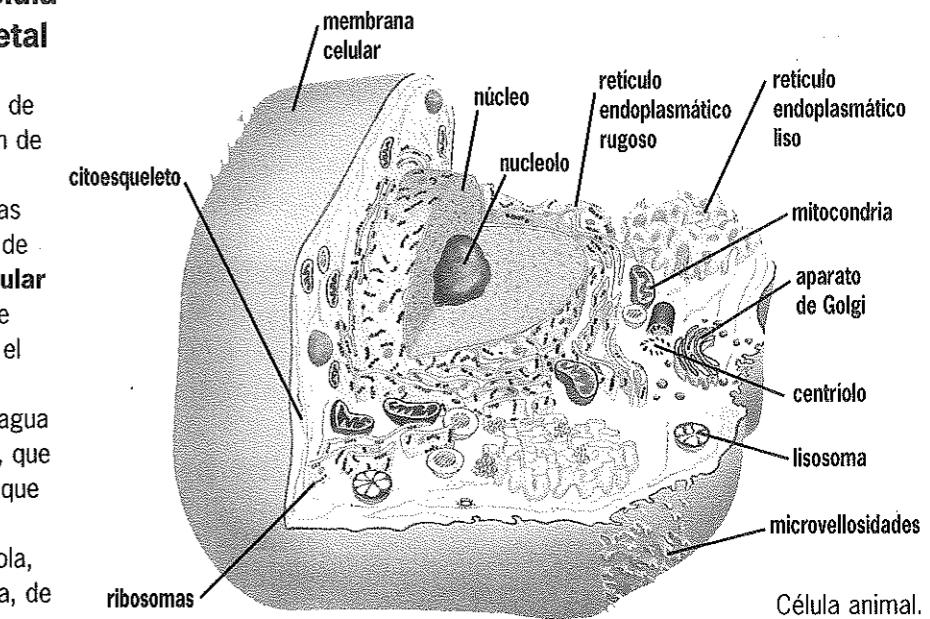
Las células eucariotas (del griego *eu*, verdadero, y *carion*, núcleo) son de mayor tamaño que las procariotas, y poseen una estructura mucho más compleja. En ellas, el material genético consta de varios cromosomas, protegidos por una envoltura, de manera que forman un núcleo. El núcleo de una célula eucariota es capaz de portar una gran cantidad de información genética, lo que le permite combinar una amplia gama de caracteres específicos, y determinar, de este modo, organismos muy diferentes entre sí. Los más importantes grupos de organismos multicelulares, como los hongos, las plantas y los animales, están formados por células eucariotas y, para muchos biólogos, son fruto del desarrollo evolutivo de los primeros organismos eucariotas unicelulares. Los fósiles correspondientes a organismos eucariotas de mayor antigüedad que se han encontrado datan de alrededor de 750 millones de años atrás.

Además del núcleo, otros rasgos característicos identifican a las células eucariotas. La membrana, que regula el paso de las sustancias hacia el interior o el exterior del resto de la célula, presenta una composición muy similar. Asimismo, el citoplasma de las células eucariotas contiene diversos filamentos constituidos por proteínas que, dispuestos como una red, conforman un citoesqueleto. Este citoesqueleto, a la vez que mantiene la configuración de la célula y le permite moverse, brinda un sistema de sostén a las diversas estructuras, separadas por membranas, encargadas de realizar las funciones vitales. Estas estructuras se conocen con el nombre de organelas. **A**

A Diferencias entre la célula animal y la célula vegetal

Si bien las células de las plantas y las de los animales, por ser eucariotas, constan de las mismas partes básicas, existen diferencias estructurales entre ambas. Las células de las plantas poseen, por fuera de la membrana plasmática, una **pared celular** formada principalmente por un hidrato de carbono complejo llamado **celulosa**. En el interior, estas células cuentan con una estructura con forma de bolsa, llena de agua y otros nutrientes, denominada **vacuola**, que ocupa gran parte del citoplasma y en la que se almacenan sustancias de reserva. La presencia de celulosa, junto con la vacuola, permiten que la célula conserve su forma, de modo que la planta pueda mantenerse erguida. Otra particularidad de las células vegetales es la existencia de **cloroplastos**, un tipo de organelas que contiene, entre otros pigmentos, **clorofila**, la cual se encarga de captar la energía lumínica necesaria para llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis.

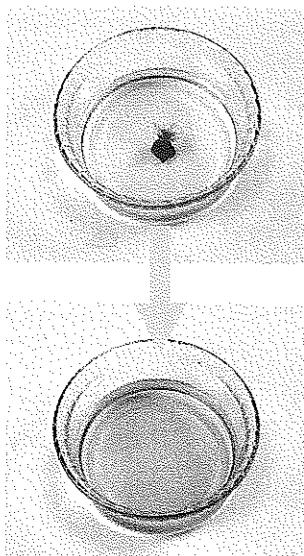
Por su parte, la mayoría de las células que forman a los animales son más pequeñas que las de las plantas y carecen de pared celular. Aunque las células animales poseen vacuolas, estas son de menor tamaño que las de las células de las plantas. A diferencia de las plantas, la membrana plasmática de las células animales presenta pequeños pliegues denominados **microvellosidades**, que aumentan la superficie de intercambio de sustancias nutritivas con el medio externo.



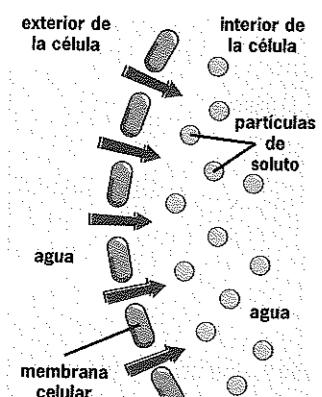
ACTIVIDADES

- 1** ¿Cuáles son las células más antiguas del planeta? ¿Cuándo surgieron?
- 2** ¿Cuál es la característica principal que distingue a las células procariotas de las células eucariotas?
- 3** ¿Qué estructuras llevan a cabo las funciones vitales en las células procariotas?
- 4** ¿Cómo se encuentra organizado el material genético en las células eucariotas?
- 5** ¿A qué se denomina citoesqueleto? ¿Qué funciones tiene?
- 6** ¿Qué son las organelas? ¿Qué organelas es característica de las células vegetales?

La membrana de las células eucariotas



La difusión es un fenómeno físico que consiste en el movimiento de alguna sustancia, desde una zona en la que se encuentra en mayor concentración hacia otra donde se halla en menor concentración. Las moléculas de una gota de tinta se distribuyen homogéneamente en el agua del vaso a través de este mecanismo.



En el proceso de ósmosis, el agua pasa de un medio donde hay menor concentración de soluto, a otro donde la concentración de soluto es mayor.

La membrana celular de las células eucariotas está formada por una doble capa. Para explicar la estructura de esta doble capa, los científicos diseñaron diversos modelos. El más aceptado de estos modelos sostiene que la membrana está constituida por moléculas de lípidos que contienen átomos de fósforo, denominadas fosfolípidos.

Cada molécula de fosfolípido posee una porción afín al agua, conocida como **cabeza hidrofílica**, y una porción que repele el agua, o **cola hidrofóbica**. En la membrana, las moléculas de fosfolípido se disponen formando una capa doble, de manera tal que, mientras las cabezas hidrofílicas entran en contacto con el exterior de la capa, las colas hidrofóbicas se orientan hacia su interior. Insertadas a lo largo de esta doble capa, se encuentran moléculas de proteínas y moléculas de colesterol.

La membrana celular es muy fluida. Tanto las moléculas de lípidos, como parte de las moléculas de proteínas que la forman, pueden desplazarse lateralmente dentro de ella. Debido a ello, este modelo de estructura de la membrana recibe el nombre de **mosaico fluido**. **A**

B Intercambio de sustancias

La célula es un sistema abierto, que intercambia materia y energía con el entorno. Sin embargo, no todas las sustancias en contacto con las células ingresan en ella. La membrana posee permeabilidad selectiva, es decir, facilita o impide el paso de determinadas moléculas, ya sea hacia el interior o hacia el exterior de la célula. La concentración de las sustancias, el lugar de la membrana por donde pasarán y el tamaño de las moléculas, son algunos de los factores que determinan esta selección.

El intercambio de la célula con el medio siempre se realiza en un medio acuoso. El agua, además de ser una de las principales sustancias de las que se nutre la célula, es también el medio a través del cual se realiza el transporte del resto de los materiales necesarios para su vida. Esos materiales se hallan disueltos en el agua en diferentes concentraciones. El pasaje de las moléculas de un lado a otro de la membrana celular se efectúa en relación con el grado de concentración en que se encuentren esas moléculas, mediante el proceso de difusión. La **difusión** es un fenómeno por el cual las sustancias tienden a trasladarse desde la zona donde están más concentradas hacia aquella en donde están menos concentradas.

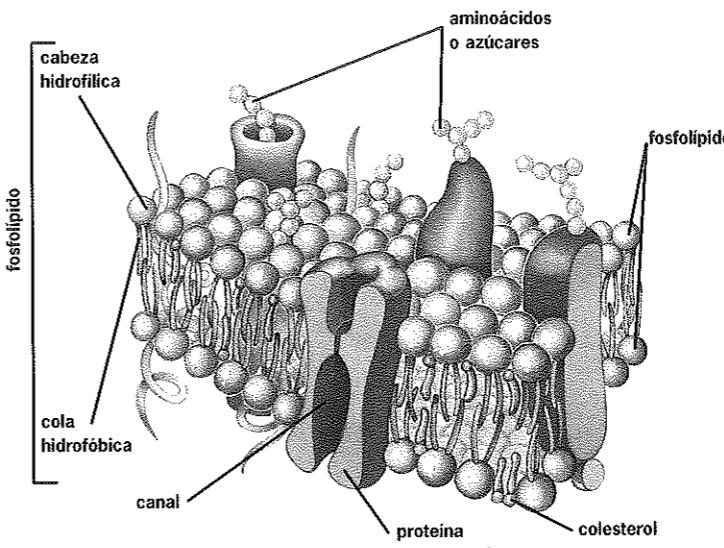
En el caso del agua, el pasaje se realiza a través de un tipo particular de difusión denominado **ósmosis**, que controla el agua que entra y sale de la célula conforme a la cantidad de moléculas de una sustancia determinada que se hallen disueltas en ella. **B**

La difusión es un mecanismo de transporte pasivo, debido a que en él la célula no gasta energía. Sin embargo, en ocasiones, la célula requiere de sustancias cuya concentración es menor en el exterior que en el interior de ella. En estas circunstancias, el proceso de transporte, que no puede hacerse por difusión simple, implica un gasto de energía por parte de la propia célula. El transporte así realizado es activo.

Otros dos procesos, conocidos como endocitosis y exocitosis, son llevados a cabo por la célula cuando las moléculas que deben ingresar o salir de ella son muy grandes. Mientras que en la endocitosis la célula engloba el material para que ingrese, en la exocitosis, una vesícula formada en el interior de la célula expulsa su contenido al exterior. **C**

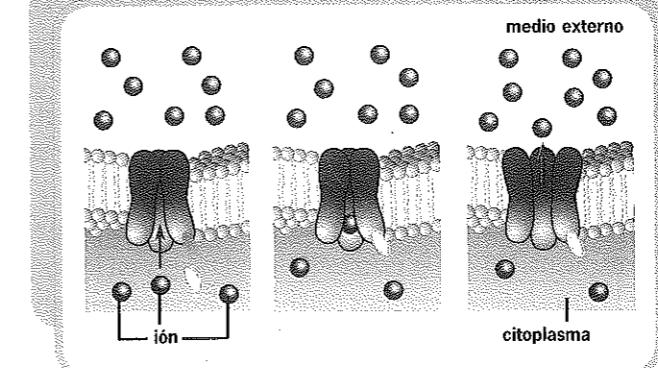
A El modelo de mosaico fluido

El modelo de mosaico fluido es la descripción actualmente aceptada de la estructura de la membrana celular. Según este modelo, la membrana está constituida por una doble capa de moléculas de fosfolípidos, entre las cuales se intercalan moléculas de colesterol y moléculas de proteínas. Las moléculas de fosfolípido tienen una cabeza hidrofílica, que apunta hacia el exterior de la capa, y una cola hidrofóbica, que apunta hacia el interior.



C El transporte activo

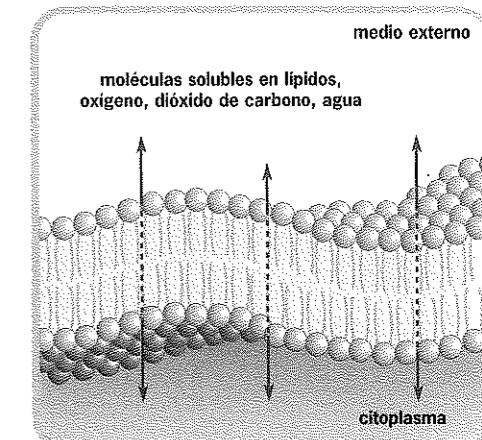
En el **transporte activo**, el pasaje de las sustancias a través de la membrana se realiza de manera inversa a la difusión, es decir, las moléculas pasan de una región de menor concentración a una de mayor concentración. Este proceso implica un gasto de energía por parte de la célula.



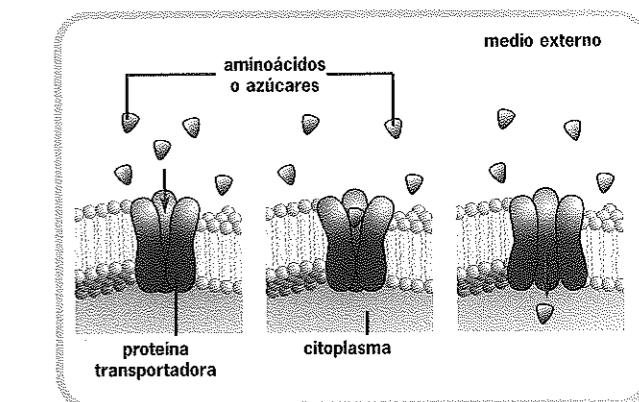
ACTIVIDADES

- 1 ¿Cómo está formada la membrana celular?
- 2 ¿Qué se entiende por permeabilidad selectiva?
- 3 ¿En qué consiste la difusión? ¿Por qué se la considera un mecanismo de transporte pasivo?

B El transporte pasivo de sustancias



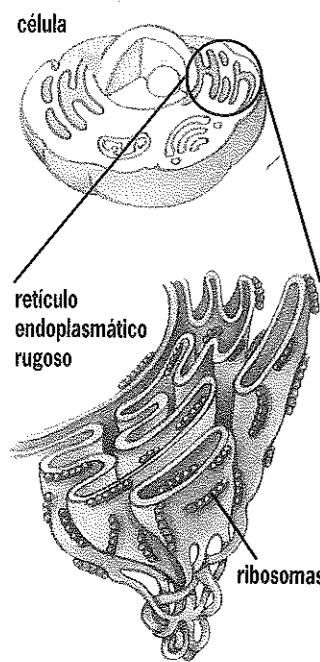
En la **difusión simple**, las moléculas efectúan el pasaje a través de la membrana, en razón de su grado de concentración. En el caso del agua, este pasaje se lleva a cabo mediante un tipo especial de difusión, denominado **ósmosis**.



Ciertas sustancias, debido a su composición química, no pueden atravesar la membrana por difusión simple. Para estas sustancias, existe un mecanismo conocido como **difusión facilitada**, en el cual el pasaje se realiza por difusión, pero con la ayuda de una proteína transportadora perteneciente a la doble capa de lípidos. Los aminoácidos y los azúcares, por ejemplo, se unen a ciertas proteínas de la membrana, llamadas proteínas receptoras, que cambian de forma para transportar las moléculas de esas sustancias hacia el citoplasma.

- 4 ¿Cómo se realiza el paso del agua a través de la membrana celular?
- 5 ¿A qué se denomina transporte activo?
- 6 ¿Qué son la endocitosis y la exocitosis?

Las organelas



El retículo endoplasmático rugoso se caracteriza por poseer ribosomas adheridos a sus membranas. Estas organelas participan en el proceso de elaboración de proteínas.

En el interior del citoplasma de una célula eucariota, y sostenidas por el citoesqueleto, se disponen las diferentes estructuras con funciones específicas conocidas como organelas. La mayoría de las organelas están formadas por membranas semejantes a la membrana plasmática, y la forma de cada una de ellas guarda relación con su función. Las organelas más importantes de una célula eucariota son los ribosomas, el retículo endoplasmático, las vesículas, el aparato de Golgi, los lisosomas, las vacuolas, los plástidos, las mitocondrias y los centriolos.

- Los ribosomas son las organelas encargadas de la elaboración de proteínas. Constituyen el grupo de organelas más numeroso y el único que poseen también las células procariotas. Los ribosomas que fabrican proteínas destinadas a la propia célula, se distribuyen libremente en el citoplasma, en tanto que los ribosomas que elaboran proteínas que serán enviadas al exterior, se hallan unidos a otra porción de la célula llamada retículo endoplasmático.

- El retículo endoplasmático comprende un conjunto de canales delimitados por membranas. Hay dos tipos de retículo, el liso y el rugoso. El retículo endoplasmático liso produce lípidos que le sirven a la célula para fabricar más membranas o para elaborar secreciones, como las hormonas. En el retículo endoplasmático rugoso se asientan los ribosomas, con los que participa en el proceso de fabricación de proteínas.

- Las vesículas son pequeñas bolsas membranosas formadas a partir de la membrana del retículo endoplasmático, y en las que se almacenan tanto los lípidos como las proteínas. Una vez desprendidas del retículo endoplasmático, se trasladan por el citoplasma y se unen al aparato de Golgi, en el que vuelcan su contenido para que termine de ser elaborado.

- El aparato de Golgi está formado por varios conjuntos de bolsas encimadas, semejantes a una pila de platos. De él se desprenden otras vesículas que transportarán los productos hasta la membrana plasmática, para formar más membrana celular, o para ser expulsados al medio externo, con el propósito de que los usen en otras partes del organismo. El aparato de Golgi también origina un tipo de organelas denominadas lisosomas.

- Los lisosomas son vesículas en las que se almacenan las enzimas digestivas, las que luego intervendrán en la digestión de moléculas grandes como las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono.

- Las vacuolas son un tipo de bolsas membranosas que contienen, además de agua, sustancias tales como azúcares y aminoácidos. En algunas vacuolas también se acumulan sustancias de desecho.

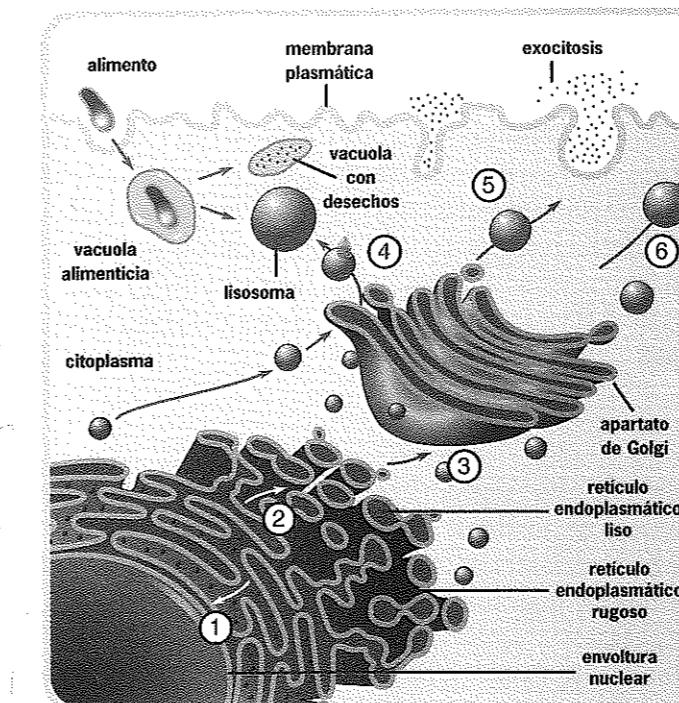
- Los plástidos, de modo similar a las vesículas y a las vacuolas, son también organelas membranosas y almacenadoras. Se hallan en las células de las plantas y en los organismos unicelulares que realizan la fotosíntesis. Algunos plástidos, llamados cromoplastos, contienen los pigmentos que le dan el color a las flores y a los frutos. Otros, los leucoplastos, guardan el almidón producido durante la fotosíntesis. Los cloroplastos, que poseen clorofila, son los plástidos en los que se realiza la fotosíntesis.

- Las mitocondrias son las organelas de mayor tamaño de la célula. En ellas, el alimento es desdoblado en compuestos orgánicos más sencillos, con el fin de poder aprovechar la energía que contienen. De este modo, las mitocondrias funcionan como "centrales energéticas" biológicas.

- Los centriolos son cuerpos cilíndricos compuestos por filamentos de proteínas, denominados microtúbulos. Se hallan en casi todos los organismos eucariotas, e intervienen en la reproducción celular.

A El sistema de membranas

El retículo endoplasmático, el aparato de Golgi, los lisosomas y la membrana celular funcionan de manera interconectada, es decir, forman un verdadero sistema.



Las proteínas y los lípidos elaborados en los retículos se unen para formar más membrana, que regenerará las partes desgastadas de la membrana nuclear (1), de la membrana de los retículos (2) y del aparato de Golgi (3). Del aparato de Golgi se desprenden los lisosomas (4), que se unen con las vacuolas alimenticias. Los nutrientes que se producen en la digestión celular pasan al citoplasma y las sustancias de desecho permanecen en la vacuola, que se acerca a la membrana plasmática y las elimina al exterior por exocitosis.

En el aparato de Golgi, además, se originan las vesículas (5), que transportan los nutrientes que serán expulsados al exterior de la célula para ser usados en otras partes del organismo. De allí también salen los componentes (6) destinados a reparar la membrana plasmática, contenidos también por vesículas.

ACTIVIDADES

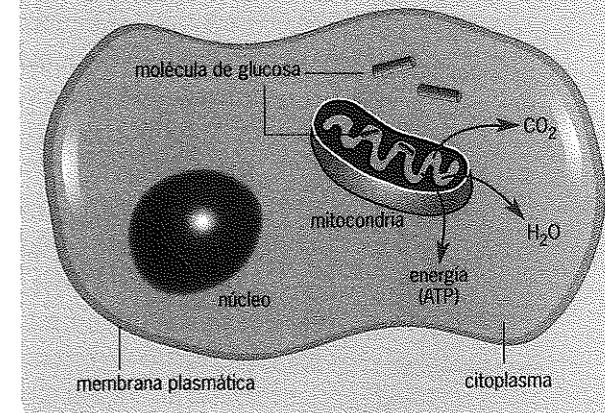
- ¿Cómo está formada la mayoría de las organelas?
- ¿Cuáles son las principales organelas de la célula?
- ¿Cuál es el tipo de organelas que poseen en común las células eucariotas y procariotas?
- ¿De qué depende la ubicación de los ribosomas en la célula?

B La respiración celular

Las células obtienen la energía necesaria para realizar sus funciones vitales a partir de las sustancias que incorporan. Estas sustancias, una vez incorporadas, son descompuestas y degradadas por la célula para que puedan ser aprovechadas. Este proceso, de importancia fundamental para la vida de las células, se conoce como **respiración celular**, y es llevado a cabo en el interior de las mitocondrias.

La **glucosa** es la principal molécula de donde las células obtienen la energía. Antes de ingresar a la mitocondria, la glucosa es descompuesta en el citoplasma en dos moléculas más pequeñas.

Posteriormente, esas moléculas pasan al interior de la mitocondria donde, en presencia de oxígeno, son degradadas aún más. Como resultado final de la ruptura de las moléculas de glucosa, se libera la energía contenida en ella, que es acumulada en forma de un compuesto denominado **ATP** (sigla de adenosin trifosfato), y, como desecho, se originan moléculas de dióxido de carbono y agua, que son eliminadas al exterior.



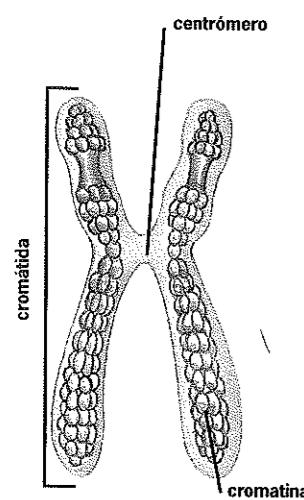
5 ¿Qué organelas tienen función almacenadora? ¿Qué almacena cada una de ellas?

6 ¿Qué organelas tienen función transportadora?

7 ¿En qué organela se lleva a cabo la respiración celular? ¿Cómo se realiza?

8 ¿Qué organelas participan en la reproducción celular?

La estructura del núcleo celular



Mientras las células no se encuentran en reproducción, la molécula de ADN está estirada y se la llama cromatina. Cuando la célula entra en reproducción, el ADN se condensa y forma cuerpos pequeños, denominados cromosomas, que, en algunos tejidos, son fácilmente observables al microscopio óptico. Al duplicarse el ADN, cada cromosoma queda formado por dos filamentos unidos, denominados cromátidas.

El núcleo celular suele ser el componente más grande de la célula eucariota. Está rodeado por una envoltura, la membrana nuclear, que presenta la misma estructura y el mismo funcionamiento que la membrana celular. En el interior del núcleo, se encuentra el material genético, responsable de la transmisión de la información de una célula a otra, y de la coordinación de las actividades celulares. El material genético se halla inmerso en el jugo nuclear, de composición química parecida a la del citoplasma.

El material genético está compuesto químicamente por moléculas de un tipo de ácido nucleico, denominado ácido desoxirribonucleico, o, simplemente, ADN. El ADN, vinculado con proteínas, se organiza en un complejo de largas hebras, conocido como cromatina. Otro tipo de ácido nucleico, el ácido ribonucleico o ARN, también se encuentra dentro del jugo nuclear, formando un cuerpo pequeño llamado nucleolo. El ARN interviene en el proceso de fabricación de las proteínas llevado a cabo por los ribosomas. A

El ciclo celular

El ciclo de crecimiento de una célula y su reproducción se conoce como ciclo celular. A lo largo de este ciclo, y como resultado de él, la célula llega a su madurez y se divide para formar otras células semejantes a ella. A excepción de las células sexuales, en aquellos organismos que se reproducen sexualmente, todas las células eucariotas se dividen según este ciclo.

El ciclo celular comprende dos etapas, llamadas interfase y mitosis o división celular. Durante la interfase, la célula se abastece de los nutrientes y de la energía necesarios para poder dividirse eficientemente. La duplicación del ADN, necesaria para que las futuras células puedan desarrollarse, es el hecho más importante que ocurre en esta etapa. Además del ADN, también se duplican los centriolos, y comienza la desintegración de la membrana nuclear.

La mitosis consta de varios momentos, en los cuales suceden distintos acontecimientos. De modo sucesivo, estos acontecimientos son los siguientes:

- **Profase I.** La cromatina duplicada durante la interfase comienza a condensarse y a acortarse en pequeñas unidades, denominadas cromosomas, que contienen el material hereditario de las células. Cada cromosoma está formado por dos filamentos, llamados cromátidas. Paralelamente, los centriolos empiezan a separarse, y entre ellos se disponen unos microtúbulos destinados a formar una estructura conocida como huso acromático, en donde se acoplarán los cromosomas.

- **Profase II.** La envoltura nuclear y el nucleolo desaparecen, y los centriolos se ubican en los polos de la célula. Los cromosomas comienzan a colocarse en los microtúbulos del huso.

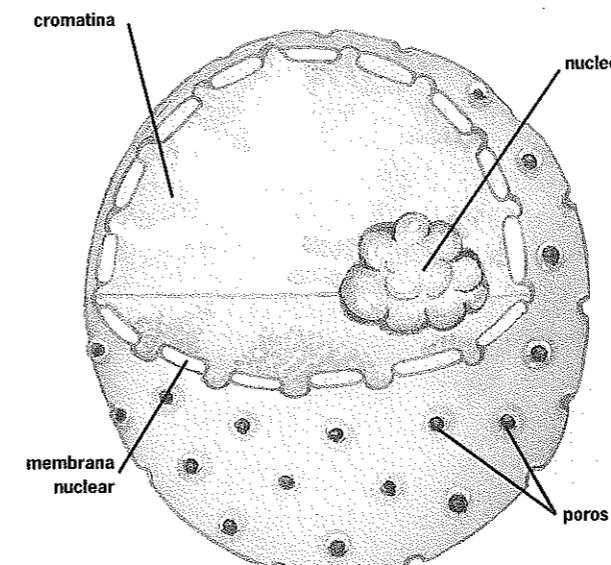
- **Metafase.** Los cromosomas se alinean en el huso acromático, a lo largo del ecuador de la célula.

- **Anafase.** Las interacciones de los microtúbulos del huso hacen que se separen las cromátidas de cada cromosoma e inicien su migración hacia polos opuestos.

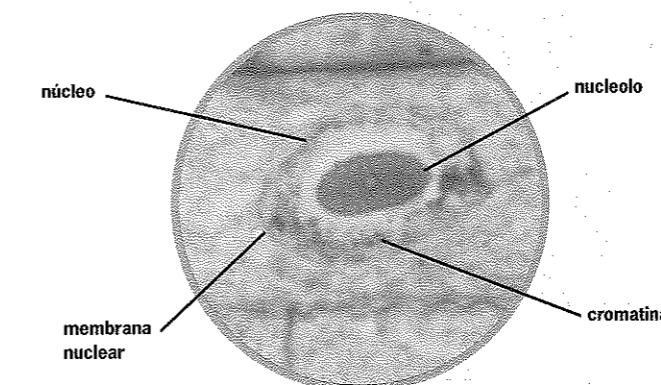
- **Telofase.** Las cromátidas llegan a los polos, y cada una de ellas se convierte en un cromosoma distinto. Alrededor de los dos grupos de cromosomas así constituidos, se empieza a formar la envoltura nuclear. Los cromosomas se estiran y vuelven al estado de cromatina de la interfase. El huso acromático se disuelve. Comienza la división del citoplasma o citocinesis, hasta que se completa la separación de la célula en las dos células hijas. B

A El núcleo celular

El núcleo celular es la estructura que contiene el material genético de la célula. El material genético forma largas hebras o hilos que, en conjunto, reciben el nombre de **cromatina**. En el núcleo, también es posible distinguir un cuerpo denominado **nucleolo**, en el que se elaboran los ribosomas, es decir, las organelas que, luego, participarán en la fabricación de proteínas.



Núcleo de una célula eucariota.



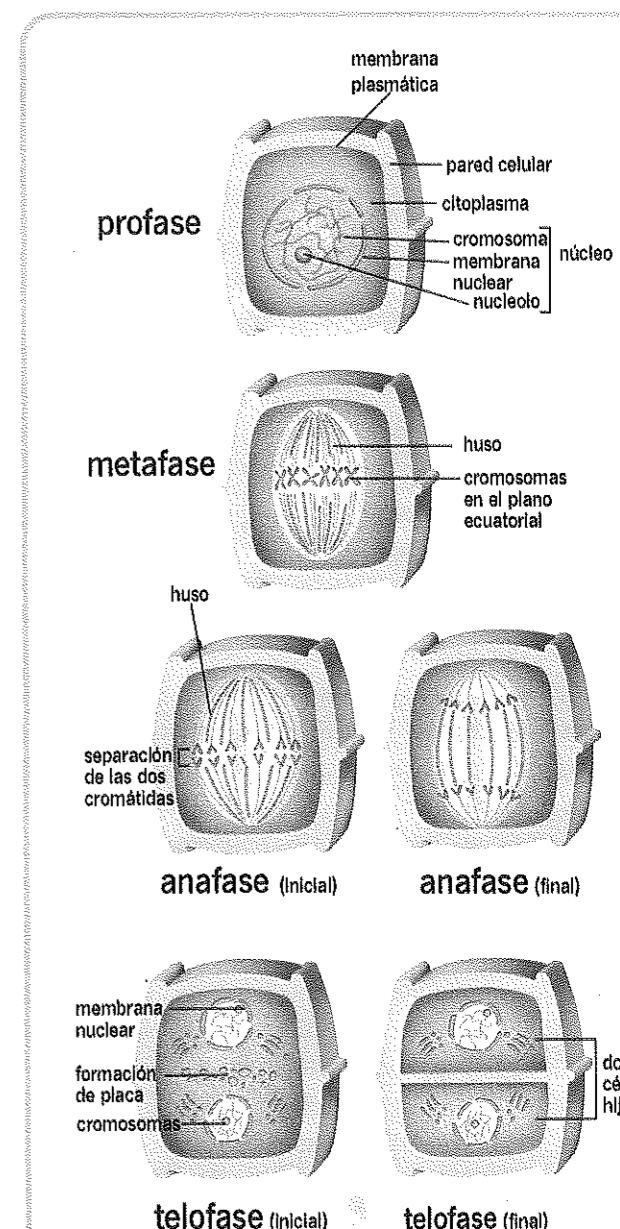
Célula de ápice de raíz de maíz en la interfase (aumentada 100 veces).

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué partes se distinguen en el núcleo celular?
- 2 ¿Cómo está compuesto el material genético de la célula?
- 3 ¿Qué es el ciclo celular y qué etapas comprende?
- 4 ¿Qué es la mitosis? ¿Cuáles son sus fases?
- 5 ¿Qué son y cuándo se forman los cromosomas? ¿Cuál es su diferencia con respecto a la cromatina?
- 6 ¿Qué función cumple el huso acromático en la mitosis?
- 7 ¿Cuáles son las fases de la mitosis y qué ocurre en cada una de ellas?

B La mitosis

En el siguiente esquema se observa el proceso de la mitosis en una célula vegetal:



Resultados alentadores con células madre

Un grupo de científicos de la Universidad de Minnesota consiguió convertir células madre adultas de la médula espinal en células progenitoras "pluripotentes". Estas células pluripotentes pueden dividirse y diferenciarse para formar cualquiera de los tejidos del cuerpo humano que, hasta ahora, se obtenían de embriones. Debido a esta capacidad, cultivando células de esta manera, podrían ser reparados tejidos dañados.

El paso se considera de suma importancia porque puede proporcionar a los científicos nuevas líneas de investigación para buscar remedio a las enfermedades, sin tener que recurrir al uso de embriones.

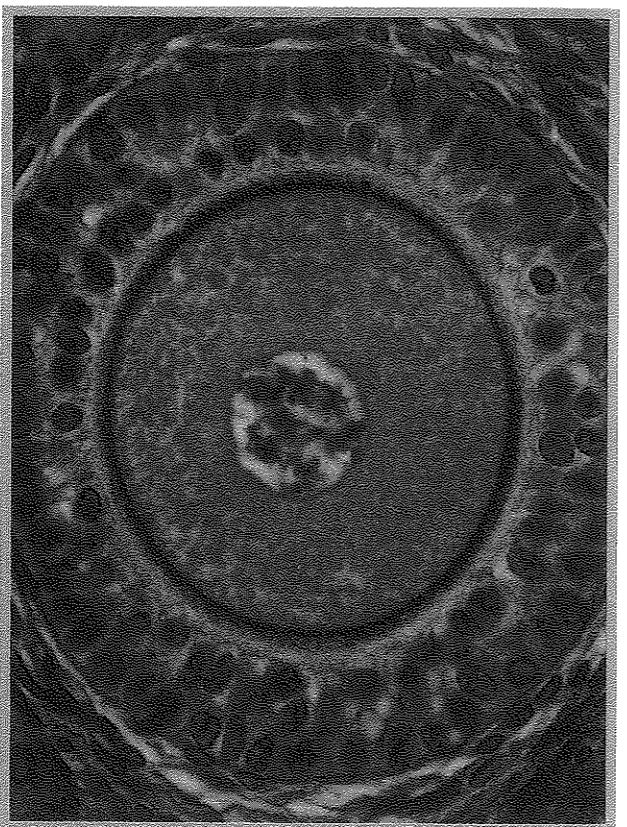
En 1998, un biólogo de la Universidad de Wisconsin descubrió las células "progenitoras" embrionarias humanas, que son una esperanza para la medicina de la próxima década, fundamentales para buscar cura a numerosas dolencias y mejorar la calidad de los trasplantes de órganos, ya que disminuirían el rechazo generado por parte del organismo ante los órganos transplantados.

En las pruebas realizadas con ratones, se comprobó que las células madre adultas contribuyeron funcionalmente al desarrollo de diferentes órganos y se diferenciaron como células de la sangre, de la piel, del hígado, del estómago y de los pulmones.

Otro grupo de científicos estadounidenses logró desarrollar en ratas el primer tratamiento con células madre para la enfermedad de Parkinson, un trastorno a nivel del sistema nervioso. Transformaron, en el laboratorio, células madre embrionarias en neuronas. Posteriormente, las neuronas fueron trasplantadas a ratas de laboratorio, que padecían este trastorno. El tejido reparador obtenido formó

conexiones nerviosas funcionales y redujo los síntomas del Parkinson. Según el estudio, los investigadores comprobaron que las células trasplantadas eran funcionales.

Estos hallazgos refuerzan las esperanzas de que puedan aportar, en el futuro, un tratamiento eficaz contra enfermedades cerebrales degenerativas y, por ahora, incurables.



Una célula embrionaria.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué particularidad presentan las células progenitoras pluripotentes?
- 2 ¿Cuál es la importancia de estas células para la Medicina?

- 1** En el siguiente cuadro, marquen con una cruz cuáles de las características mencionadas en la columna de la izquierda corresponden a las células de los distintos tipos de organismos:

	Bacteria	Animal	Vegetal
membrana celular			
vacuolas			
pared celular			
cloroplastos			
microvellosidades			
procariota			
eucariota			
ribosomas			
núcleo			
citoesqueleto			
cromosomas			

- 2** Señalen cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) y cuáles, falsas (F). Justifiquen su elección, en el caso de las que consideran falsas:

- El retículo endoplasmático liso fabrica proteínas.
- En el aparato de Golgi se terminan de elaborar las proteínas y los lípidos provenientes de los retículos.
- Los lisosomas contienen sustancias de desecho que se producen en la digestión celular.
- Las vacuolas son gotas grandes de lípidos, inmersas en el citoplasma.
- Los centriolos son pequeñas vesículas que forman el aparato de Golgi.
- En las mitocondrias se lleva a cabo la respiración celular.

- 3** Elijan la opción correcta para completar cada oración:

- a) Las vacuolas son...
 - ...bolsas que contienen gránulos de almidón.
 - ...vesículas que transportan proteínas.
 - ...organelas almacenadoras de diferentes sustancias.
 - ...vesículas que transportan enzimas digestivas.
- b) En los ribosomas...
 - ...se fabrican proteínas.
 - ...se realiza la fotosíntesis.
 - ...se realiza la respiración celular.
 - ...se elaboran lípidos.
- c) En la profase II de la mitosis...
 - ...la cromatina se triplica.
 - ...comienza la separación de las cromátidas.
 - ...la envoltura nuclear inicia su disolución.
 - ...los centriolos llegan a los polos celulares.
- d) En la anafase de la mitosis...
 - ...se duplica la cromatina.
 - ...las cromátidas de cada cromosoma se separan.
 - ...las células hijas se separan.
 - ...se duplican los centriolos.

1 Uso del microscopio

La siguiente actividad les permitirá aprender a utilizar el microscopio.

Materiales

- Un microscopio.
- Un portaobjetos.
- Recorte de papel de diario con letras impresas muy pequeñas.
- Un gotero.
- Agua.

¿Cómo es el microscopio?

El microscopio es un instrumento óptico que permite ver organismos invisibles a simple vista.

Sus partes son:

Tubo. Sujeta las lentes.

Ocular. Posee una lente, sobre la cual se acerca uno de los ojos para mirar.

Objetivos. Son lentes con distinto aumento. Primero, se usa la de menor aumento, y, luego, se pasa progresivamente a las otras.

Revólver. Se trata de un disco giratorio que permite elegir con qué objetivo queremos ver.

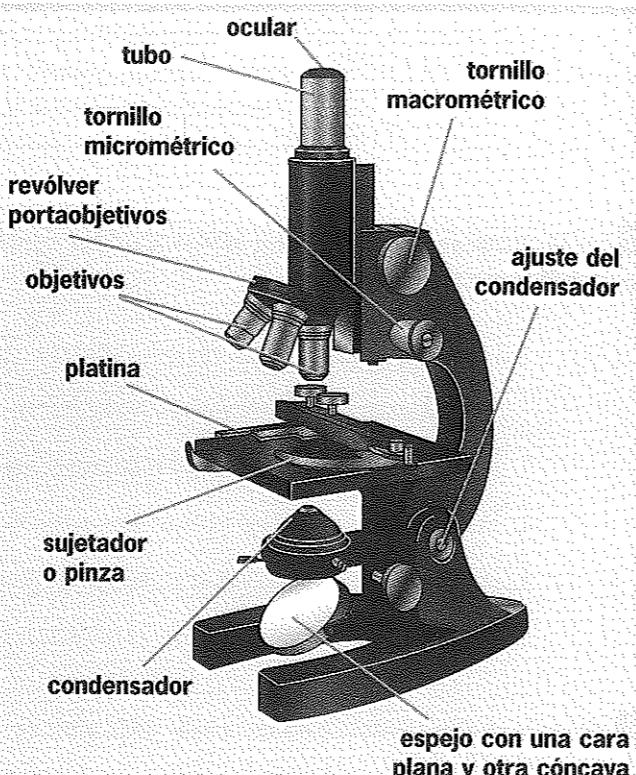
Platina. Es una plataforma sobre la cual se coloca lo que se va a observar. Por lo general, aquello que se va a mirar se ubica entre un vidrio rectangular denominado portaobjetos, y otro más pequeño y de menor espesor llamado **cubreobjetos**, que se coloca sobre el anterior. Con el fin de que el **portaobjetos** no se mueva, la platina tiene unas trabas para ajustarlo.

Fuente de luz. En la base del microscopio, suele haber una lamparita que provee la luz necesaria para poder observar. También puede tener un espejo, que refleja la luz de una lámpara con la misma finalidad.

Diáfragma. Es un elemento que sirve para regular la intensidad de la luz; para accionarlo, hay que mover una palanca ubicada debajo de la platina.

Tornillo macrométrico. Al girarlo, permite acercar o alejar el objetivo con respecto a la platina.

Tornillo micrométrico. Cuando se lo gira, se puede enfocar mejor la imagen.



Procedimiento

1. Coloquen una gota de agua en el portaobjetos y apoyen en él un trozo pequeño de recorte de diario, orientando las palabras como si fueran a leerlas. Procuren que en el texto no aparezca la letra "o" o el número cero.
2. Ubiquen el microscopio cerca de una fuente de luz natural o artificial (una lámpara).
3. Giren el revólver para colocar la lente objetivo de menor aumento.
4. Muevan el espejo hasta que, al mirar por la lente del ocular, con el menor aumento, se vea bien iluminado el campo óptico (es decir, el círculo de la lente del ocular).
5. Ubiquen el preparado sobre la platina y sujeténtelo con las pinzas.
6. Mientras miran de costado el objetivo, muevan el tornillo macrométrico, acercando el objetivo al preparado lo más que puedan, y cuidando de no golpear el preparado con la lente a medida que esta va bajando.
7. Mientras observan por la lente del ocular, vuelvan a girar el tornillo macrométrico lentamente y en sentido contrario al que lo movieron antes, hasta que aparezca la imagen en el campo óptico. Cuando la imagen aparece, significa que encontraron el foco.
8. Muevan el tornillo micrométrico para mejorar la nitidez de la imagen observada.
9. Esquematicen la letra impresa en una hoja blanca lisa, dentro de un círculo, que representa el campo óptico.
10. Calculen el aumento con el que están observando el preparado. Para ello, se debe multiplicar el aumento que indica la lente del ocular por el aumento del objetivo: el resultado indica cuántas veces más grande se ve el preparado.

Observaciones y conclusiones

- a) ¿En qué posición se observa la imagen con respecto a la orientación en la que pusieron el papel en la platina?
- b) ¿Qué le ocurre a la imagen cuando mueven el preparado a la derecha? ¿Y cuando lo corren hacia la izquierda?
- c) Si desplazan el preparado acercándolo al brazo del microscopio, ¿cómo se ve la letra? Y al hacerlo en sentido contrario, ¿qué sucede con la imagen? ¿Por qué motivo consideran que ocurre?

2 Observación de células de la mucosa bucal

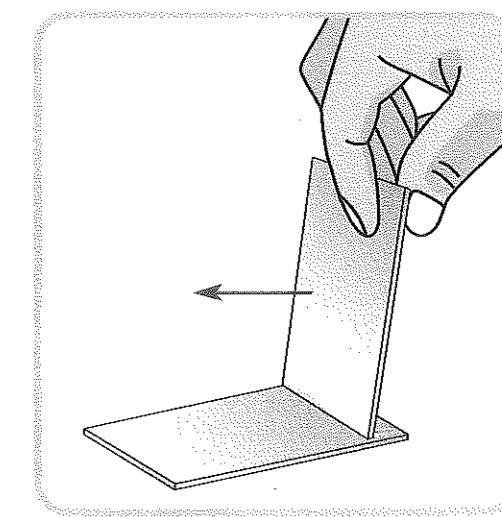
La siguiente actividad les permitirá reconocer las partes de una célula animal.

Materiales

- Un microscopio.
- Dos portaobjetos.
- Colorante azul de metileno.
- Un gotero.
- Cucharita plana de plástico (como las de la heladería).
- Agua.

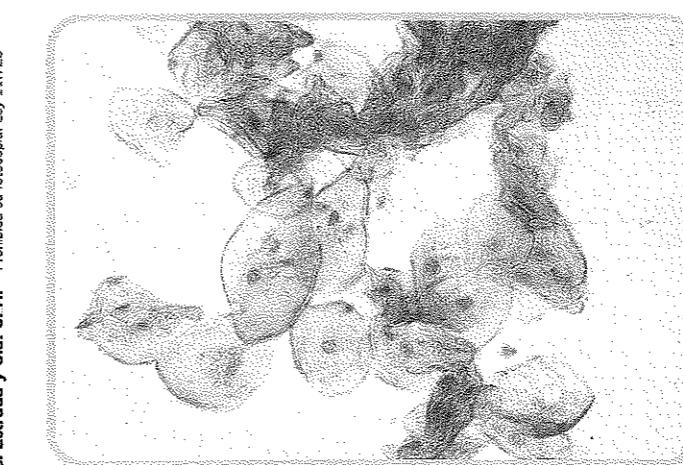
Procedimiento

1. Enjuáguese suavemente la boca.
2. Psen la cucharita por el interior de la mejilla, de atrás hacia delante, raspando sin lastimarse, y extraigan un poco de mucosa.
3. Coloquen la muestra en uno de los extremos de un portaobjetos y arrástruela con el borde del otro, para hacer un extendido, como muestra la figura.
4. Inclinen el extendido y dejen correr sobre él una gota de azul de metileno, previamente diluida en agua.
5. Observen el extendido en el microscopio con un aumento intermedio.
6. Esquematicen las observaciones.



Observaciones y conclusiones

- a) ¿Qué partes de las células reconocieron en sus observaciones?
- b) ¿Qué estructura se coloreó más intensamente?
- c) ¿Cuántos núcleos poseen estas células?
- d) Si no supieran de qué tipo de células se trata, ¿qué características les indicaría el tipo celular al que pertenecen?



Las células de la mucosa bucal son aplanadas. Están unidas entre sí, de modo que forman una capa que recubre el interior de la boca.

La organización del cuerpo humano

Todos los seres vivos están formados por células. Conforme las células se diversifican y agrupan para llevar a cabo diferentes funciones, se originan organismos cada vez más complejos. Así, los millones de células que forman el organismo humano se encuentran organizadas en tejidos que, a su vez, conforman órganos, para finalmente integrarse en sistemas de órganos. De este modo, nuestro cuerpo es capaz de realizar, a partir de la organización de sus células en diferentes niveles, una gran cantidad de actividades específicas.

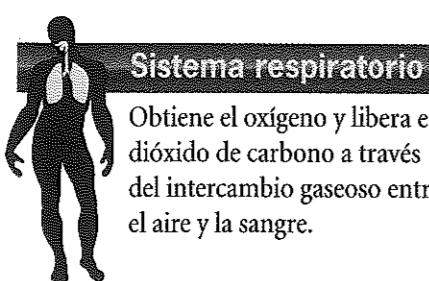
Contenidos

- Niveles de organización del cuerpo humano.
- El sostén y el movimiento.
- La nutrición. Sistema digestivo. Sistema excretor. Sistema respiratorio. Sistema circulatorio.
- La coordinación y el control. Sistema endocrino. Sistema nervioso.

BANCO DE DATOS

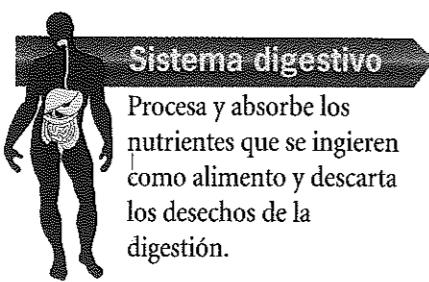
La maquinaria del cuerpo humano

El cuerpo humano es una organización en la que interactúan diversos sistemas. Según un orden de complejidad decreciente, todos los sistemas están formados por diferentes órganos, cada uno de los cuales, por su parte, comprende varios tejidos, cuya estructura, a su vez, es el resultado de la disposición de las numerosas células que los constituyen. De esta manera, el organismo, en su totalidad, depende de los modos en que se encuentran organizadas sus células. Si bien cada sistema tiene una función específica, depende del resto de los sistemas para mantenerse en funcionamiento. Cada sistema orgánico necesita de los otros, y juntos constituyen la maquinaria del cuerpo humano.



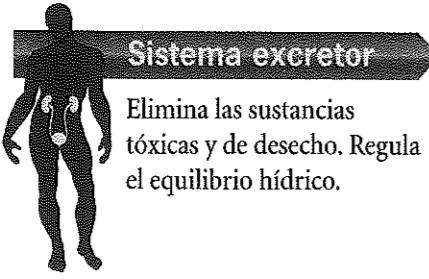
Sistema respiratorio

Obtiene el oxígeno y libera el dióxido de carbono a través del intercambio gaseoso entre el aire y la sangre.



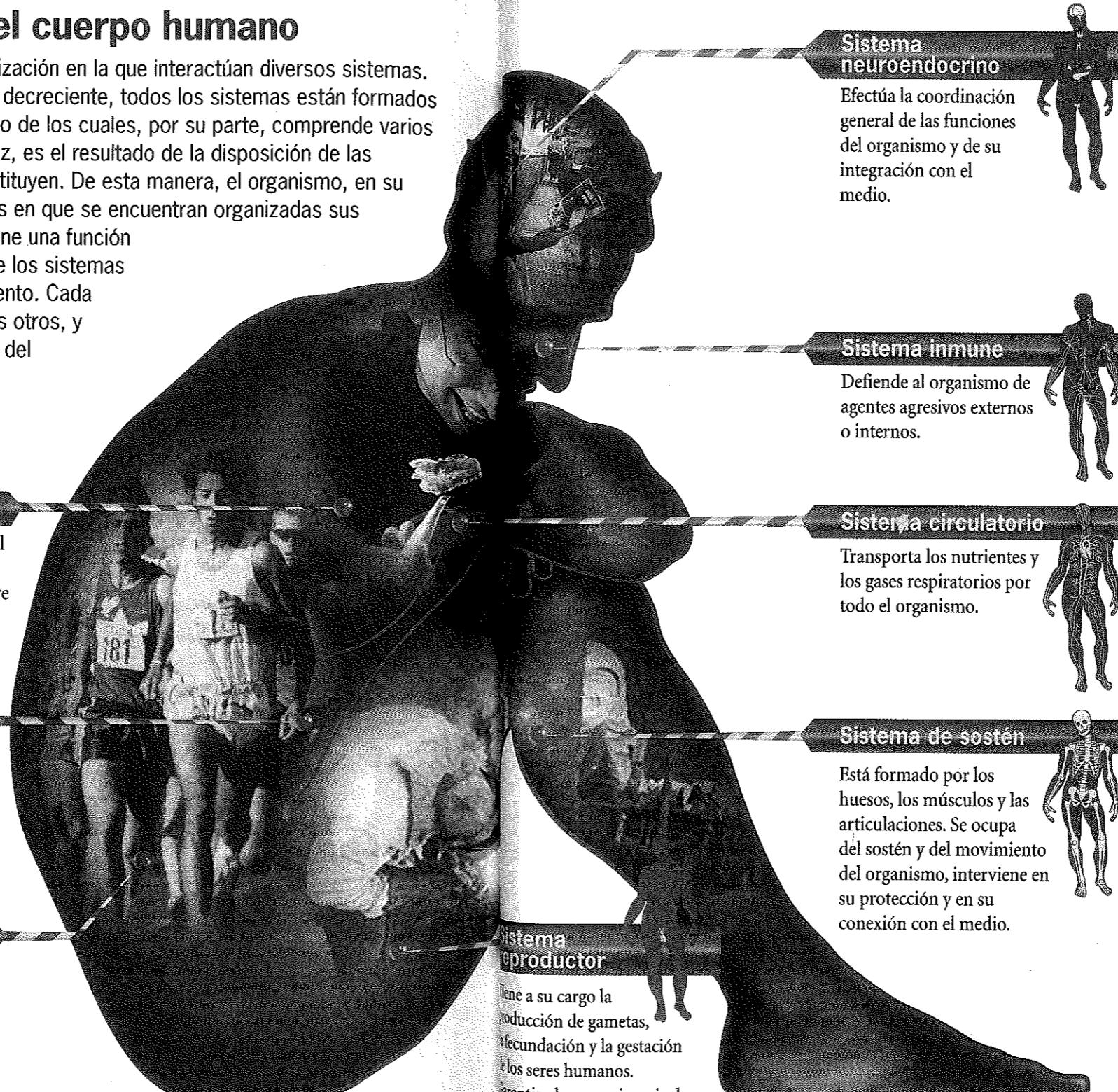
Sistema digestivo

Procesa y absorbe los nutrientes que se ingieren como alimento y descarta los desechos de la digestión.



Sistema excretor

Elimina las sustancias tóxicas y de desecho. Regula el equilibrio hídrico.



Sistema neuroendocrino

Efectúa la coordinación general de las funciones del organismo y de su integración con el medio.



Sistema inmune

Defiende al organismo de agentes agresivos externos o internos.



Sistema circulatorio

Transporta los nutrientes y los gases respiratorios por todo el organismo.



Sistema de sostén

Está formado por los huesos, los músculos y las articulaciones. Se ocupa del sostén y del movimiento del organismo, interviene en su protección y en su conexión con el medio.



Sistema reproductor

Tiene a su cargo la producción de gametas, fecundación y la gestación de los seres humanos. Garantiza la supervivencia de la especie.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo están formados los sistemas del cuerpo humano?
- ¿Por qué los sistemas del cuerpo humano deben funcionar de un modo integrado?
- ¿Qué sistema se encarga de coordinar las funciones del organismo?
- Ante un agente invasor, ¿qué sistema actúa?
- ¿Qué sistema asegura la continuidad de la especie?
- De dónde obtiene el cuerpo la energía para funcionar? A través de qué sistema lo hace?
- ¿Cómo se obtiene el oxígeno?
- ¿Cómo nos libraremos de las sustancias tóxicas que se producen durante el metabolismo celular?
- Los diversos sistemas del cuerpo humano, ¿son independientes entre sí? Justifiquen la respuesta y den dos ejemplos.

Niveles de organización del cuerpo humano

Nuestro cuerpo, al igual que el de todos los seres vivos, está formado por células. Las células constituyen las unidades mínimas, capaces de llevar a cabo las funciones vitales, y, a partir de su estructura y de las relaciones que se establecen entre ellas, son posibles las diversas formas de vida. Mientras los organismos más elementales están formados por una sola célula, en el ser humano, en cambio, encontramos 50.000.000 de ellas, organizadas en tejidos y órganos, los que, a su vez, se integran en sistemas de órganos. A

Tejidos, órganos y sistemas de órganos

Los tejidos son agrupaciones de células con características morfológicas y funciones similares. Todos los tejidos presentes en el organismo son variaciones de cuatro tipos de tejido principales: epitelial, conectivo, muscular y nervioso.

El tejido epitelial está formado por numerosas capas de células superpuestas que recubren las superficies internas y externas del cuerpo. Se encuentra tanto en la epidermis como en el interior de los órganos, los canales y las cavidades. De acuerdo con su ubicación, el tejido epitelial cumple diversas funciones. Estas funciones pueden ser de protección y defensa, como en la epidermis que integra la piel; de absorción, como en el epitelio del intestino; o de secreción, como ocurre con las glándulas y el estómago.

El tejido conectivo comprende, a su vez, varios tipos de tejidos, cuya característica común radica en estar formados por células que segregan una sustancia en la que están inmersos, la matriz extracelular. La diferente composición de esta matriz determina los distintos tipos de tejidos conectivos: el tejido fibroso, que se halla en los músculos, los tendones y los ligamentos; el tejido óseo, que forma los huesos; el tejido adiposo, que almacena grasas; el tejido cartilaginoso, que se ocupa del sostén y reduce la fricción entre los huesos, y el tejido sanguíneo o sangre, compuesto por el plasma y las células sanguíneas, que se ocupa del transporte de las sustancias a través de todo el organismo. B

El tejido muscular es el tejido propio de los músculos. Pueden reconocerse tres clases de este tipo de tejido: el tejido muscular estriado, el liso y el cardíaco. El tejido muscular estriado, llamado así debido a que, visto al microscopio, se observan en él surcos o estrías, es de movimiento voluntario. El tejido muscular liso, de aspecto más uniforme, posibilita, en cambio, los movimientos involuntarios. Por su parte, el tejido muscular cardíaco, propio del corazón, aunque estriado, también es de ejercicio involuntario. C

Por último, el tejido nervioso es el que forma las neuronas, cuya función es la de transmitir, mediante impulsos nerviosos, información de una parte a otra del organismo.

Diversos tipos de tejidos se combinan para formar estructuras más complejas, que realizan una misma función: los órganos. Existen muchísimos órganos, con características tan dispares como la piel y los ojos, el corazón y el estómago, el cerebro y los músculos. Los diferentes órganos que participan coordinadamente en una misma función se integran, a su vez, en sistemas de órganos. Los más importantes de estos sistemas son el sistema óseo-artro-muscular, el digestivo, el respiratorio, el circulatorio, el excretor, el endocrino, el nervioso, el reproductor y el inmune. Todos ellos dependen unos de otros y son necesarios para el desarrollo y el mantenimiento del organismo.

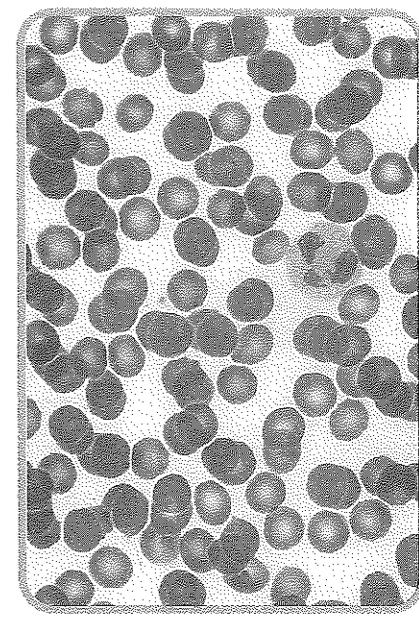


Cada nivel de organización es más complejo y engloba a los niveles anteriores.

A La diferenciación celular

Todos los componentes de nuestro organismo tienen su origen en una sola célula inicial, el cigoto, producto de la unión de un óvulo y un espermatozoide. De la división del cigoto, resultan millones de células, que luego se diferencian para conformar los distintos órganos y tejidos. Aun después del nacimiento, y a lo largo de toda la vida del ser humano, las células continúan dividiéndose. De este modo, cada día mueren miles de células que envejecieron y que son reemplazadas por otras nuevas, producto de la división celular.

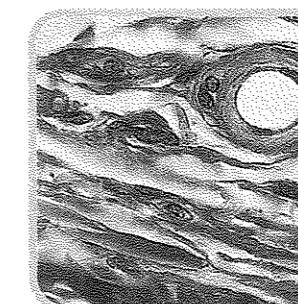
Si bien todas las células de una persona tienen la misma información genética en sus núcleos, las características de su citoplasma difieren conforme con su función. A este proceso se lo llama **diferenciación celular** y ocurre al comienzo de la gestación. Por eso, pueden observarse, en un mismo organismo, distintos tipos de células, cuyas formas se adaptan a su función específica. Una neurona, por ejemplo, es una célula conductora con muchas ramificaciones, las cuales le permiten captar y conducir el estímulo nervioso. Un glóbulo rojo es una célula de transporte, cuya forma bicóncava le facilita circular por la sangre con comodidad. Las células del epitelio intestinal son cilíndricas y tienen vellosidades para absorber los nutrientes. Las células del epitelio escamoso de la piel son planas y se disponen en capas superpuestas, con el fin de aislar al organismo de agentes externos perjudiciales.



Glóbulos rojos.

B Clases de tejido conectivo

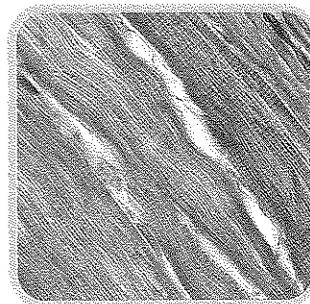
El tejido adiposo se ocupa de almacenar energía en forma de grasa, el tejido conectivo fibroso forma los tendones y las membranas, el cartilaginoso forma los cartílagos, y el óseo forma los huesos.



Tejido óseo.

C Los distintos tejidos musculares

El tejido estriado presenta surcos o estrías en su superficie, e interviene en los movimientos voluntarios; el tejido liso hace posible los movimientos involuntarios, y el tejido cardíaco, aunque también es estriado, realiza movimientos involuntarios.



Tejido estriado.

El medio interno corporal

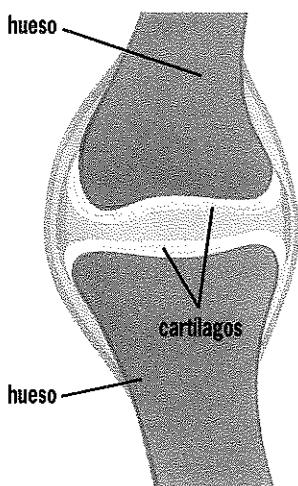
Las células de todo el cuerpo están inmersas en un líquido que las rodea, compuesto por agua y otras sustancias disueltas. Este líquido conforma el medio interno del organismo, es decir, el medio a través del cual la célula realiza el intercambio con el ambiente externo a ella. De allí obtiene oxígeno y sustancias nutritivas y hacia allí excreta las sustancias de desecho. De esta manera, cada célula lleva a cabo las mismas funciones vitales que, a mayor escala, realiza el organismo en su conjunto.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cómo se organizan las células en el organismo humano?
- 2 ¿Qué es un tejido?
- 3 ¿Cuáles son los principales tipos de tejidos?
- 4 ¿Qué funciones cumple cada tipo de tejido del cuerpo humano?
- 5 ¿Qué es un órgano? Y un sistema de órganos?
- 6 ¿Cómo está compuesto el medio interno?

El sostén y el movimiento

El sistema ósteo-artro-muscular comprende los huesos, los músculos y las articulaciones, y su función principal es la de dar sostén y hacer posible el movimiento del cuerpo. Los órganos del cuerpo requieren de un soporte rígido, los huesos, que, en conjunto, forman el esqueleto. Por otra parte, la existencia de los músculos permite que el cuerpo se mueva. Finalmente, las zonas donde los huesos se unen unos con otros, se denominan **articulaciones**; las hay móviles, semimóviles y fijas. A



Las articulaciones móviles, como la del codo o la rodilla, permiten gran libertad de movimiento.

LOS HUESOS

Al igual que el resto de los órganos que componen el organismo, los huesos son órganos vivos. Sin embargo, a diferencia de ellos, los huesos tienen la particularidad de ser rígidos y sólidos. Los huesos están constituidos por células óseas y una matriz extracelular, que contiene sales de calcio y de fósforo y una proteína, el colágeno. Externamente, están revestidos por una cubierta llamada perióstio, que posee una vasta red de nervios y de vasos sanguíneos y linfáticos que llegan hasta el interior del hueso a través de unos conductos, denominados **conductos de Havers**. De esta manera, los huesos, aunque parezcan inertes, están abundantemente irrigados, lo cual permite la rápida reparación que logran luego de una fractura. B

El esqueleto humano consta de doscientos seis huesos, que se agrupan en: esqueleto del tronco, esqueleto de los miembros y esqueleto de la cabeza. Asimismo, de acuerdo con su forma, los huesos pueden ser largos, cortos o planos. En el interior de los huesos largos, donde el tejido es más esponjoso, se aloja la **médula ósea**, el principal órgano formador de los constituyentes de la sangre (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas).

LOS MÚSCULOS

Todos los movimientos del cuerpo son producidos por los músculos. Un músculo es un órgano formado por células que tienen la capacidad de contraerse. Los músculos están distribuidos por todo el cuerpo, desde las capas inmediatas a la piel hasta niveles muy profundos. Hay tres tipos distintos de músculos, cada uno de los cuales se corresponde con los tipos de tejidos musculares que los constituyen: los músculos esqueléticos, los músculos lisos y el músculo cardíaco.

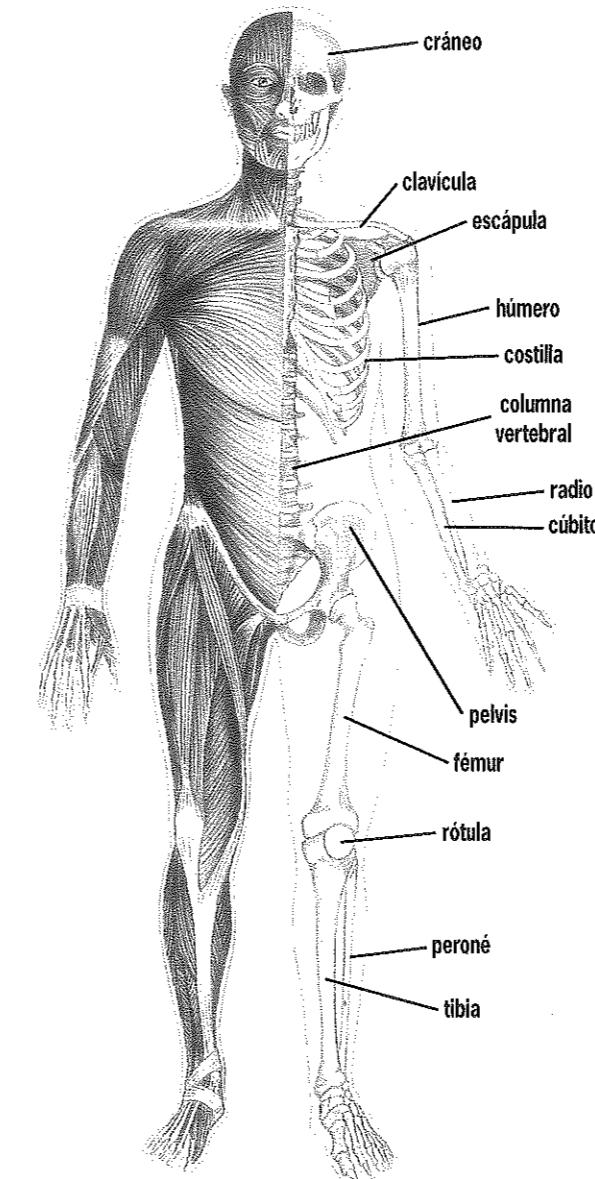
Los **músculos esqueléticos** o estriados son de movimiento voluntario. Cuando corremos, nadamos o comemos, estos músculos entran en acción. Son los más visibles y los que se desarrollan mediante el ejercicio. Se fijan a los huesos a través de los tendones. Cuando estos músculos se contraen, se acortan, tiran de los huesos a los cuales están fijados y permiten el movimiento.

Los **músculos lisos** son los encargados de desarrollar multitud de movimientos automáticos, de los que no tenemos conciencia, pero que son de especial importancia para la vida. Revisten las paredes de órganos como el intestino, el estómago y los bronquios. Entre otros, son músculos lisos los que realizan los movimientos rítmicos que permiten el desplazamiento del alimento a través del tubo digestivo, y los que hacen circular el aire a través de las vías respiratorias.

El **músculo cardíaco** integra la pared del corazón, y es el que efectúa los movimientos de contracción y relajación de este órgano. Si bien es estriado, como los músculos esqueléticos, su movimiento es involuntario, como ocurre con los músculos lisos.

A El sistema ósteo-artro-muscular

Nuestro cuerpo está constituido por músculos y sostenido por huesos. Los músculos, los huesos y las articulaciones se combinan para que podamos movernos, trasladarnos, comer e, inclusive, expresar nuestras emociones. En el rostro existen músculos muy pequeños, los músculos faciales, que determinan nuestros gestos.

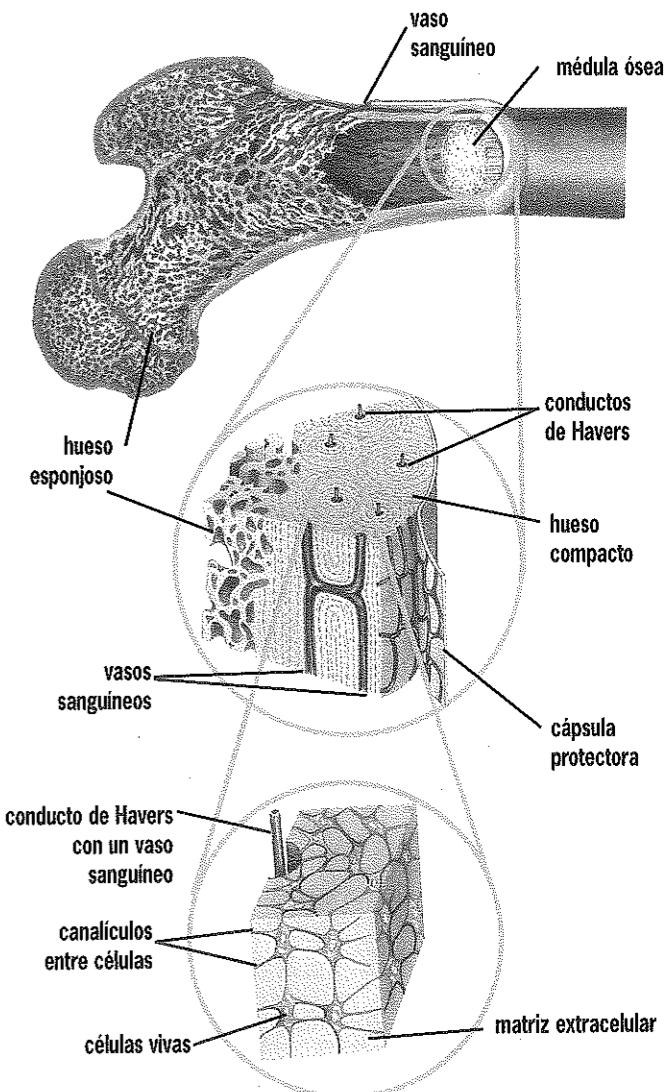


ACTIVIDADES

- 1 ¿Cómo se compone el sistema ósteo-artro-muscular y cuál es su función?
- 2 ¿Qué es una articulación?
- 3 ¿Qué son los huesos y cómo están formados?

B Cómo son los huesos por dentro

Del mismo modo que cualquier otro órgano, el interior de los huesos está irrigado. Los **osteocitos** o células óseas se disponen alrededor de los **conductos de Havers**, a través de los cuales los vasos sanguíneos llegan hasta ellos. La sangre que llega por estos vasos provee a las células óseas de nutrientes y oxígeno, y se lleva las sustancias de desecho y los gases tóxicos. A su vez, en el interior de los huesos largos se encuentra la **médula ósea**, donde se originan las células sanguíneas, que luego circularán por todo el cuerpo.



- 4 ¿Cómo son irrigados los huesos?
- 5 ¿Qué es la médula ósea? ¿Dónde se encuentra?
- 6 ¿Qué tipos de músculos existen en el cuerpo humano? ¿Qué características tiene cada uno de ellos?

La nutrición

La nutrición es el proceso por el cual incorporamos materia y energía a nuestro organismo. Toda la energía que utilizamos para vivir la extraemos de los alimentos, en forma de sustancias químicas, tales como carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas, sales y agua. En este proceso, intervienen varios sistemas orgánicos. El sistema digestivo es el encargado de desdoblarse químicamente el alimento que ingerimos para que pueda ser absorbido. El sistema circulatorio transporta los nutrientes absorbidos a todo el organismo y, además, recolecta las sustancias de desecho que serán procesadas por el sistema excretor. El sistema excretor extrae las sustancias de desecho de la sangre y las descarta en forma de orina.

La energía contenida en los alimentos solo puede liberarse a través del oxígeno, que posibilita la combustión. El sistema respiratorio se encarga de llevar hasta la sangre el oxígeno y extraer el dióxido de carbono, producto de la combustión. A

El sistema digestivo

El sistema digestivo comprende varios órganos. Estos órganos, ordenados conforme intervienen en el proceso digestivo, son: la boca, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso, el recto y el ano. Además, las glándulas salivales, el hígado, con la vesícula biliar y el páncreas, conforman un grupo de glándulas anexas que, por medio de sus secreciones, contribuyen a la digestión. B

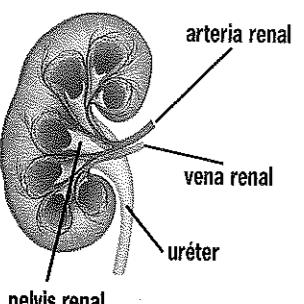
El proceso digestivo se inicia en la boca. Allí, los alimentos son masticados y, por acción de los dientes, la saliva y la lengua, son cortados, blandidos y mezclados. A continuación, y gracias a una serie de movimientos musculares rítmicos y automáticos, conocidos como **movimientos peristálticos**, los alimentos recorren el esófago y son mezclados posteriormente con los jugos gástricos del estómago. Desde el estómago, los alimentos pasan al intestino delgado, donde la bilis y el jugo pancreático terminan de degradarlos.

Cuando la digestión termina, los alimentos están convertidos en sustancias tan simples que pueden atravesar la pared del intestino hacia la sangre. Pero no todos los componentes de los alimentos son digeridos. Los residuos de la digestión llegan al intestino grueso, en el que se resecan, compactan y pasan al recto, para finalmente ser evacuados por el ano. Antes de ser incorporados a la circulación general, los nutrientes absorbidos en el intestino atraviesan el hígado, que regula las sustancias que llegarán a las células de todo el organismo. Los nutrientes que no son utilizados en el momento son almacenados por el organismo en forma de grasas o glucógeno.

El sistema excretor

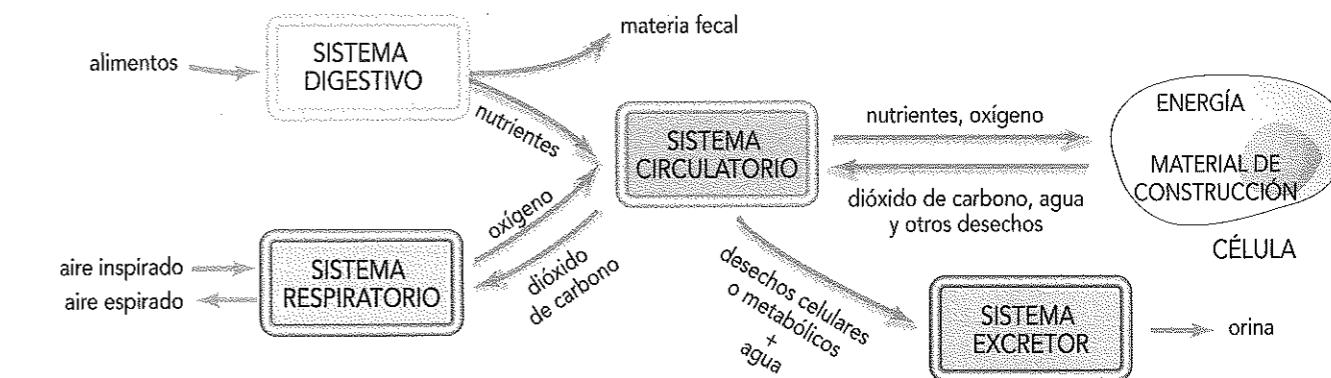
El sistema excretor o urinario es el responsable de eliminar las sustancias de desecho que se producen durante la degradación de los nutrientes, en las células. Junto con otros órganos, participa en la regulación del equilibrio hídrico, es decir, en el control de la cantidad de agua incorporada y eliminada por el organismo.

Los órganos principales que constituyen el sistema excretor son los riñones, los uréteres, la vejiga y la uretra. Los riñones actúan como filtros, extrayendo de la sangre las sustancias tóxicas y transformándolas en orina. Una vez formada, la orina es conducida a través de los uréteres hasta la vejiga, donde es almacenada. Posteriormente, luego de atravesar la uretra, la orina es expulsada fuera del organismo por medio de la micción.



Los riñones son verdaderos filtros capaces de purificar toda la sangre que circula por el cuerpo.

A Cuatro sistemas al servicio de la nutrición



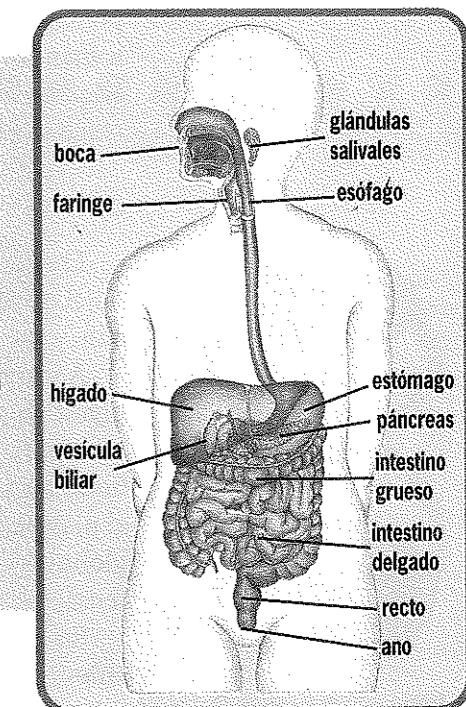
El sistema digestivo transforma los alimentos en nutrientes, que serán distribuidos por el sistema circulatorio. Los desechos se eliminan como materia fecal. El sistema respiratorio extrae el oxígeno del aire y elimina el dióxido de carbono. Estos gases también son transportados por el sistema circulatorio. Por último, el sistema excretor purifica la sangre, eliminando los residuos a través de la orina.

La verdadera función de esta compleja conjunción de sistemas es la de abastecer a las células de nutrientes y de oxígeno, y eliminar los desechos del metabolismo celular.

B El sistema digestivo

El sistema digestivo puede considerarse como un extenso tubo, cuya forma y función varía a lo largo de su recorrido, y al que se anexan diversas glándulas que contribuyen con el proceso digestivo.

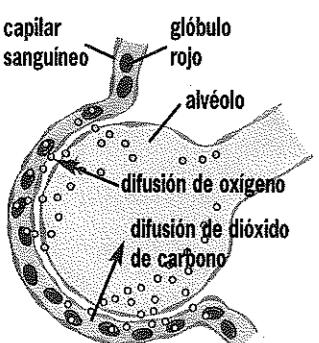
En este proceso participan un conjunto de sustancias, denominadas **enzimas**, secretadas por las paredes del tubo y por las glándulas anexas. La función de las enzimas es la de acelerar la degradación de los nutrientes contenidos en los alimentos, transformándolos en otros más simples, con el fin de que puedan ser asimilados por el organismo. Las principales enzimas que actúan durante la digestión son la amilasa salival, presente en la saliva; las proteasas y el ácido clorhídrico, presentes en el jugo gástrico; la amilasa pancreática, presente en el jugo pancreatico; las proteasas y las lipasas, presentes en el jugo intestinal.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuáles son los sistemas que intervienen en la nutrición? ¿Qué función cumple cada uno de ellos?
- 2 ¿Qué órganos intervienen en el proceso digestivo?
- 3 ¿Cómo se realiza el proceso digestivo?
- 4 ¿Qué sucede con los componentes que no son digeridos?
- 5 ¿Cuál es la función de los riñones?
- 6 ¿Qué es el equilibrio hídrico?

El sistema respiratorio



El intercambio gaseoso en los alvéolos pulmonares se realiza por simple difusión.

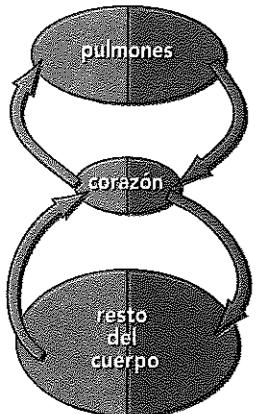
El proceso respiratorio consiste básicamente en un intercambio de gases entre el organismo y el aire exterior. El cuerpo absorbe un gas que necesita, el oxígeno, y elimina uno tóxico, el dióxido de carbono. Este intercambio gaseoso se realiza en los pulmones, donde penetra el aire para entrar en contacto con la sangre.

La inspiración y la espiración, es decir, la entrada y la salida del aire, se producen por la acción combinada de los músculos del tórax y el diafragma. Durante la inspiración, el aire entra por la nariz o por la boca, atraviesa la faringe y la laringe y llega a la tráquea, la cual se divide en dos conductos, los bronquios, que ingresan en los pulmones. Dentro de los pulmones, los bronquios, a su vez, se ramifican en conductos sucesivamente más pequeños, los bronquíolos, hasta desembocar en unas minúsculas bolsas elásticas rodeadas de capilares sanguíneos, los alvéolos.

A través de los alvéolos, cuyas paredes son extremadamente finas, tiene lugar el intercambio de gases entre la sangre y el aire. Este intercambio se realiza por difusión. La sangre que llega al pulmón tiene una carga de dióxido de carbono mayor que la del aire, por lo que este gas tiende a salir de la sangre hacia el exterior. El aire, por su parte, tiene una concentración de oxígeno mayor que la de la sangre que llega al pulmón, por lo cual el oxígeno tiende a pasar del aire hacia la sangre.

Este intercambio se repite luego, a nivel celular, en los distintos tejidos del cuerpo. El oxígeno contenido en la sangre se difunde al medio extracelular, de donde lo toman las células. Del mismo modo que ocurre en los alvéolos, las células también adquieren y descartan gases por difusión. A través de la membrana celular, toman el oxígeno y eliminan el dióxido de carbono. **A**

El sistema circulatorio



La sangre recorre el cuerpo siguiendo dos circuitos distintos: uno pulmonar, donde se oxigena, y otro sistémico, que irriga los tejidos.

El sistema circulatorio es el encargado de transportar gases y nutrientes por todo el organismo. Está conformado por un líquido, la sangre; una bomba, el corazón, y un sistema de conductos, los vasos sanguíneos.

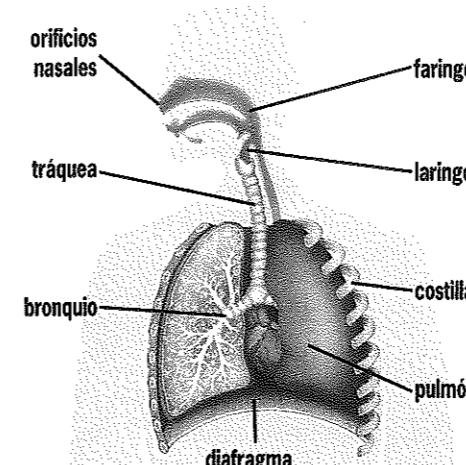
A través de la sangre llegan hasta la célula los nutrientes obtenidos en el proceso digestivo y el oxígeno proveniente de los pulmones. También, por este medio, se transportan las sustancias de desecho hacia el sistema excretor, y el dióxido de carbono hacia el sistema respiratorio. La sangre está compuesta por una parte líquida, el plasma, que contiene nutrientes disueltos, y por una parte sólida, formada por los glóbulos rojos, que conducen el oxígeno, los glóbulos blancos, que actúan en la defensa, y las plaquetas, que intervienen en la coagulación.

En el corazón pueden distinguirse cuatro cavidades, dos aurículas y dos ventrículos, de las que parten dos tipos de vasos por donde circula la sangre, y que conforman una amplia trama a lo largo del organismo. Mientras unos, llamados arterias, envían la sangre al corazón, otros, las venas, conducen la sangre desde el corazón hasta el resto del cuerpo. Tanto las arterias como las venas se ramifican en pequeñísimos vasos que se conectan entre sí, los capilares sanguíneos, a través de cuyas delgadas paredes se efectúan, en los tejidos, los intercambios de los gases respiratorios y de las sustancias nutritivas y los desechos.

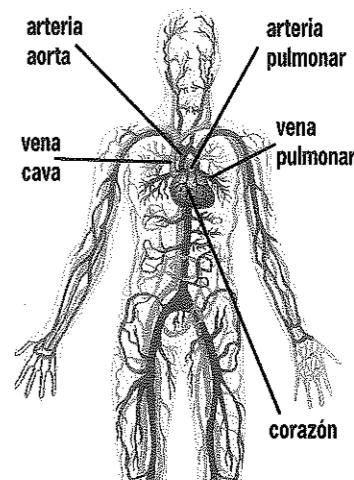
La sangre circula por el cuerpo sin salir del sistema en ningún momento, siguiendo un doble circuito: uno sistémico, que irriga los tejidos en general, y otro pulmonar, que oxigena la sangre en los pulmones. **B**

A Los órganos del sistema respiratorio

El sistema respiratorio es el encargado de proveer el oxígeno necesario para la respiración celular, a todas las células del organismo. El esquema básico de este sistema consiste en lograr que el aire tome contacto con los gases de la sangre y se produzca el intercambio gaseoso.



B Los órganos del sistema circulatorio



El sistema circulatorio es el principal proveedor de las células. Mediante su complejo sistema de redes abarca cada milímetro del organismo, llevando y trayendo gases, nutrientes y desechos.

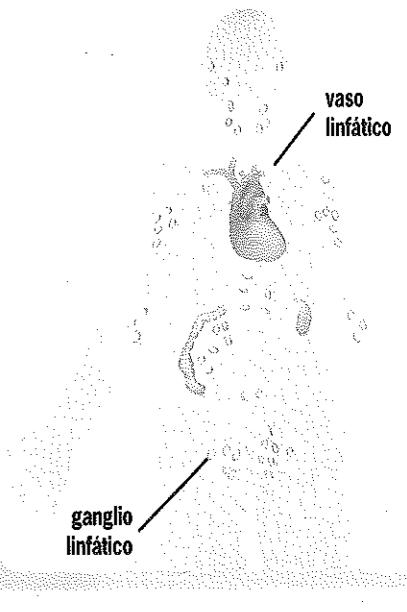
El sistema linfático

Considerado como un anexo del sistema circulatorio, el sistema linfático está formado por una extensa red de vasos distribuidos a lo largo del cuerpo, los cuales conducen un líquido proveniente del plasma sanguíneo, que escapa de la circulación general. Estos vasos reciben el nombre de **vasos linfáticos**, y el líquido que contienen es conocido como **linfa**.

La función del sistema linfático es la de recoger la linfa y volcarla nuevamente en el sistema circulatorio. Los vasos linfáticos, en determinados tramos de su recorrido, se ensanchan para formar masas de tejido conocidas como **ganglios linfáticos**. En el interior de estos ganglios se acumula un tipo particular de glóbulos blancos, los **linfocitos**, que limpian la linfa de desechos y de microorganismos perjudiciales para el cuerpo, antes de que retorne a la sangre. Desde los ganglios linfáticos, los linfocitos también pasan a la sangre, donde llevan a cabo funciones relacionadas con la defensa del organismo. A diferencia del sistema circulatorio, el sistema linfático no posee una bomba. La linfa es conducida a través de los vasos hacia el corazón por medio de movimientos musculares, y su desplazamiento en un solo sentido está asegurado por válvulas que impiden el reflujo.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué es el intercambio gaseoso? ¿Dónde se produce?
- 2 ¿Cuál es el recorrido que realiza el aire a través del organismo?
- 3 ¿De qué manera se realiza el intercambio gaseoso?
- 4 ¿Qué sustancias y gases se transportan a través de la sangre?
- 5 ¿Cómo está formado el sistema circulatorio?
- 6 ¿Cuáles son los componentes de la sangre?



La coordinación y el control

Diferencias entre sistema endocrino y sistema nervioso

Sistema endocrino

Envía mensajes a través de la sangre.

Los mensajes son sustancias químicas.

La transmisión es lenta.

Sus efectos son duraderos.

Sistema nervioso

Envía mensajes por medio de los nervios.

Los mensajes son señales eléctricas.

La transmisión es rápida.

Sus efectos son cortos.

En el interior de nuestro organismo, continuamente tienen lugar numerosos procesos llevados a cabo por los distintos componentes que lo integran. A la vez, el propio organismo necesita relacionarse con el medio exterior para poder cumplir con sus funciones vitales. Para que todas estas actividades puedan ser realizadas correctamente, es necesario un mecanismo que sea capaz de coordinarlas. Este mecanismo está constituido por los sistemas endocrino y nervioso, íntimamente relacionados entre sí.

Ambos sistemas se caracterizan por recibir información desde las diferentes partes del cuerpo y enviarla hacia ellas, de manera que el organismo actúe adecuadamente ante determinados estímulos. Si bien trabajan de un modo integrado, la acción del sistema endocrino, ejercida a través de medios químicos, suele ser de efecto más lento y duradero que la del sistema nervioso, cuya labor se efectúa a través de señales electroquímicas.

El sistema endocrino

El sistema endocrino está formado por diversos grupos de células especializadas, llamadas glándulas endocrinas. Las glándulas endocrinas están distribuidas a lo largo del organismo y cada una de ellas puede producir uno o varios tipos de hormonas. Una hormona es una sustancia que, a través de la sangre, llega a un órgano y dirige su funcionamiento. En la membrana de las células que componen a cada órgano, existen receptores específicos para la hormona que lo regula.

Las glándulas endocrinas controlan importantes procesos del organismo y son, a su vez, controladas de distintos modos. Hay mecanismos de control simples, que solo miden la concentración de ciertas sustancias en la sangre, y mecanismos mucho más complejos, que involucran al sistema nervioso.

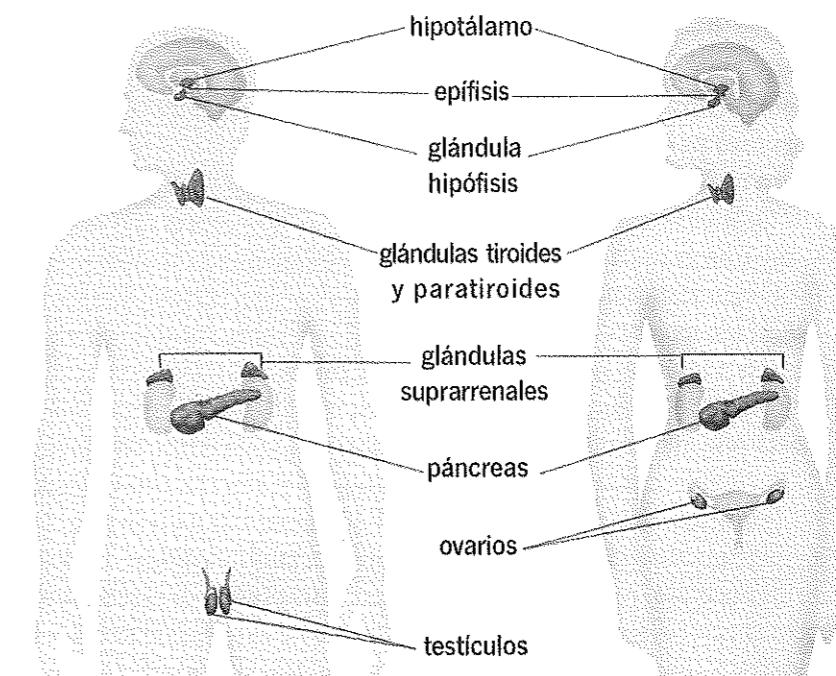
El centro de regulación más importante del sistema endocrino es el hipotálamo, un órgano neuroendocrino situado en la base del cerebro. A través de las hormonas secretadas por él, se coordina el funcionamiento de todas las demás glándulas endocrinas. Ubicada justo por debajo del hipotálamo, se encuentra la hipófisis que, además de producir la hormona que regula el crecimiento, libera hormonas que estimulan a otras glándulas endocrinas, como las suprarrenales, la tiroídes y las glándulas sexuales. También secreta prolactina, una hormona que estimula la producción de leche durante la lactancia.

Las glándulas tiroides y paratiroides, que se hallan a la altura del cuello, producen hormonas que controlan las funciones de nutrición de las células y la cantidad de calcio en el organismo. Por su parte, el páncreas, además de participar en la digestión, elabora la insulina, que administra la cantidad de azúcar presente en la sangre. Las dos glándulas suprarrenales, localizadas por encima de los riñones, producen, entre otras hormonas, la adrenalina, que acelera el ritmo cardíaco y dilata los capilares musculares, para facilitar una respuesta rápida del organismo ante situaciones de tensión o de temor.

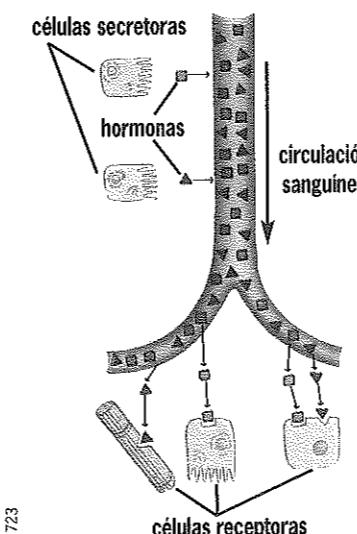
Las glándulas sexuales, junto con la producción de células sexuales o gametas, secretan hormonas que actúan sobre el crecimiento de los órganos y las células sexuales, y determinan las transformaciones del cuerpo durante la pubertad. En el caso de la mujer, estas hormonas, secretadas por los ovarios, son la progesterona y los estrógenos; en el varón, los testículos son los responsables de liberar testosterona.

A Las glándulas del sistema endocrino

Existen numerosas glándulas endocrinas. La mayoría de ellas son coordinadas directamente desde el hipotálamo.



B La regulación del sistema endocrino



Los estímulos provenientes del medio ambiente y los originados en el medio interno inciden en el encéfalo y, por lo tanto, en el hipotálamo, que forma parte del encéfalo. El hipotálamo, por medio de factores estimuladores o inhibidores, actúa sobre la hipófisis, la cual, a su vez, regula la mayoría de las demás glándulas endocrinas.

Cada tipo de hormona estimula a un tipo de célula receptora en particular.

ACTIVIDADES

1 ¿Cuáles son las funciones del sistema endocrino y del sistema nervioso?

2 ¿Cómo está conformado el sistema endocrino?

3 ¿Qué es una hormona?

4 ¿Qué función tiene el hipotálamo dentro del sistema endocrino?

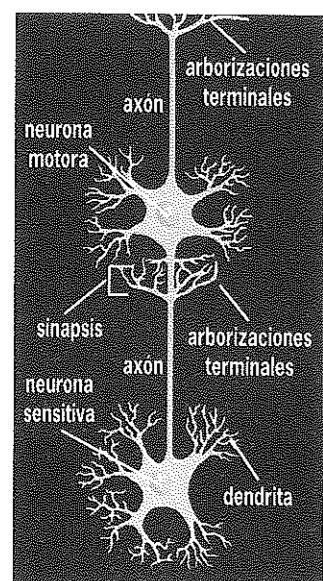
5 ¿Cuáles son las funciones de la hipófisis?

6 ¿Qué hormonas producen las glándulas tiroides, paratiroides y suprarrenales?

7 ¿Qué hormonas secretan las glándulas sexuales?

8 ¿Qué función cumple la insulina? ¿Qué glándula la secreta?

A El sistema nervioso



El estímulo nervioso se transmite entre neuronas distintas a través de la sinapsis.

Todas nuestras sensaciones, reacciones y movimientos son posibles gracias al sistema nervioso. El sistema nervioso está formado por un comando centralizado, que incluye al encéfalo y a la médula espinal, y una gigantesca red de transmisión, integrada por los nervios, que recorre todo el cuerpo. Mientras el encéfalo y la médula espinal constituyen el sistema nervioso central, los nervios conforman el sistema nervioso periférico.

La unidad constitutiva del sistema nervioso es la neurona o célula nerviosa, a través de la cual se transmite el impulso nervioso. Del cuerpo central de cada neurona surge una gran cantidad de pequeñas ramificaciones, denominadas dendritas, y una prolongación más larga, llamada axón, de cuyo extremo parten otras ramificaciones. Cada axón es una fibra nerviosa. Estas fibras, agrupadas en haces y recubiertas de una sustancia aislante, denominada mielina, forman los nervios.

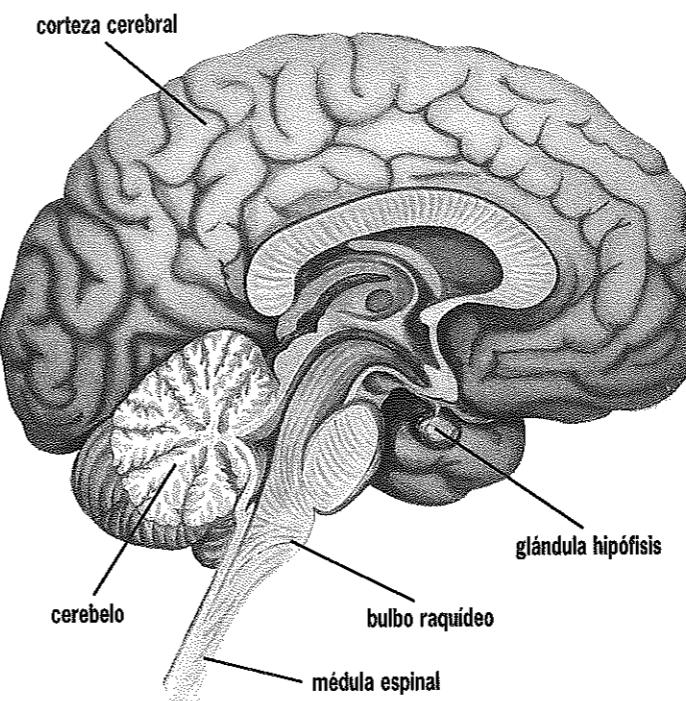
Los impulsos nerviosos consisten en señales eléctricas que pasan de una neurona a otra por medio de un tipo de conexión conocida como sinapsis. La sinapsis se produce cuando desde el axón de una neurona se liberan unas sustancias, los mediadores químicos, que tienen la capacidad de fijarse a la membrana celular de la neurona siguiente, y de desencadenar, de este modo, la transmisión de la señal eléctrica.

El encéfalo, protegido por el cráneo, comprende el cerebro con sus dos hemisferios, el cerebelo y el bulbo raquídeo. La parte externa de los hemisferios cerebrales, o corteza cerebral, tiene surcos que aumentan su superficie y le permiten un desarrollo mayor en el estrecho espacio del cráneo. Es aquí donde se ejecutan las funciones más complejas, la actividad intelectual, la regulación de los movimientos voluntarios y la recepción de la información proveniente de los cinco sentidos. Es, además, el lugar del pensamiento, las emociones, la conciencia y el lenguaje. El bulbo raquídeo, ubicado por debajo del cerebro, controla la respiración y los latidos del corazón. Por detrás del bulbo se halla el cerebelo, que actúa en la coordinación del movimiento y en el mantenimiento del equilibrio. La médula espinal, por su parte, es una prolongación del encéfalo, que se desarrolla a lo largo de la columna vertebral, en el interior de las vértebras. Interviene en los reflejos simples y conduce la información del encéfalo hacia los nervios, y viceversa.

Los nervios transportan la información nerviosa por todo el cuerpo. Del encéfalo parten doce pares de nervios craneales que van a la cabeza, al corazón, a los pulmones y al tubo digestivo. De la médula, a su vez, parten treinta y un pares de nervios raquídeos, que recorren los miembros, la piel y los músculos.

De acuerdo con su función, los nervios se pueden agrupar en nervios sensitivos, que parten de los órganos sensoriales y llevan los estímulos al sistema nervioso central, y en nervios motores, aquellos que, desde el sistema nervioso central, se dirigen a los músculos y a los órganos. Estos últimos, a su vez, según el tipo de respuesta que dan y los músculos que controlan, se dividen en los nervios motores que intervienen en los movimientos voluntarios realizados por los músculos esqueléticos, y los que actúan sobre los movimientos involuntarios que ejecutan el músculo cardíaco, los músculos lisos y las glándulas. Los primeros integran el sistema nervioso periférico somático, y los segundos, el sistema nervioso periférico autónomo. Finalmente, en el sistema nervioso periférico autónomo, pueden distinguirse dos secciones, la simpática y la parasimpática, constituidas por los nervios que estimulan o inhiben, respectivamente, la actividad del órgano o del tejido que controlan.

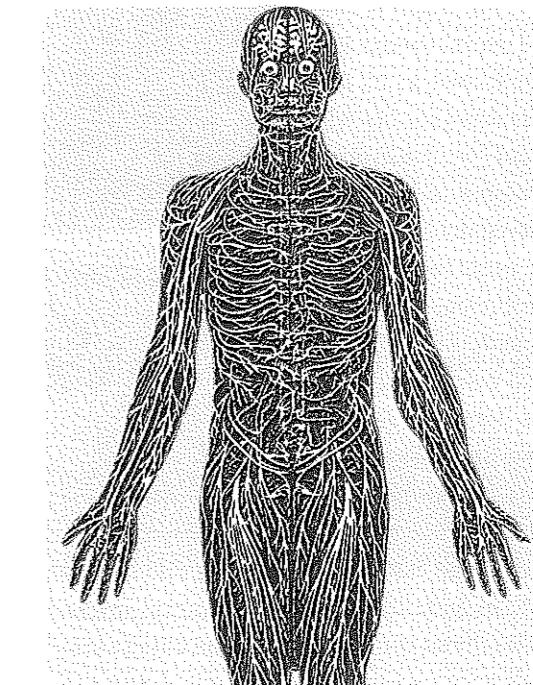
A El encéfalo



El encéfalo está compuesto por el cerebro, dividido en dos hemisferios, el cerebelo y el bulbo raquídeo. La corteza cerebral tiene surcos que aumentan la superficie total y permiten un mayor desarrollo de la actividad cerebral.

B Los nervios

Los nervios son cordones blanquecinos que se ramifican simétricamente a cada lado del cuerpo e inervan cada milímetro de nuestro organismo. El conjunto de los nervios del cuerpo constituye el sistema nervioso periférico.



El arco reflejo neuroendocrino

Muchas veces, los estímulos provenientes del medio ambiente siguen la vía nerviosa y luego la endocrina, para lograr respuestas en el organismo. Este circuito se denomina **arco reflejo neuroendocrino**. Un ejemplo de esto es el reflejo neuroendocrino de la lactancia. Desde antes del parto, la glándula mamaria de la mujer es capaz de producir leche, pero su secreción solo se produce luego del estímulo de succión efectuado por el bebé sobre el

pezón. Se dice, entonces, que "bajó la leche". El estímulo iniciado en las terminaciones nerviosas del pezón sigue la vía nerviosa ascendente, llegando al hipotálamo, desde donde ocasiona la liberación de oxitocina por la hipófisis. Esta hormona sigue el torrente circulatorio, llegando a las células de los alvéolos mamarios, que se contraen para hacer posible la eyeción de la leche.

ACTIVIDADES

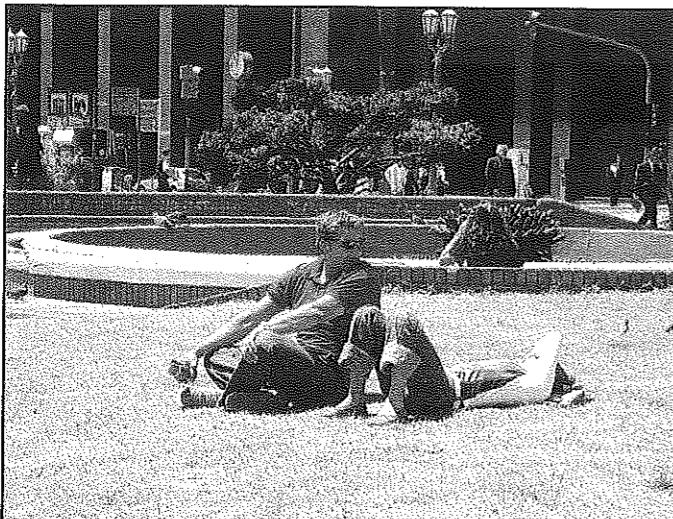
- 1 ¿Cómo está formado el sistema nervioso?
- 2 ¿Qué es una neurona? ¿Cómo está compuesta?
- 3 ¿Cómo se transmiten los impulsos nerviosos?
- 4 ¿Qué partes se distinguen en el encéfalo? ¿Cuál es la función de cada una de ellas?
- 5 ¿Cómo están distribuidos los nervios en el organismo?
- 6 ¿Cómo se pueden agrupar los nervios de acuerdo con su función?
- 7 ¿Qué nervios conforman el sistema nervioso periférico somático y el sistema nervioso periférico autónomo?

La piel y las radiaciones solares

De los órganos presentes en el cuerpo humano, la piel es el más grande de todos. Los tejidos que lo constituyen representan un 10 % del peso total del organismo. Entre otras funciones, la piel interviene en el mantenimiento del equilibrio hídrico y en la regulación de la temperatura del cuerpo. Como órgano de defensa, es la primera barrera contra las agresiones del medio externo, gracias a un tipo de células, cuya función es la de englobar a los gérmenes invasores y eliminarlos. Junto con ello, la piel es un órgano sensitivo, repleto de terminaciones nerviosas, que cuenta con sus propios mecanismos de reparación: en tres semanas, la piel se renueva casi totalmente, aunque este proceso, debido a la permanente descamación y reproducción de sus células, no es visible habitualmente. Por todos estos motivos, es de suma importancia el cuidado de la piel, procurando protegerla de los agentes perjudiciales para ella. Entre estos agentes, algunas de las radiaciones solares constituyen potencialmente el grupo de los más nocivos.

Los rayos infrarrojos, por su parte, aceleran los efectos negativos de las demás radiaciones. Liberan gran cantidad de energía calorífica sobre la piel, que puede alcanzar los 42 °C a pleno sol.

De este modo, las exposiciones solares prolongadas y sin protección pueden volver menos eficaces los mecanismos naturales de defensa de la piel. Por eso, si una persona va a exponerse al sol, es conveniente que use productos que contengan factores de protección solar adecuados al tipo de piel y al tiempo de exposición.



traspasan la capa de ozono, pero un 40 % de los rayos ultravioleta del tipo A (UVA) llegan a la piel y afectan directamente los sistemas de defensa que posee. Este tipo de rayos altera la función de algunos de los constituyentes de la piel, como el colágeno y la elastina, con lo que provocan la aparición de arrugas y hacen que la piel pierda firmeza. Tras quemarse, la piel se seca y

pueden surgir manchas debido a los cambios locales de la melanina, el pigmento responsable del color de la piel, que la protege de enfermedades provocadas por la radiación. Los rayos UVB originan el engrosamiento del estrato córneo y las quemaduras en la piel, ya que la broncean rápidamente. Al igual que los rayos UVA, también dañan el material genético de las células, y pueden llegar a provocar cáncer cutáneo.

- 1** Unan, mediante flechas, cada órgano con el sistema al cual pertenece:

páncreas
cerebelo
corazón
riñón
médula espinal
fémur
pulmón
tiroídes
cráneo
ureter
estómago

sistema ósteo-artro-muscular
sistema digestivo
sistema excretor
sistema circulatorio
sistema respiratorio
sistema endocrino
sistema nervioso

- 2** En el siguiente cuadro, marquen con una cruz, en el casillero correspondiente, el sistema donde se encuentra cada una de las estructuras mencionadas:

	Sistema neuroendocrino	Sistema circulatorio	Sistema ósteo-artro-muscular	Sistema digestivo	Sistema respiratorio
neurona					
célula muscular estriada					
epitelio cilíndrico intestinal					
glóbulos blancos					
epitelio alveolar					
célula hepática					
glóbulos rojos					
célula ósea					
células glandulares endocrinas					

- 3** Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

- El sistema nervioso, junto con el endocrino, regula el funcionamiento de todos los sistemas del organismo.
- El sistema respiratorio degrada los alimentos que ingerimos.
- El sistema ósteo-artro-muscular se ocupa del sostén y del movimiento.
- Los nutrientes absorbidos en el intestino pasan por el hígado antes de llegar a la circulación general.
- El sistema excretor interviene en el equilibrio hídrico.
- La sangre sale de los vasos sanguíneos y baña los tejidos.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuáles son las principales funciones de la piel?
- 2 Confeccionen un cuadro con los tipos de rayos que afectan a la piel y los daños que cada uno de ellos puede provocar.
- 3 ¿Qué prevenciones se deben tomar para evitar las radiaciones dañinas sobre la piel?

1 Lean los siguientes textos y respondan a las preguntas:

La temperatura corporal

El ser humano es homeotermo, es decir, su temperatura corporal, de 37 °C, no se altera por los cambios en la temperatura ambiente. Esta constancia en la temperatura está controlada cuidadosamente desde una región del cerebro, el hipotálamo, que funciona como un termostato. Cuando el hipotálamo registra una disminución o un aumento de la temperatura, inicia una serie de acciones destinadas a corregir el defecto.

Existen numerosos mecanismos que permiten mantener estable la temperatura. Cuando tenemos frío, por ejemplo, la tiroide libera la hormona tiroxina, que provoca un aumento del metabolismo basal y de la actividad muscular. De este modo, se libera energía en forma de calor. Junto con esto, los vasos que irrigan la piel se contraen y hay menos transpiración, con lo cual disminuye la pérdida de calor a través de la piel. Por el contrario, cuando tenemos calor, aumenta la transpiración, que refresca la superficie de la piel y disipa el calor. Los vasos sanguíneos de la piel se dilatan, aumenta el flujo y la pérdida de calor, y el metabolismo disminuye, de modo que se produce menos energía calórica.

a) ¿Por qué temblamos cuando tenemos frío?

b) ¿Por qué sudamos cuando tenemos calor?

El equilibrio hídrico

La cantidad de agua en el cuerpo humano tiende a permanecer estable. De esa estabilidad depende el mantenimiento de la salud; por esta razón, el organismo posee una gran variedad de mecanismos para regular las ganancias y las pérdidas de agua. Estos mecanismos forman parte de la homeostasis, es decir, el conjunto de procesos que mantienen el equilibrio orgánico. Nuestro cuerpo pierde agua diariamente: a través de la respiración y la piel, y como parte de la orina, el sudor, las lágrimas y la materia fecal. Estas pérdidas se compensan con el agua que ingerimos, en las bebidas y en las comidas, y con una pequeña parte que se recupera de las células.

c) Confeccionen un modelo gráfico para representar las ganancias y las pérdidas de agua que se producen en el cuerpo.

d) ¿Por qué se produce la sed?

e) ¿Qué ocurre cuando nos deshidratamos?

La irrigación sanguínea

Aunque el volumen de sangre circulante es constante, los distintos órganos no están vascularizados siempre con la misma intensidad. La irrigación sanguínea aumenta, para hacer frente a las distintas demandas de los tejidos. Por ejemplo, cuando tenemos calor, los capilares de la piel se irrigan más intensamente. Este mecanismo permite liberar el calor acumulado en las zonas más profundas del cuerpo, llevándolo hasta la superficie. Del mismo modo, cuando corremos, los músculos presentan una mayor demanda energética. Entonces, su irrigación se hace más intensa, para llevar la glucosa y el oxígeno necesarios para la obtención de energía. Cuando comemos, la irrigación aumenta en el tubo digestivo, porque se necesita la energía para efectuar la digestión y la absorción de los alimentos.

f) ¿Por qué tenemos somnolencia después de comer mucho?

2 Digestión in vitro

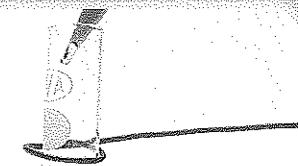
La siguiente actividad les permitirá comprobar cómo se produce la digestión de los alimentos.

El proceso de digestión se lleva a cabo en el tubo digestivo gracias a la presencia de las enzimas, que desdoblan las sustancias complejas que componen los alimentos.

Mediane la siguiente experiencia de laboratorio, podrán comprobar la acción de la amilasa salival, presente en la saliva, que desdobra el almidón. El almidón es un hidrato de carbono que se encuentra en muchos de los alimentos que ingerimos.

Los reactivos

La presencia de determinada sustancia en una solución se pone de manifiesto mediante el uso de reactivos químicos, sustancias que reaccionan de modo visible cuando toman contacto con otras. En este caso, el almidón se detecta usando Lugol, que vira su color caramelo a un azul intenso. Del mismo modo, el reactivo de Fehling cambia su color celeste por un anaranjado, en presencia de azúcares simples, como la glucosa.



Reacción de unas gotas de reactivo de Lugol en una solución de almidón.

Materiales

- Solución de almidón al 2 %.
- Agua.
- Reactivo de Fehling.
- Reactivo de Lugol.
- Un recipiente con agua a 37 °C.
- Cuatro tubos de ensayo.

Procedimiento

1. Rotulen los tubos con las letras A, B, C y D.
2. Enjuáguese la boca con agua y desechen el agua.
3. Vuelvan a enjuagarse la boca, esta vez con 10 cm³ de agua, y recojan el agua en el tubo de ensayo A. En esta solución de saliva está presente la amilasa.
4. En el tubo de ensayo C, coloquen 10 cm³ de agua.
5. Agreguen, en los tubos A y C, 2 cm³ de solución de almidón.
6. Colquen los dos tubos en el recipiente con agua a 37 °C, durante diez minutos.
7. Viertan la mitad del contenido del tubo A en el tubo B; y la mitad del contenido de C, en D.
8. Agreguen unas gotas de Lugol en los tubos A y C.
9. Agreguen unas gotas del reactivo de Fehling en los tubos B y D.

Observaciones y conclusiones

- a) ¿Qué ocurrió en los tubos que contenían agua con solución de almidón, después de haber aplicado los reactivos?
- b) ¿Y en los tubos que contenían la saliva? ¿Por qué?
- c) ¿Por qué la experiencia se realiza a 37 °C?

Contenidos

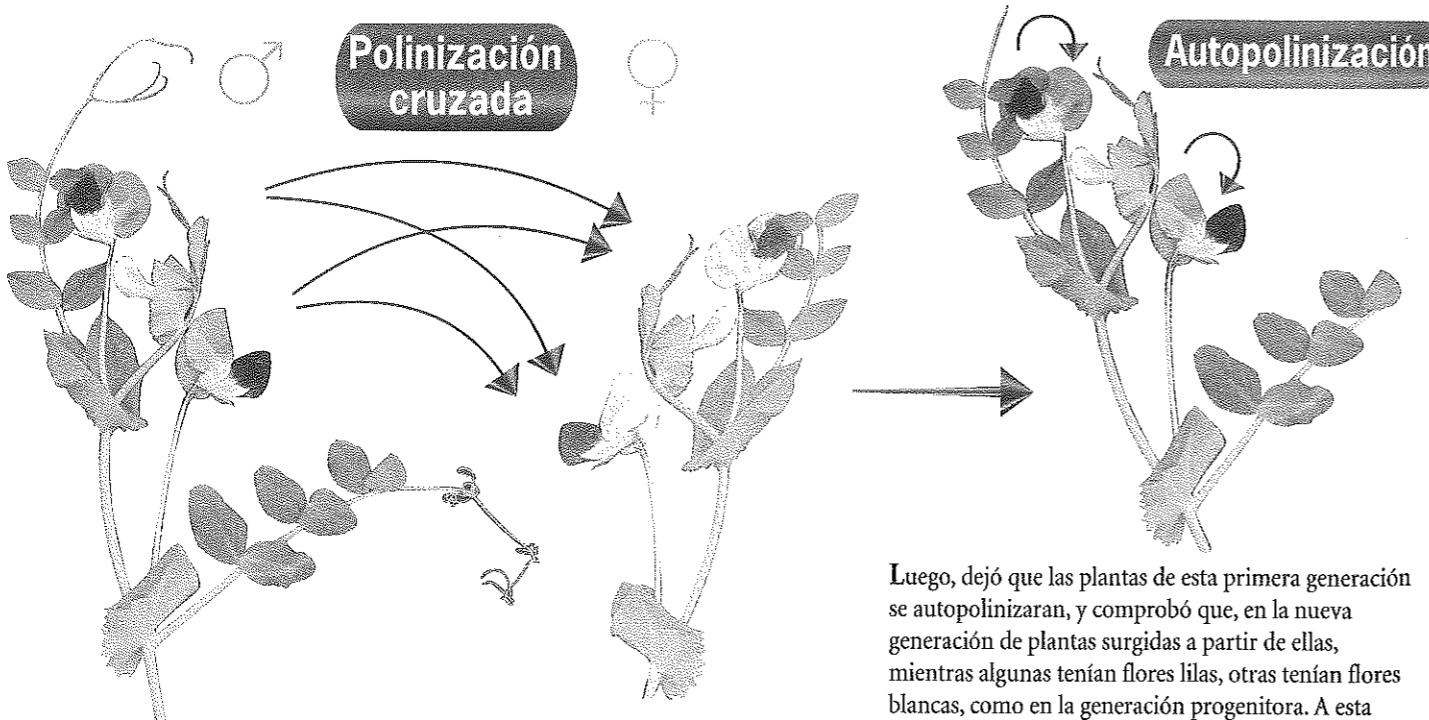
- La herencia.
- Concepto de gen.
- Genotipo y fenotipo.
- Los cromosomas y la transmisión de los caracteres hereditarios.
- La formación de las células sexuales.
- La estructura del ADN.
- La traducción del material genético. La síntesis de proteínas.

BANCO DE DATOS

Las experiencias de Mendel

Entre 1856 y 1863, en la misma época en la que Charles Darwin escribía y publicaba su teoría de la evolución, un monje austriaco, de origen checo, llamado Gregor Mendel (1822-1884) realizó una serie de experimentos que le permitieron establecer los principios según los cuales las características que identifican a los organismos se transmiten de los padres a los hijos. Hasta ese momento, era conocido el hecho de que ambos padres, mediante la unión de sus células sexuales, contribuían a las características de sus hijos. Sin embargo, se pensaba que esta contribución consistía en una simple mezcla, semejante a la de dos pinturas de distinto color. Con sus experimentos, Mendel demostró que las características que posee un individuo están determinadas por factores independientes entre sí, que pueden manifestarse de diversos modos. Estos factores, a los que Mendel llamó **elementos**, son conocidos actualmente con el nombre de **genes**.

En primer lugar, Mendel realizó una **polinización cruzada**, esto es, espolvoreó las flores de algunos ejemplares de plantas de arvejas con el polen de otras plantas de la misma especie. Así, cruzó plantas de flores blancas con plantas de flores lila. Esta generación inicial de plantas, también llamada **generación progenitora**, dio origen a una **primera generación** de plantas, todas de flores lila. A la característica que aparecía en la primera generación, como el color lila de las flores, la llamó **dominante**.



Todos los organismos tienen una serie de características que, a la vez que los identifican como pertenecientes a una especie, los diferencian de otros individuos de su misma especie. Estas características, que se transmiten de padres a hijos a lo largo de las generaciones, están determinadas por los genes, que se encuentran en el interior de las células de los organismos. Desde el punto de vista químico, los genes están formados por una sustancia conocida como ácido desoxirribonucleico, o ADN, que constituye la base del funcionamiento de las células y de la continuidad de la vida.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

a) ¿Qué elementos son los responsables de la transmisión de las características de una especie de una generación a otra?

b) ¿Cómo se consideraba que funcionaba la herencia en la época de Mendel?

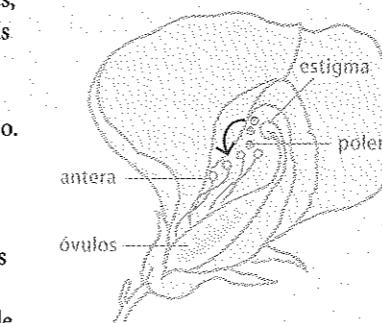
c) ¿En qué se diferenciaba la idea de Mendel acerca del funcionamiento de la herencia, con respecto a la de sus contemporáneos?

d) ¿Qué ventajas presentaban las plantas de arvejas para la experimentación?

e) ¿Qué diferencia existe entre una característica dominante y una recesiva?

f) ¿Cómo comprobó Mendel la existencia de características dominantes y recesivas?

g) ¿A qué conclusión llegó Mendel a partir de su observación de la transmisión hereditaria del color en las flores de la arveja?



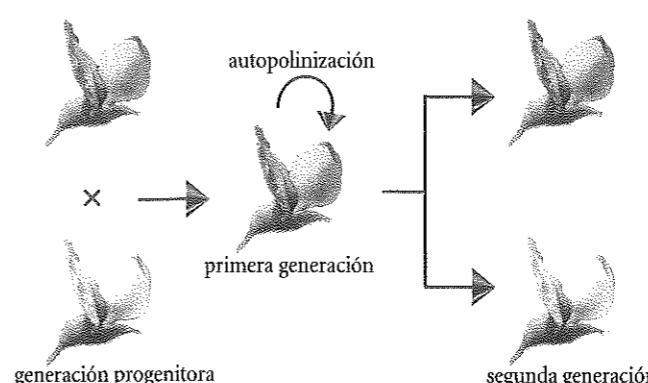
Autopolinización

En sus investigaciones, Mendel utilizó plantas de arvejas, que se cultivan fácilmente y crecen en poco tiempo. Esto le permitió observar una misma característica en distintas generaciones de plantas. Por otra parte, en las plantas de arvejas, los sistemas reproductores

se encuentran en la misma flor, por lo cual pueden autopolinizarse, es decir que la fecundación puede realizarse en la misma planta. De este modo, se evita que involuntariamente pueda producirse un cruzamiento con otra planta, que interfiera en los resultados.

En las plantas de arvejas, Mendel estudió una serie de características claramente observables, que se presentaban de forma diferente en las distintas variedades. Una de las características que estudió fue el color de las flores, que en algunas variedades es lila, y, en otras, blanca.

Mendel llegó a la conclusión de que la característica recesiva que se expresaba en algunas plantas (el color blanco) no habría surgido de no haber estado presente, de alguna manera, en la generación anterior, aunque esta estaba integrada por flores lila. Por lo tanto, para cada característica observable (el color de las flores), un individuo posee, por lo menos, dos factores que la determinan (blanco y lila), que se separan o segregan cuando se forman las células sexuales. Esta es una de las leyes de la herencia que formuló Mendel.



Mendel dio a conocer los resultados de sus investigaciones en 1865, pero no despertaron mayor interés en la comunidad científica, sino hasta comienzos del siglo XX. Recién entonces se apreció la importancia de sus descubrimientos, que explicaban los principios que regulaban la herencia en los seres vivos, de modo que se constituyeron en el fundamento de una de las principales ramas de la Biología moderna: la **Genética**.

La herencia

Las diversas especies de seres vivos se distinguen entre sí por una serie de características que las definen e identifican. Por ejemplo, todos los perros, por pertenecer a la misma especie, se caracterizan por caminar en cuatro patas, ladrar, estar revestidos externamente por pelos, tener una cola y un hocico, entre otras cualidades.

Como unidad de la herencia, un gen no es una estructura que se encuentra aislada en el núcleo de las células, sino que constituye una porción de una molécula de ADN. Desde la estatura y el color del pelo hasta las habilidades mentales e, incluso, algunas enfermedades o la susceptibilidad para adquirirlas, están determinados por los genes.

Por otra parte, entre los individuos de una misma especie, es posible observar variantes de un rasgo determinado. Por ejemplo, el pelaje de los perros puede ser oscuro o claro, uniforme o moteado, largo o corto; la contextura física puede ser robusta o pequeña; las patas pueden ser cortas o largas, y el hocico más fino o más ancho. Además, un perro puede diferir de otro por su capacidad olfativa o por su grado de percepción auditiva, así como por su grupo sanguíneo.

Las características propias de una especie, al igual que las variantes de estas características presentes en cada individuo, son hereditarias. Esto quiere decir que se transmiten de los progenitores a sus descendientes. De este modo, cada individuo posee una información hereditaria recibida de sus padres. Esta información, por un lado, define al individuo como perteneciente a la misma especie que sus progenitores, y, por otro lado, establece las cualidades que distinguen a ese individuo de otros de su misma especie. A

La información hereditaria está contenida en el núcleo de las células, formando parte de una macromolécula denominada ácido desoxirribonucleico, más conocida por su sigla, ADN. B

Genes y alelos

El ADN se halla disperso en el interior del núcleo de las células, donde, asociado con proteínas, se organiza en largas hebras que, en conjunto, reciben el nombre de cromatina. Durante la reproducción celular, la cromatina se condensa y experimenta un proceso de enrollamiento que la hace visible al microscopio, bajo la forma de unos pequeños filamentos denominados cromosomas. Cada cromosoma es una enorme molécula de ADN con millones de distintas secuencias de unos compuestos denominados nucleótidos. Una secuencia particular de nucleótidos codifica una proteína que determinará indirectamente las características particulares de un individuo. Cada una de estas secuencias recibe el nombre de gen.

En los seres que se reproducen sexualmente, la información genética de un individuo, es decir, la información que poseen sus células en el núcleo, proviene de los dos padres, que la transmiten en la reproducción, a través de los gametos. De este modo, para cada característica presente en un individuo hay, al menos, dos variantes de un gen, una por cada progenitor. Estas variantes se denominan alelos.

Sin embargo, la transmisión del material hereditario no consiste en una mezcla de los genes de los padres, de la cual surgiría un organismo intermedio, sino que es el resultado de una combinación en la que cada característica es determinada de manera independiente por un gen distinto. Ello explica que, por ejemplo, una persona cuyos padres difieren en el color de sus ojos (castaño y verde) tenga el color de ojos de uno de ellos (castaño) y no una mezcla de ambos colores. Asimismo, también explica que los hijos de dos personas de ojos castaños puedan tener, eventualmente, un color de ojos distinto que el de sus padres, pero igual al de su abuela (verde).

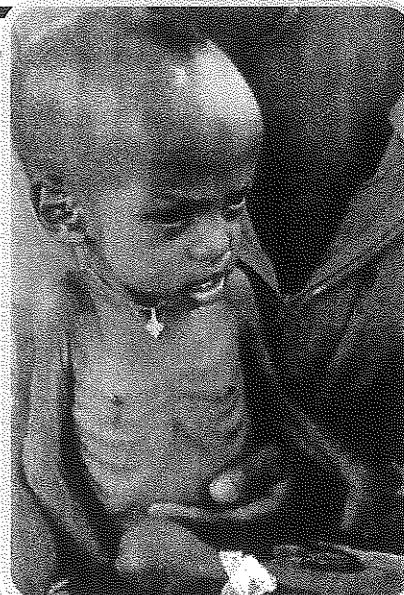
La Genética es la parte de la Biología que estudia los procesos que determinan la transmisión de los caracteres hereditarios en los seres vivos.

A Caracteres hereditarios y adquiridos

Desde el punto de vista de la Genética, la formación de un individuo es el resultado de la unión de la información contenida en las células de sus progenitores, y, por tal motivo, presenta características de ambos. Sin embargo, no todas las características que posee un individuo son hereditarias, ni todas las características que se heredan se manifiestan necesariamente.

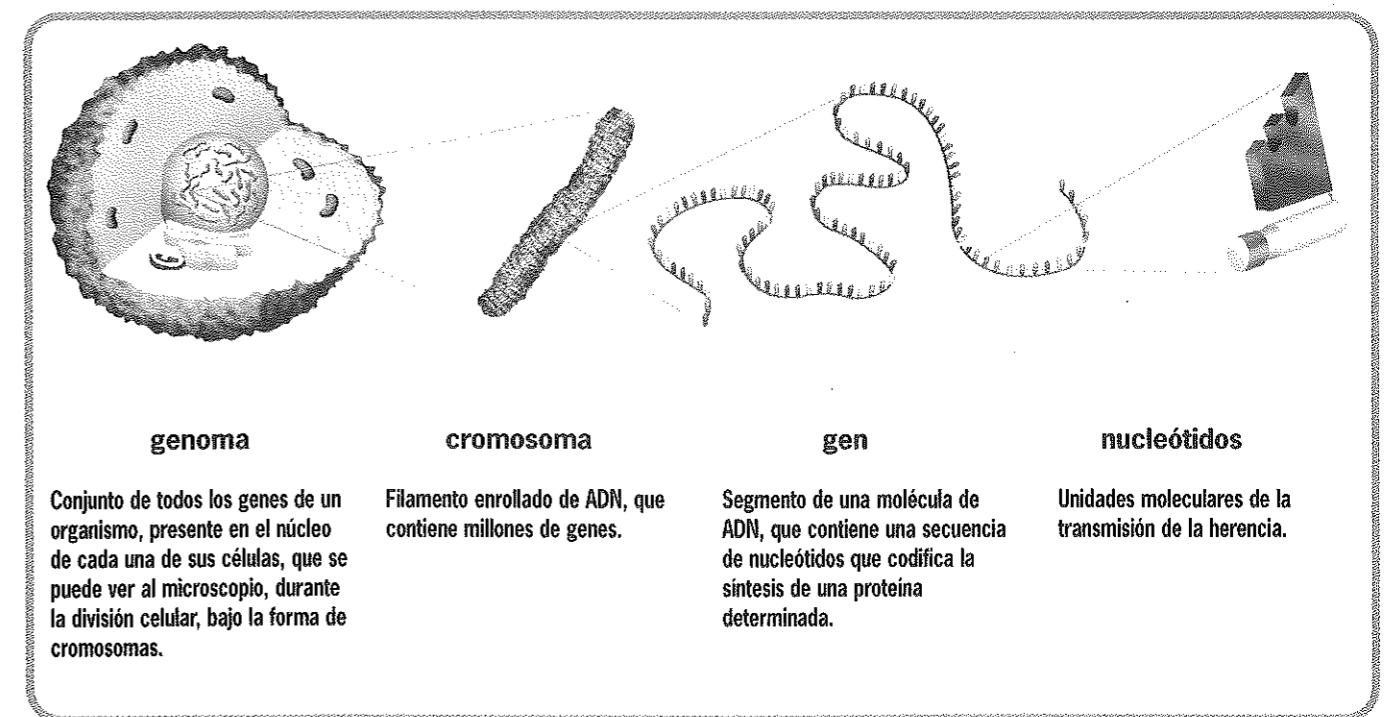
Por ejemplo, los cambios físicos producidos en una cirugía estética, así como el corte de pelo o los tatuajes, son características adoptadas por algunas personas, que no afectan la información contenida en sus células. Estos cambios constituyen características adquiridas y, por lo tanto, no son hereditarias.

Por otra parte, el desarrollo de algunas de las características de un individuo, no solo depende del hecho de haberlas heredado biológicamente de sus padres, sino también de las condiciones del ambiente. Por ejemplo, una mala alimentación puede limitar, en un individuo, la capacidad, transmitida por sus padres, para alcanzar determinada altura; o un accidente puede disminuir su audición.



La desnutrición infantil afecta las posibilidades de desarrollo transmitidas genéticamente por los padres.

B La información hereditaria



ACTIVIDADES

- 1 Si a un perro le recortan la cola al nacer, ¿transmitirá la característica "cola corta" a sus descendientes? Justifiquen la respuesta.
- 2 ¿Dónde se localiza la información hereditaria de un ser vivo?
- 3 ¿Qué son los cromosomas? Expliquen cómo están constituidos.
- 4 ¿Qué son los alelos?
- 5 ¿Qué relación existe entre herencia y ambiente?

Genotipo y fenotipo

En un individuo, la forma en que se manifiesta una característica particular está determinada por el modo en que se combinan los alelos de un gen para esa característica. Esta combinación, que establece su constitución genética, se denomina **genotipo**. Si, en un gen para una característica determinada, los dos alelos son iguales, se dice que el individuo es **homocigota** para esa característica. En cambio, si los alelos son diferentes, el individuo es **heterocigota** para esa característica. Por ejemplo, un individuo en el cual los dos alelos del gen que determina el color de los ojos corresponden al color castaño es homocigota respecto de esa característica, puesto que los dos alelos son iguales. Por el contrario, un individuo en el cual uno de los alelos para el gen del color de los ojos corresponde al color castaño, mientras el otro corresponde al color verde, es heterocigota con relación al color de ojos, ya que, en él, los alelos del gen que determina ese rasgo son diferentes. De esto se deduce que un mismo individuo puede ser homocigota para algunas características y heterocigota para otras. [A]

El alelo de un gen que determina una característica observable, tanto en individuos que son homocigotas respecto a ella como en individuos que son heterocigotas, se denomina **dominante**. Por ejemplo, en los seres humanos, el color castaño de los ojos se manifiesta tanto en una persona que posee dos alelos iguales para esa característica, como en una persona en la que solo uno de los alelos responde a ese color, mientras que el otro corresponde al color verde. Por lo tanto, el alelo que determina el color castaño es el alelo dominante para el color de los ojos. Por su parte, el alelo que no se manifiesta, aunque está presente, se denomina **recesivo**. En el ejemplo anterior, es lo que ocurre con el alelo para el color verde de los ojos. De esto puede concluirse que las personas que tienen ojos verdes poseen los dos alelos recesivos para el color de ojos. [B]

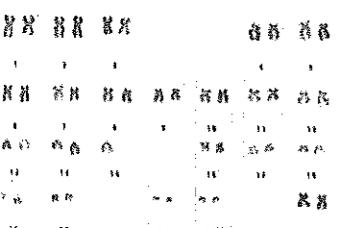
Una característica observable en un individuo, o bien el conjunto de todas ellas, constituye el **fenotipo** de ese individuo. Por lo tanto, el fenotipo depende del genotipo, ya que, aunque un alelo recesivo no se exprese en el fenotipo, forma parte, junto con todos los demás, de la conformación genética de un individuo.

LOS CROMOSOMAS

En el núcleo celular, los alelos de un mismo gen se encuentran distribuidos en dos cromosomas, similares por su forma, tamaño y contenido genético. Estos cromosomas, que conforman un par, reciben el nombre de **cromosomas homólogos**, y provienen uno del padre y otro de la madre.

Cada especie tiene un número fijo de cromosomas en sus células, que se mantiene a lo largo de las generaciones, y que presenta ciertas características particulares. La cantidad y el tipo de cromosomas de un célula constituyen su **cariotipo**. El cariotipo humano está formado por 46 cromosomas en cada una de sus células, organizados en 23 pares de cromosomas homólogos: un cromosoma de origen paterno y otro de origen materno en cada par.

De estos 23 pares de cromosomas, 22 pares, denominados **autosomas**, son semejantes en los varones y en las mujeres. El par restante, el 23, corresponde a los cromosomas sexuales, y es diferente en ambos sexos. Los cromosomas de este par se designan con las letras X e Y; mientras la mujer porta dos cromosomas X en sus células, el varón tiene un cromosoma X y un cromosoma Y.



El cariotipo es el conjunto de características de los cromosomas de una célula, tales como el número, el tamaño y la forma. Cada especie tiene un cariotipo que le es propio. El cariotipo de las células humanas posee 46 cromosomas, agrupados en pares de cromosomas semejantes entre sí que, por este motivo, se denominan pares homólogos. En la fotografía se muestra el cariotipo humano femenino.

A Homocigota y heterocigota

Los alelos se designan siempre por una única letra; el alelo dominante se representa con una letra mayúscula y el recesivo, con una minúscula:

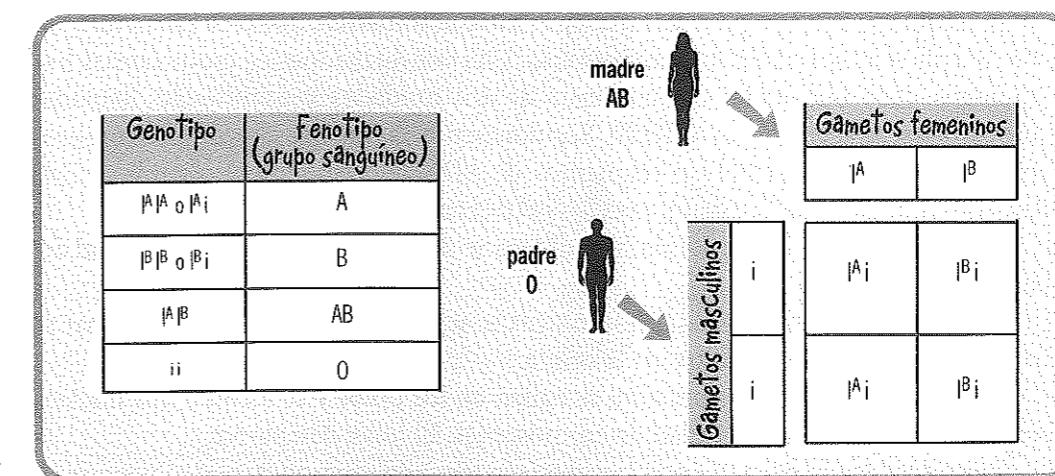
Homocigota dominante	AA
Homocigota recesivo	aa
Heterocigota	Aa

B Alelos múltiples y codominancia

Aunque en cada individuo solo existen dos alelos de un gen, es posible que, si se consideran varios individuos, existan más de dos alelos de un gen en una misma especie. En este caso, se habla de **alelos múltiples**. El ejemplo más conocido de alelos múltiples es el de los que determinan el grupo sanguíneo.

En los seres humanos, existen cuatro grupos sanguíneos (A, B, AB y O), que están determinados por un gen con tres alelos diferentes. Estos alelos se designan como I^A , I^B e i . Tanto los alelos I^A como I^B son dominantes respecto del alelo i , que es recesivo. Las distintas combinaciones de estos alelos en pares establecen los grupos sanguíneos. De esta forma, la presencia en el genotipo del alelo I^A junto con el alelo i (recesivo) determina el grupo sanguíneo A, y la del alelo I^B , acompañado del mismo alelo recesivo, determina el grupo B. Por su parte, dos alelos i del gen para el grupo sanguíneo, determinan que este sea O.

Además de estar determinada por alelos múltiples, la herencia del grupo sanguíneo también se caracteriza por otro fenómeno conocido como **codominancia**. La codominancia es la manifestación conjunta de dos alelos de un gen para una determinada característica. Esto es lo que ocurre con los alelos I^A e I^B que, al ser ambos dominantes, se expresan por igual. El grupo sanguíneo, en este caso, es el AB.



Si se consideran las posibilidades de combinación de los genes que determinan el grupo sanguíneo, los descendientes de un padre con grupo O y una madre AB pueden tener el grupo A o el grupo B. En todos los casos, son heterocigotos.

ACTIVIDADES

- 1 Una persona que tiene ojos verdes, ¿es heterocigota u homocigota con respecto al color de ojos? ¿Por qué?
- 2 En qué caso se dice que un alelo es dominante? ¿Cuándo es recesivo?
- 3 ¿Cuál es la diferencia entre el genotipo y el fenotipo?

- 4 Expliquen cuál es la relación entre el genotipo y el fenotipo.
- 5 ¿Qué es un genoma?
- 6 ¿En qué casos se habla de alelos múltiples?
- 7 ¿Qué es la codominancia?

La transmisión de la información genética

La transmisión de los caracteres hereditarios, que se lleva a cabo mediante la reproducción sexual, implica la formación, en cada progenitor, de células sexuales o **gametos**, y la fusión de los gametos a través de la fecundación. En la fecundación, el gameto femenino, u óvulo, se une con un gameto masculino, o espermatozoide, para dar origen a un nuevo individuo, que recibirá los cromosomas de ambos gametos.

Con el fin de que el número de cromosomas del nuevo individuo sea igual al de sus padres, los gametos contienen la mitad de la cantidad de cromosomas que hay en las otras células del cuerpo, conocidas como **células somáticas**, y, por lo tanto, solo portan un alelo de cada gen. Durante la formación de los gametos, el núcleo celular experimenta el proceso de **meiosis**, por el cual se separan los cromosomas componentes de cada par de homólogos. Esta es la razón por la cual, en el ser humano, tanto los óvulos de la mujer como los espermatozoides del hombre poseen 23 cromosomas de los 46 que caracterizan a las células somáticas. **A**

La meiosis

El proceso de división celular que da origen a los gametos, o meiosis, tiene lugar en los órganos sexuales. De forma semejante a la mitosis, que es el proceso de división de las células somáticas, en la meiosis también existe una interfase previa a la división celular, durante la cual se duplica el ADN.

La meiosis consta de dos divisiones celulares sucesivas, conocidas como **meiosis I** y **meiosis II**. En cada una de ellas puede distinguirse una serie de etapas. Para la meiosis I, estas etapas son las siguientes:

- **Profase I.** A partir de la condensación de la cromatina, se forman los cromosomas. Junto con ello, también se organiza el huso acromático, que es la estructura sobre la cual se desplazarán los cromosomas. Una vez formados, los cromosomas homólogos, cada uno de los cuales consta de dos unidades longitudinales llamadas **cromátidas**, se acercan y se aparean. Seguidamente, las cromátidas de los cromosomas homólogos intercambian segmentos de ADN correspondientes entre sí. Este proceso se denomina “**crossing over**” o entrecruzamiento.

- **Metafase I.** Los cromosomas homólogos se disponen en el plano ecuatorial del huso.

- **Anafase I.** Los cromosomas homólogos se separan, y cada homólogo del par se dirige hacia los polos opuestos de la célula.

- **Telofase I.** Los cromosomas ya se hallan en los polos y se forman dos núcleos celulares con la misma cantidad de cromosomas. El huso desaparece.

Luego de concluida la meiosis I, se inicia la segunda división celular, o meiosis II, en la que se reconocen las siguientes fases:

- **Profase II.** En cada núcleo se forma un huso acromático.
- **Metafase II.** Los cromosomas de cada núcleo se alinean en el ecuador.
- **Anafase II.** Se separan las cromátidas de cada cromosoma, e inician su migración hacia los polos.

- **Telofase II.** Cada cromátida ya se convirtió en un cromosoma. Alrededor de los cuatro grupos de cromosomas así formados comienza a constituirse la membrana nuclear y se produce la división del citoplasma, hasta que quedan conformadas cuatro células distintas, cada una de ellas con la misma cantidad de cromosomas, sin pares de homólogos. **B**

Mitosis

Propia de las células somáticas.

Se conserva la cantidad de cromosomas.

La célula original se divide en dos.

La información genética de las células producidas es igual a la de la célula original.

Meiosis

Propia de las células sexuales.

La cantidad de cromosomas se reduce a la mitad.

La célula original se divide en cuatro.

Las células producidas contienen nuevas combinaciones de material genético.

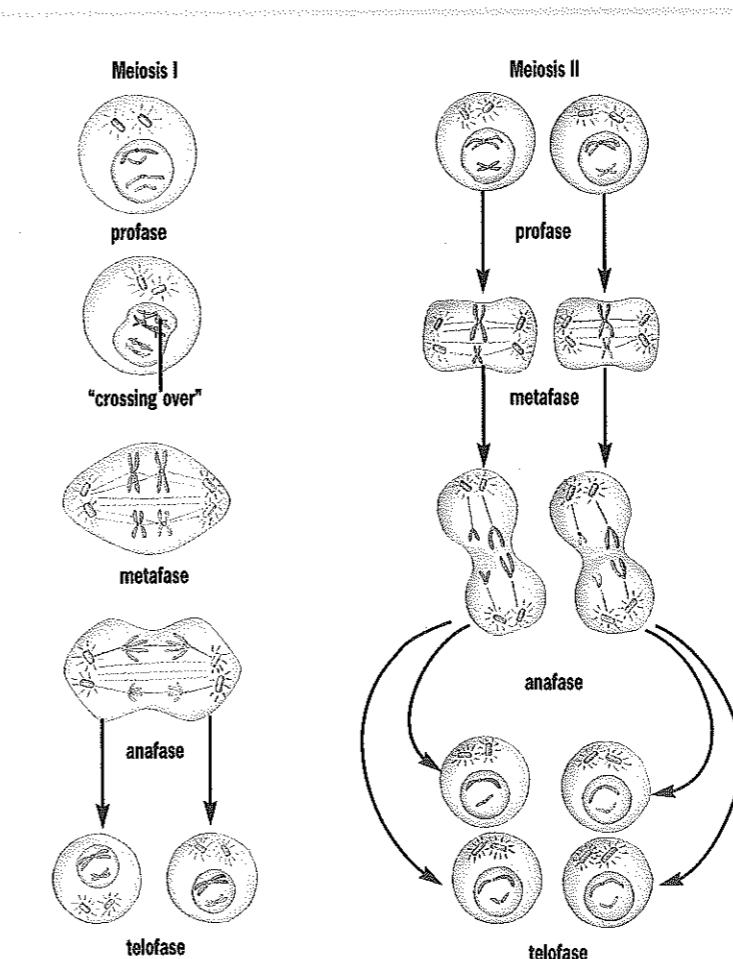
Diferencias entre la mitosis y la meiosis. Tanto la mitosis como la meiosis son mecanismos de división celular.

A Células diploides y células haploides

En las células somáticas de cualquier organismo, la información genética se encuentra grabada por duplicado en cromosomas dispuestos de a pares; estas células se denominan **diploides**. Las células en las que solo hay un cromosoma de cada par, como es el caso de los gametos, se denominan **haploides**.

Dado que la cantidad de cromosomas varía de una especie a otra, para señalar que una célula es haploide, es decir, que sus cromosomas no se hallan agrupados de a pares, se las designa como **n**. Las condición diploide de una célula se indica con la expresión **2n**. Por ejemplo, en las células somáticas del ser humano, $n = 23$ y $2n = 46$.

B La meiosis



La meiosis es un tipo de división celular por el cual las células diploides reducen a la mitad su número de cromosomas, conservando solo un cromosoma de cada par de homólogos. Consta de dos divisiones celulares sucesivas, como resultado de las cuales, a partir de una célula diploide original, se producen cuatro células haploides.

A diferencia de lo que ocurre en la mitosis, durante la meiosis, además de reducirse a la mitad el número de cromosomas, se producen intercambios del material genético, de los que resultan nuevas combinaciones de la información contenida en los cromosomas. Este intercambio recibe el nombre de “**crossing over**”.

Las células sexuales se dividen según este mecanismo, gracias al cual es posible mantener constante el número de cromosomas característico de cada especie. Si no fuera así, el individuo surgido de la unión de los gametos tendría el doble de cromosomas que sus padres, y la cantidad de cromosomas se duplicaría sucesivamente en cada generación.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué diferencia existe entre las células somáticas y las células sexuales, en cuanto al número de cromosomas?

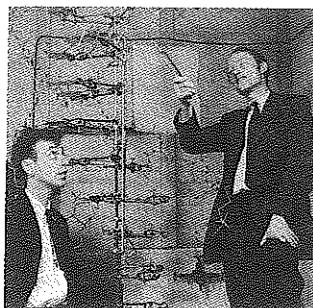
2. ¿Cuántos cromosomas hay en una célula somática humana? ¿Y en un gameto humano?

3. ¿Qué son las células diploides? ¿En qué se diferencian de las haploides?

4. ¿Qué es la meiosis?

5. ¿Cuáles son las diferencias entre la mitosis y la meiosis?

La estructura del ADN



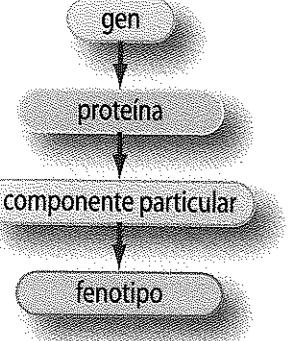
El bioquímico estadounidense James Watson y el físico inglés Francis Crick lograron determinar la estructura de la molécula del ADN. A partir de su modelo, fue posible comprender muchos de los mecanismos del funcionamiento del material genético en las células. Por este aporte, Watson y Crick recibieron el Premio Nobel de Fisiología y Medicina, en 1962.

Los genes, como todas las estructuras que integran a los seres vivos, son el resultado de una particular organización de sustancias químicas. En el caso de los genes, la sustancia química que los conforma es el ácido desoxirribonucleico (ADN). Esto significa que cada gen es un fragmento de la molécula de ADN que constituye un cromosoma.

Una molécula de ADN está formada por dos largas cadenas de unos compuestos denominados nucleótidos. Los nucleótidos se componen de un azúcar de cinco carbonos, llamado desoxirribosa, un grupo fosfato, que es un producto que contiene fósforo, y otro grupo que contiene nitrógeno y se denomina base nitrogenada. En los seres vivos, hay cuatro tipos de bases nitrogenadas; cada una de ellas se designa con una letra distinta. Estas bases son: la adenina (designada con la letra A), la citosina (C), la guanina (G) y la timina (T). Las cadenas de nucleótidos se hallan entrelazadas de modo tal que forman una estructura de doble hélice, semejante a una escalera de caracol. En esta estructura, las moléculas de azúcar y fosfato, alternándose entre sí, constituyen las bandas o lados; perpendiculares a estas bandas, se disponen, a manera de escalones, las bases nitrogenadas. Cada escalón o filamento está integrado por dos bases nitrogenadas que se unen complementariamente: la adenina siempre se complementa con la timina, y la citosina se complementa con la guanina. **A**

Los genes están ubicados linealmente sobre la cadena de ADN y cada uno ellos tiene una secuencia de nucleótidos particular. Esto significa que un gen consiste en una cierta cantidad de nucleótidos, ordenados en una forma determinada. De acuerdo con la secuencia que lo integre, cada gen se distinguirá de todos los demás y determinará, por lo tanto, una característica particular. Las diferencias en la extensión de la cadena de ADN, junto con el hecho de que cualquier secuencia de nucleótidos es posible, determinan la diversidad de los seres vivos existentes y, asimismo, su mayor o menor grado de variabilidad genética.

El ARN y la síntesis de proteínas

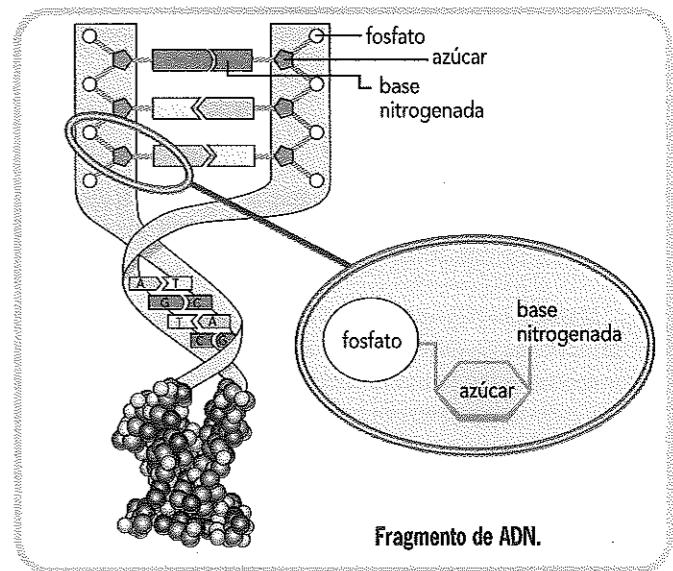


En las células, la información genética "se traduce" a proteínas. A su vez, las proteínas determinan la fabricación de componentes (como el pigmento que determina el color de ojos), que se manifiestan en un fenotipo determinado.

A La doble hélice

Las moléculas de ADN son moléculas complejas o macromoléculas, cada una de las cuales está formada a partir de nucleótidos. Los nucleótidos se componen, a su vez, de moléculas de azúcar y de fosfato, y una base nitrogenada que puede ser de cuatro tipos (adenina, guanina, citosina y timina). La estructura de una molécula de ADN es similar a una doble hélice o a una escalera de caracol.

En el núcleo celular, el ADN se encuentra asociado a un tipo de proteínas llamadas **histonas**. En el momento de la división celular, cada molécula de ADN se enrolla sobre sí misma y se condensa. A esta estructura, visible al microscopio, se la denomina **cromosoma**.



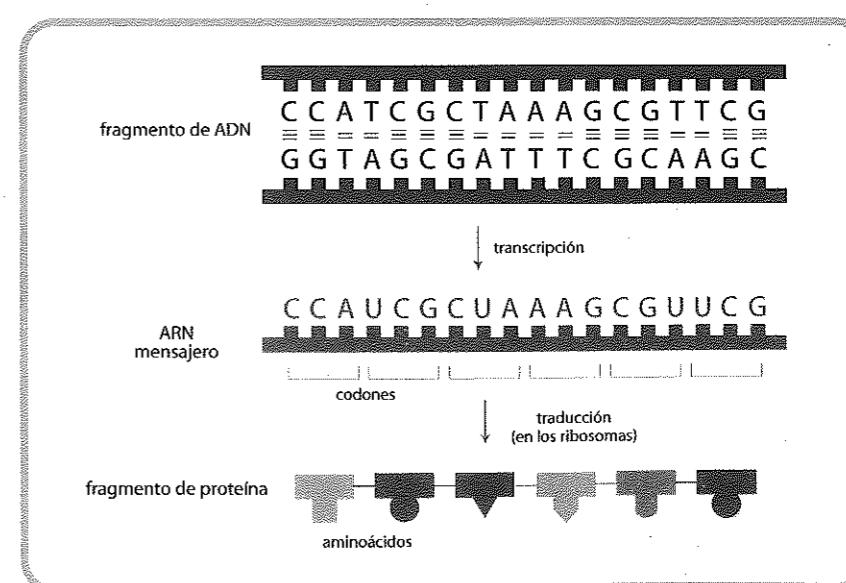
Fragmento de ADN.

B La síntesis de proteínas

El proceso de síntesis de una proteína consta de dos etapas: la transcripción y la traducción.

La **transcripción** tiene lugar en el núcleo de la célula, donde se sintetiza una molécula de ARN mensajero, que es complementaria de la secuencia de nucleótidos del ADN, con la diferencia de que la base T (timina) se reemplaza con la base U (uracilo).

La **traducción** ocurre en los ribosomas. El ribosoma decodifica los nucleótidos en tríos, que se denominan **codones**. Cada codón se corresponde con un aminoácido, que se une a él. De este modo, el código de nucleótidos se traduce al código de aminoácidos que forman la proteína.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué es un gen, desde el punto de vista químico?
- 2 ¿Cómo está formada una cadena de ADN? ¿Qué forma presenta?
- 3 ¿Cómo están formados los nucleótidos?
- 4 ¿En qué lugar de la célula tiene lugar la síntesis de proteínas?
- 5 ¿Qué es el ARN? ¿Cuál es su función?
- 6 ¿En qué se diferencian el ADN y el ARN?

Mansa, una ternera única en el mundo

Mansa tiene piel suave, ojos de bambi y temperamento de cachorro juguetón; pero, con apenas un año, ya conoce las luces de la fama: acaba de convertirse en la primera ternera de la historia capaz de producir leche con hormona de crecimiento humana, una proteína que se utiliza en el tratamiento de niños que padecen enanismo hipofisario.

Desde hoy, la Argentina integra un selecto club, cuyos integrantes pueden contarse con los dedos de una mano: el de los países que desarrollaron bovinos transgénicos que producen proteínas de interés farmacológico. Y si el logro en sí es impresionante, el hecho de que haya sido íntegramente protagonizado por científicos, profesionales, técnicos, gente de campo y capitales argentinos lo vuelve doblemente auspicioso.

La historia de Mansa empezó, en el papel, hace alrededor de seis años. Fue creada a partir de una célula fetal de raza Jersey, buena productora de leche, y un óvulo de descarte. Ambas células se cultivaron y se fundieron in vitro con una suave descarga eléctrica y, en ese cultivo, se introdujo el gen humano de la secuencia genética de la hormona de crecimiento, disfrazado de otro gen, que se expresa normalmente en la glándula mamaria bovina, el de la betacaseína vacuna. Los núcleos de estas células, con el gen humano, fueron procesados durante 45 días, y luego se insertaron en óvulos, que se activaron y comenzaron a crecer. Siete días más tarde, los óvulos fueron transferidos a vacas nodrizas, de las cuales siempre hay un grupo en el campo en condiciones de ser implantados.

Así contado parece sencillo, pero la tarea presenta obstáculos difíciles de sortear:

casi en cada paso. Entre otros, se encontraba la incertidumbre acerca de si el gen humano había sido correctamente incorporado al ADN bovino, un proceso azaroso, porque no se utiliza un sistema de selección a ultranza, para evitar envejecer las células a partir de las cuales se van a producir los animales.

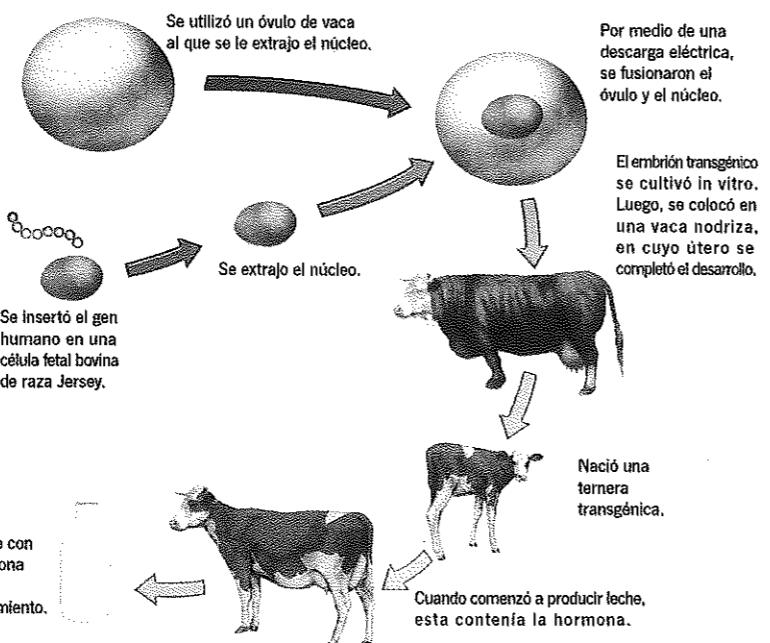
Se prevé que bastará el 10 % de la producción de leche de Mansa, para abastecer el mercado argentino, donde existen 1500 chicos afectados de enanismo. Con una sola vaca se podría abastecer el mercado latinoamericano. Y con un grupo de veinte Mansas alcanzaría para abastecer de hormona de

crecimiento el mercado mundial. Todo indica que el "tambo farmacéutico", como se dio en llamar este proyecto, puede revolucionar la producción de medicamentos de alta tecnología. Pero los científicos no piensan detenerse: ya que dominan este método revolucionario para la producción de fármacos, piensan utilizarlo para producir otras proteínas. "Probamos que esto se puede hacer. Ahora intentaremos con la insulina", afirma uno de los científicos involucrados en el proyecto.

Fuente: adaptado de un artículo del diario "La Nación", del 2 de octubre de 2003.

¿Cómo se realizó el experimento?

Para obtener una ternera productora de hormona de crecimiento, se clonó un embrión, al que se le insertó el gen humano que contiene la información para sintetizar esa hormona.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál es la importancia de este descubrimiento?
- 2 ¿Cómo fue realizada la clonación?
- 3 ¿Por qué se considera que Mansa es una vaca transgénica?

1 Marquen, con una cruz, la opción correcta para completar cada oración:

a) En la experiencia de Mendel acerca del color de las flores de las plantas de arveja, las plantas con flores blancas son, con respecto a ese rasgo...

...heterocigotas. ...homocigotas recesivas. ...homocigotas dominantes.

b) Para cada característica de un individuo, existen al menos dos alternativas genéticas, que se denominan...

...cromosomas. ...alelos. ...genotipos.

c) Las características observables de un individuo constituyen su...

...cariotipo. ...genotipo. ...fenotipo.

d) El conjunto de las características de los cromosomas de una especie, tales como el número, el tamaño y la forma, constituyen el...

...cariotipo. ...genotipo. ...fenotipo.

e) Entre las células haploides, podemos encontrar...

...la neurona. ...el óvulo. ...el cigoto.

2 Unan, con flechas, cada símbolo con aquello que representa:

n
2n
AA
aa
Aa

homocigota recesiva
diploide
heterocigota
haploide
homocigota dominante

3 ¿Cuál de las siguientes combinaciones puede ser utilizada para afirmar la paternidad de un hombre? Marquen con una cruz:

Madre A, hombre B, hijo 0

Madre AB, hombre A, hijo 0

Madre B, hombre 0, hijo A

Madre A, hombre 0, hijo B

4 Completén el siguiente cuadro:

	ADN	ARN
azúcar		
bases nitrogenadas		
número de cadenas		
localización en la célula		
función		

1 El cariotipo humano

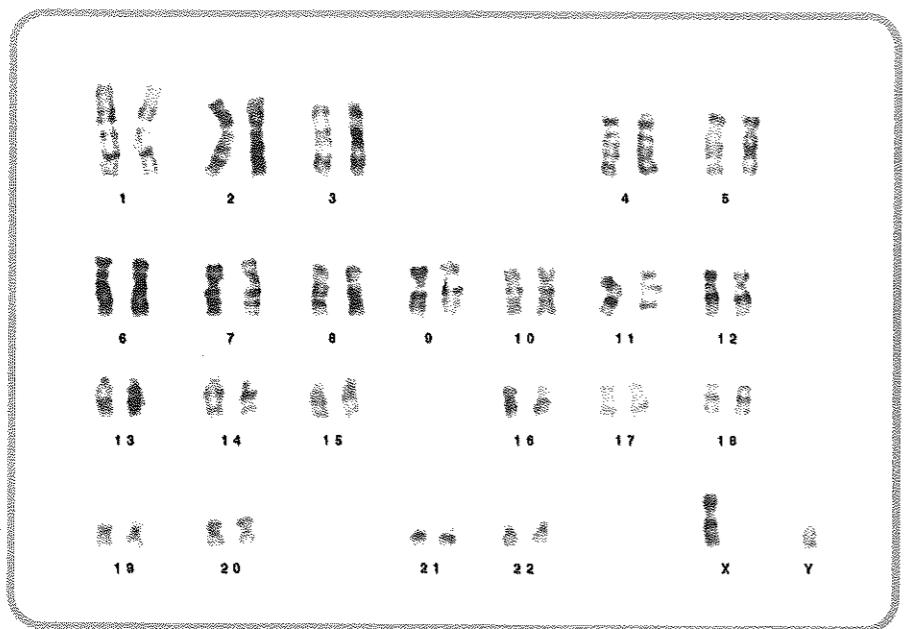
Lean el texto y respondan a las preguntas que se formulan a continuación:

Los cromosomas se hacen visibles, al microscopio, cuando llega el momento de la división celular. En el momento de la metafase mitótica, es posible fotografiarlos para poder observarlos. Una vez tomada la fotografía, se recortan los cromosomas, se los ubica y se los ordena por pares. El resultado obtenido es el cariotipo.

Para poder diferenciar los distintos cromosomas, se tiene en cuenta que cada par de homólogos está formado por dos cromátidas unidas entre sí, lo que habitualmente le confieren el aspecto de una letra X. Cada cromátida cuenta con dos brazos y una concreción primaria denominada **centrómero**.

Cada especie tiene un número característico de cromosomas en cada una de sus células. El mosquito tiene seis; el maíz, veinte; el gato, treinta y ocho; el perro, setenta y ocho.

La siguiente imagen corresponde a un cariotipo humano:



a) ¿Cuántos cromosomas tiene el cariotipo humano?

b) El cariotipo de la fotografía, ¿corresponde a un varón o a una mujer? Fundamenten su respuesta.

c) ¿Qué diferencia hay entre el número de cromosomas de las células somáticas y el de los gametos?

2 El diagnóstico prenatal de enfermedades genéticas

Lean el texto y respondan a las preguntas que se formulan a continuación:

En la actualidad, existen técnicas que permiten identificar, en el cariotipo, la presencia de factores que pueden provocar una enfermedad genética. La detección temprana de esos factores acrecienta las posibilidades de prevenir el desarrollo de la enfermedad o de aliviar sus síntomas.

La **amniocentesis** es una técnica de diagnóstico que se utiliza durante el embarazo, para la detección de enfermedades de origen genético. La técnica consiste en tomar una muestra de líquido amniótico, que contiene células que se desprenden del cuerpo del feto. A partir de esas células, se extrae el material genético para determinar el cariotipo del bebé.

a) ¿Por qué es útil la detección temprana de enfermedades genéticas?

b) Describan la técnica que hace posible conocer el cariotipo del feto.

3 La herencia de las características en la genética humana

Algunas de las características del genotipo de una persona son fáciles de deducir a partir del fenotipo. Estos son algunos ejemplos:

Características del fenotipo		Gen
Tipo de pelo	lacio	recesivo
	enrulado	dominante
Color de pelo	rubio	recesivo
	castaño	dominante
Color de ojos	claros	recesivo
	oscuros	dominante
Lengua	no se dobla en "u"	recesivo
	se dobla en "u"	dominante
Lóbulo de la oreja	unido	recesivo
	separado	dominante

a) Con la información del cuadro, determinen el fenotipo de cada integrante de sus familias.

b) Construyan el árbol genealógico para poder determinar los distintos genotipos.

c) Analicen de qué manera se transmitieron hereditariamente las distintas características.

4 Alimentos transgénicos: ventajas y desventajas

Lean el texto y resuelvan las consignas que se formulan a continuación:

Cada vez es más habitual hallar, en los diarios y las revistas, artículos referidos a los alimentos transgénicos. Algunos ponderan sus cualidades, mientras que otros libran una dura lucha, aduciendo que estamos sometidos a verdaderos monstruos de laboratorio.

Los organismos transgénicos son los animales o los vegetales, cuyo material genético fue modificado con un gen adicional, que se transmite a los descendientes con el resto del genotipo.

A continuación, se enumeran algunas de las ventajas y las desventajas de los organismos transgénicos:

Ventajas

El principal avance de la ingeniería genética consiste en la posibilidad de crear especies nuevas a partir de la combinación de genes de varias existentes, incluyendo determinadas características que se consideran favorables. Por ejemplo, se desarrollaron cultivos con genes de insectos, con el objetivo de que produzcan toxinas insecticidas. Otros experimentos permitieron obtener especies de hortalizas capaces de crecer en áreas desérticas, o ejemplares de frutos mucho más grandes que los habituales. Se espera que este tipo de logros permita avanzar hacia la erradicación del hambre en el mundo.

Desventajas

Cualquier alteración en la evolución de las especies puede tener consecuencias imprevisibles en el equilibrio ecológico. Las técnicas de ingeniería genética alteran las limitaciones que existen en la naturaleza para regular la interacción entre las distintas especies. El desarrollo de ciertas ventajas competitivas por parte de los organismos transgénicos (como mayor resistencia a la salinidad, a la sequía o a las bajas temperaturas) puede ocasionar una invasión de hábitats que no son propios de las especies modificadas. Entonces, el equilibrio ecológico de esos hábitats se vería amenazado, pues otras especies serían desplazadas o puestas en peligro de extinción.

Por ejemplo, el desarrollo de plantas con capacidades insecticidas puede amenazar la existencia de especies de insectos y hongos beneficiosos e incluso imprescindibles para el desarrollo biológico de otras especies. Por otra parte, los insectos diseñados específicamente para controlar el desarrollo de otros insectos pueden mutar o combinarse con otras especies y producir resultados imprevisibles.

a) Amplíen la información y elaboren una tabla para organizar los motivos a favor y en contra de la obtención de organismos transgénicos.

b) Organicen un debate para confrontar las dos posiciones en el curso.

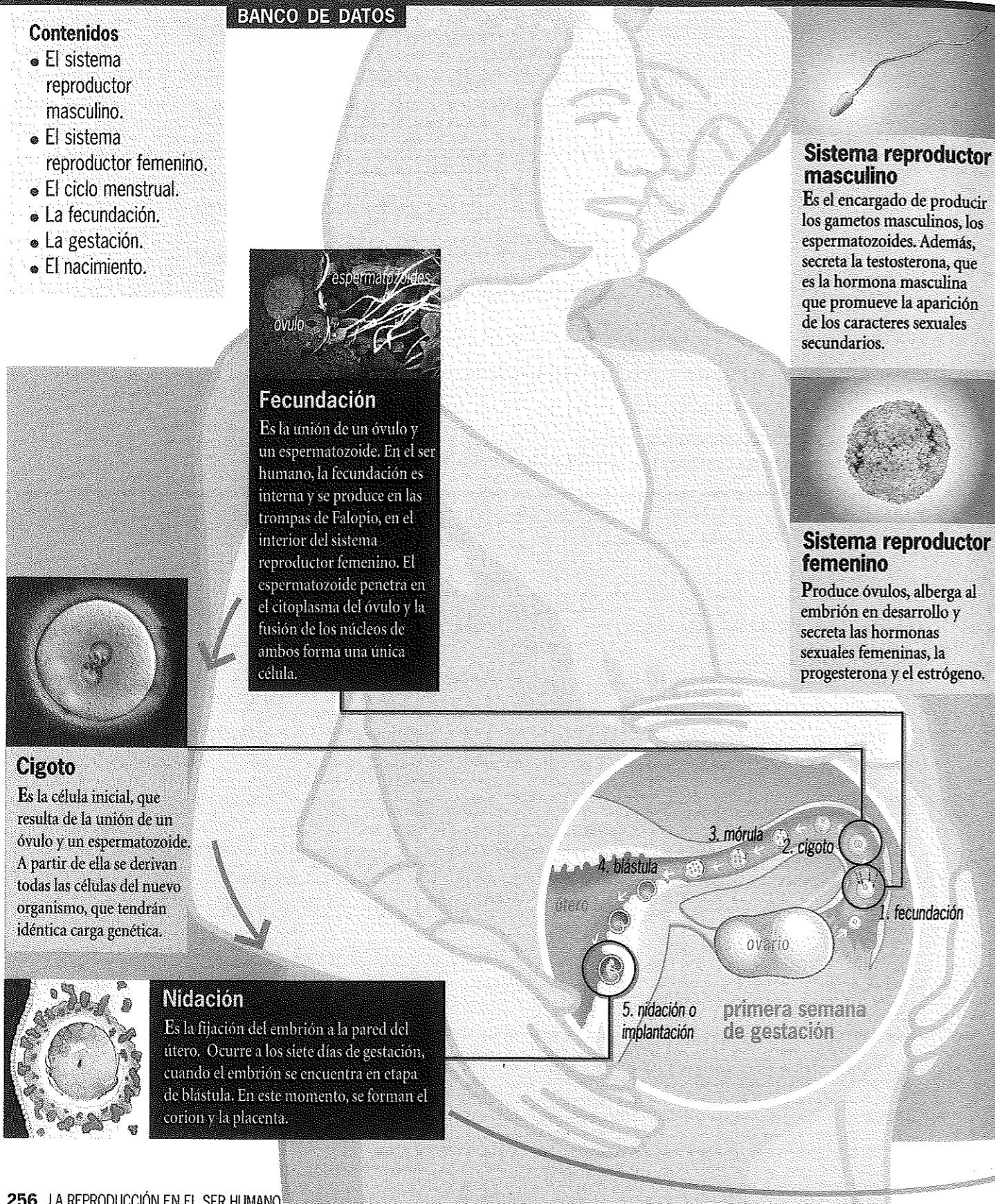
c) Luego del debate, escriban un informe con las conclusiones a las que hayan llegado.

La reproducción en el ser humano

Contenidos

- El sistema reproductor masculino.
- El sistema reproductor femenino.
- El ciclo menstrual.
- La fecundación.
- La gestación.
- El nacimiento.

BANCO DE DATOS



Para que un organismo pueda ser considerado vivo, tiene que tener la capacidad de reproducirse y, de este modo, garantizar la supervivencia de su especie. En el ser humano, al igual que en muchos otros seres vivos, la reproducción es sexual. Como en casi todos los mamíferos, la fecundación y la gestación del nuevo ser tienen lugar dentro del cuerpo de la madre. La reproducción humana es, además de un mecanismo biológico extremadamente complejo, el resultado de la interacción de diversos factores sociales, psicológicos y culturales.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

- ¿Qué es la embriología?
- ¿Por qué se parecen los desarrollos embrionarios de los distintos vertebrados?
- ¿Qué ocurre durante la fecundación?
- ¿Dónde se produce la nidación?
- ¿Cómo se denomina el proceso que comienza con la fecundación y termina con el nacimiento? ¿Cuánto dura en la especie humana?

2 Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

- El cigoto o célula inicial es notablemente distinta en cada especie animal.
- El desarrollo del ser humano es ajeno al camino evolutivo de su especie.
- La fecundación en el ser humano se produce en el medio externo.
- El desarrollo del embrión humano se lleva a cabo en el útero.

3 Enuncien los distintos nombres que toma el nuevo organismo humano durante la gestación.

La reproducción

La reproducción en el ser humano, al igual que en muchos otros seres vivos, se realiza sexualmente. Esto implica la intervención de dos individuos de distinto sexo, cada uno de los cuales elabora células sexuales o **gametos** que, al unirse, generan un individuo perteneciente a la misma especie que los progenitores. Con este fin, las personas, según su sexo, poseen un sistema de órganos, con características estructurales diferenciadas, denominados **sistema reproductor masculino** y **sistema reproductor femenino**.

El sistema reproductor masculino

El sistema reproductor masculino comprende tanto los órganos encargados de la producción de los gametos masculinos, o **espermatozoides**, y del fluido en el que estos son transportados al exterior, como los órganos a través de los cuales se realiza este transporte. Estos órganos son los dos testículos, el epidídimo, los vasos deferentes, el pene y tres glándulas anexas: la próstata, la vesícula seminal y las glándulas de Cowper o glándulas bulbouretrales. Además de ellos, también forma parte del sistema reproductor masculino la uretra, un órgano que comparte con el sistema excretor.

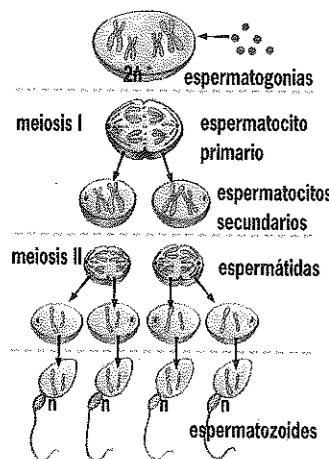
Los testículos, además de ser los órganos productores de gametos, son glándulas de secreción interna. Se hallan por fuera de la cavidad abdominal, envueltos por una bolsa de piel denominada **escroto**, dentro de la cual se mantienen a una temperatura inferior que la del resto del cuerpo. El interior de cada testículo posee una gran cantidad de tubos, conocidos como **túbulos seminíferos**, que constituyen verdaderas fábricas de espermatozoides. Por fuera de los túbulos, unas células, llamadas **células de Leydig**, secretan **testosterona**, la hormona sexual masculina. Los espermatozoides que produce cada testículo se almacenan en el **epidídimo**, donde cumplen las últimas etapas de su maduración. El epidídimo consiste en una serie de conductos con muchas circunvoluciones, que se encuentra arriba y a lo largo de uno de los lados de cada testículo. A

En el momento de ser expulsados al exterior en la eyaculación, los espermatozoides pasan a dos vasos deferentes, provenientes uno de cada testículo. Ambos vasos confluyen en un conducto eyaculador que desemboca, a su vez, en la uretra. A lo largo de este recorrido, las secreciones elaboradas por la próstata, la vesícula seminal y las glándulas de Cowper se mezclan con los espermatozoides, y les proporcionan un medio líquido, que facilita su transporte. El fluido así compuesto se denomina **esperma** o **semen**.

El pene está constituido por tres áreas de tejido esponjoso y eréctil, unidas entre sí por tejido fibroso. Una de estas áreas está atravesada por la uretra y se agranda en la punta para formar el **glande**, el cual se halla protegido por una capa de piel denominada **prepucio**.

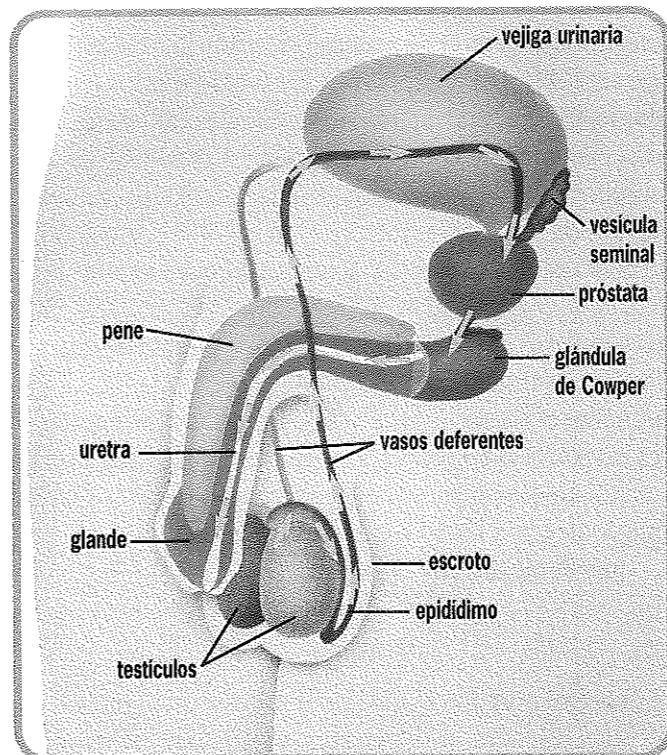
La espermatogénesis

El proceso de producción de las células sexuales masculinas se conoce como **espermatogénesis**. La espermatogénesis se inicia con la formación de unas células germinales, las **espermatogonias**, que están ubicadas en las paredes de los túbulos seminíferos de los testículos desde antes del nacimiento. En la pubertad, las espermatogonias aumentan de tamaño y originan los **espermatoцитos primarios**. Estos, mediante su división por meiosis, producen los **espermatoцитos secundarios**, los que, al dividirse nuevamente, forman las **espermátidas**. Cada espermátila, dará lugar a un espermatozoide maduro. B



A partir de una espermatogonia diploide se obtienen cuatro espermatozoides haploides.

A El sistema reproductor masculino y sus glándulas anexas

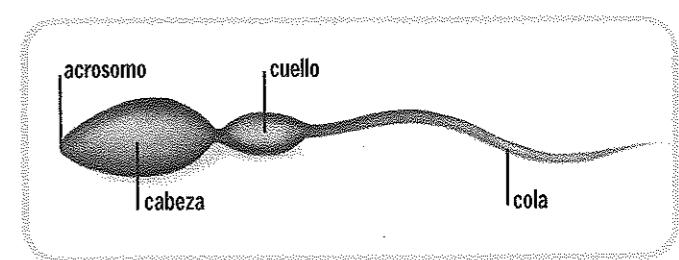


El sistema reproductor masculino está integrado por los testículos, los vasos deferentes y la uretra. Existen, además, varias glándulas asociadas al sistema, como la próstata, la vesícula seminal y las glándulas de Cowper. Las flechas indican el recorrido de los espermatozoides.

B Los espermatozoides

De alrededor de 0,005 mm de largo, cada espermatozoide está constituido por una **cabeza**, un **cuello** y una **cola** o **flagelo**. En la **cabeza** puede distinguirse el **núcleo**, en el que se halla el material genético, y el **acrosomo**, una estructura celular que secreta las enzimas que ayudan al espermatozoide a penetrar en el óvulo cuando se produce la fecundación.

Los espermatozoides son expulsados fuera del organismo contenidos en el fluido seminal o semen, del que forman una mínima parte. El semen está compuesto por aproximadamente 400 millones de espermatozoides y por las secreciones de las glándulas anexas. La próstata elabora un líquido alcalino destinado a neutralizar la acidez de los conductos reproductivos de la mujer. Las glándulas bulbouretrales o glándulas de Cowper, por su parte, secretan un líquido viscoso, que actúa como lubricante en la copulación. El fluido elaborado por las vesículas seminales contiene fructosa, un hidrato de carbono del que se nutren los espermatozoides.



Regulación hormonal de las funciones sexuales

La secreción de las hormonas sexuales se halla regulada por el **hipotálamo**. Este secreta la hormona **liberadora de gonadotropina (GnRH)**, que estimula a la **hipófisis** para que secrete otras dos hormonas, la **folículoestimulante (FSH)** y la **luteinizante (LH)**.

La hormona folículoestimulante actúa sobre los túbulos

seminíferos, estimulando la espermatogénesis. La hormona luteinizante actúa sobre las células de Leydig, para que secrete **testosterona**, que es la hormona sexual masculina, determina el desarrollo de los caracteres sexuales en el varón, durante la pubertad.

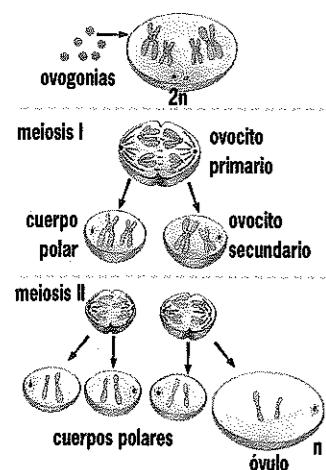
ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué significa que la reproducción en el ser humano sea sexual?
- 2 ¿Cómo está compuesto el sistema reproductor masculino?
- 3 ¿Cuáles son las funciones de los testículos?

- 4 ¿Qué función cumplen las glándulas anexas?
- 5 ¿Qué es la testosterona? ¿Cómo está regulado su funcionamiento?
- 6 ¿A qué se denomina espermatogénesis?
- 7 ¿Cómo se realiza la espermatogénesis?

A El sistema reproductor femenino

El sistema reproductor femenino, además de producir óvulos, que son las células sexuales femeninas, permite la fecundación interna y alberga al embrión hasta su nacimiento. Los órganos que integran el sistema reproductor femenino son los ovarios, los oviductos o trompas de Falopio, el útero, la vagina y los genitales externos. A



A partir de una ovogonia diploide, se generan tres cuerpos polares y un óvulo haploide.



La presencia de la gonadotropina coriónica humana (GCH) en la sangre y en la orina de la mujer es un claro índice de embarazo. Los tests de embarazo, que se compran en las farmacias, se basan en la detección de gonadotropina coriónica en la orina, mediante el uso de anticuerpos monoclonales que, al unirse selectivamente a ella, producen bandas coloreadas.

Los ovarios son los órganos encargados de la producción de los óvulos y de la secreción de las hormonas de la mujer. Son dos, y cada uno de ellos ocupa un lado en el interior de la cavidad pélvica. Cada ovario se comunica con un oviducto, a través del cual los óvulos son transportados al útero. El útero presenta un aspecto similar al de una pera, con la parte más fina orientada hacia abajo. Posee paredes musculares fuertes y engrosadas, revestidas interiormente por un epitelio especializado, denominado endometrio, donde se implanta el embrión, cuando se produce la fecundación. En su extremo inferior, denominado cuello, el útero se abre y se conecta con la vagina, la cual desemboca en los genitales externos, compuestos por los labios mayores, los labios menores y el clítoris, los cuales, en conjunto, se conocen como vulva. Los labios mayores son pliegues de piel que protegen a los labios menores, más finos, y al clítoris, un pequeño órgano eréctil, equivalente al pene del varón.

B La ovogénesis

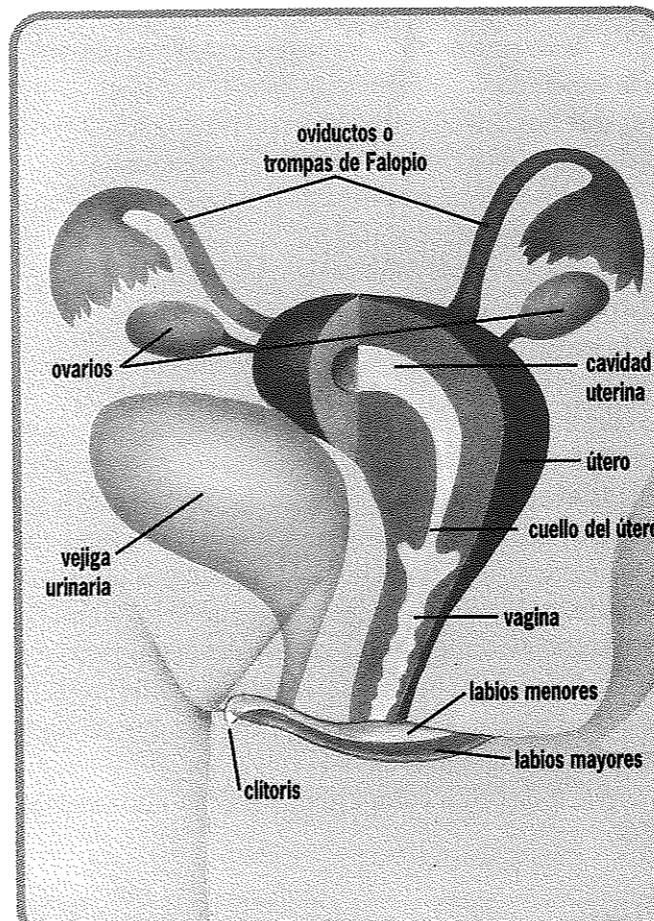
El proceso de elaboración y desarrollo de los óvulos se denomina ovogénesis. En la ovogénesis, a partir de las células iniciales, u ovogonias, se forman los ovocitos primarios, que madurarán luego hasta convertirse en óvulos. Aunque la maduración de los óvulos comienza en la pubertad, la formación de las ovogonias y de los ovocitos primarios se inicia en etapas bastante tempranas de la gestación. Cuando un ovocito primario empieza a madurar, se rodea de células que lo protegen, conocidas como células foliculares, con las que forma, de esta manera, un folículo ovárico. El folículo así formado, por influencia de las hormonas hipofisarias, empieza a crecer y el ovocito primario se divide por meiosis. Como resultado, se originan tres células pequeñas, llamadas cuerpos polares, y un óvulo. Posteriormente, el óvulo rompe la pared del ovario en dirección a una de las trompas de Falopio. Una vez dentro de ella, el óvulo es conducido, por contracciones peristálticas y por los cilios presentes en las paredes, hacia el útero. Lo que queda del folículo se transforma en el cuerpo lúteo, una glándula endocrina temporal que secreta hormonas sexuales femeninas, que preparan al útero para recibir el óvulo fecundado. La fecundación, cuando ocurre, se produce en las trompas de Falopio, ni bien el óvulo ha salido del ovario. La eclosión de un óvulo, llamada ovulación, se produce cada 28 días. B

C El ciclo menstrual

Todos los meses, el útero se prepara para el caso de que se produzca la fecundación. El endometrio que recubre al útero se engrosa y se vasculariza abundantemente. En caso de que no ocurra la fecundación, el óvulo maduro muere, y parte del endometrio se desprende para ser eliminado al exterior, a través de la vagina, acompañado por la sangre proveniente de la rotura de los vasos. Este flujo sanguinolento, denominado menstruación, marca el comienzo del período menstrual, que se repite regularmente, a intervalos de aproximadamente 28 días. El ciclo menstrual está sometido a un estricto control hormonal, en el que intervienen hormonas del hipotálamo, de la hipófisis y de los ovarios. C

© Ángel Estrada y Cia. S. A. - Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

A El sistema reproductor femenino



El sistema reproductor femenino está formado por el útero, un órgano en forma de pera, con paredes musculares gruesas, que alberga al embrión durante su desarrollo. De su parte superior, salen dos oviductos, uno hacia cada lado, que se abren justo sobre los ovarios. Hacia abajo, el cuello del útero desemboca en la vagina, que se abre en la vulva.

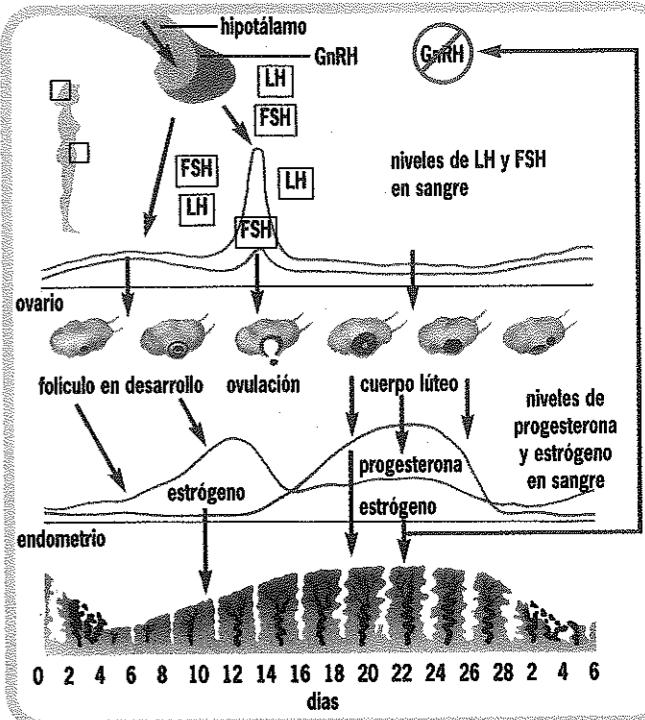
B El óvulo

En el momento del nacimiento de una mujer, los ovarios ya tienen alrededor de 2 millones de ovocitos primarios, que se encuentran en la fase inicial de su primera división meiótica. La mayoría de ellos muere antes de poder desarrollarse. Desde la pubertad, y a lo largo del período de la vida durante el cual la mujer tiene la menstruación, solo alrededor de 400 óvulos alcanzan la madurez. Un óvulo ya dispuesto para ser fecundado tiene el aspecto de una esfera transparente de alrededor de 0,1 mm de diámetro.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuáles son las funciones del sistema reproductor femenino?
- 2 ¿Cómo está compuesto este sistema?
- 3 ¿Qué es la ovogénesis?
- 4 ¿En qué consiste la ovulación?
- 5 ¿Qué es el cuerpo lúteo?
- 6 ¿A qué se denomina ciclo menstrual?
- 7 ¿Qué glándulas intervienen en la regulación del ciclo menstrual?
- 8 ¿Qué detectan los tests de embarazo?

C Las hormonas en el ciclo menstrual



La hipófisis secreta la hormona folículo estimulante (FSH), que induce la maduración del folículo ovárico. Al ser estimulado, el folículo ovárico secreta, a su vez, estrógenos. Cuando la cantidad de estrógenos presente en la sangre excede un determinado nivel, la hipófisis comienza la secreción de la hormona luteinizante (LH). Esta hormona provoca la ovulación y estimula al cuerpo lúteo para que secrete progesterona y estrógenos. Si no hay fecundación, el cuerpo lúteo involuciona, los niveles de estas hormonas en sangre decrecen y se produce la menstruación. Si, en cambio, el óvulo es fecundado, una de las membranas que envuelve al embrión, denominada corion, secreta gonadotropina coriónica humana (GCH), que mantiene al cuerpo lúteo en actividad un par de meses, hasta que la placenta comienza a secretar estrógeno y progesterona por sí sola. De este modo, se interrumpe la menstruación durante los meses de gestación.

La fecundación

De entre los millones de células de distinto tipo que forman el cuerpo humano, los gametos son los que tienen la función de perpetuar la especie. A diferencia del resto de las células del organismo, que poseen en su núcleo 46 cromosomas dispuestos de a pares, por lo que se consideran diploides, los óvulos y los espermatozoides tienen 23 cromosomas, uno de cada par, es decir, son haploides. La fecundación implica la unión de los núcleos de los gametos masculinos y femeninos, cada uno de ellos con 23 cromosomas, para formar una nueva célula, cuyo núcleo tendrá 46 cromosomas. De este modo, la mitad de la información genética del nuevo ser proviene del padre, y la otra mitad, de la madre.

En el ser humano, la fecundación es interna. Esto quiere decir que la unión de las células sexuales se realiza dentro del cuerpo de la mujer. La fecundación interna es mucho más segura y eficiente que la fecundación externa, presente en otras especies animales, ya que esta última se halla expuesta a las variaciones del ambiente.

Durante la relación sexual, el pene, órgano sexual del varón, libera en el cuerpo de la mujer el esperma o semen, en el que se hallan contenidos millones de espermatozoides. De todos esos espermatozoides, solo unos pocos logran llegar al óvulo y, a su vez, de entre estos, solo uno penetra la membrana celular del óvulo para que se produzca la fecundación. En ese momento, el núcleo del espermatozoide crece, se fusiona con el óvulo y forma, de este modo, un huevo que recibe el nombre de cigoto. Del cigoto, que es una única célula, se originan todas las células que compondrán el nuevo organismo. Por este motivo, todas ellas comparten la misma información genética con la célula inicial. **A**

La formación del embrión

Ocurrida la fecundación, el huevo formado baja desde las trompas de Falopio al útero, en cuyas paredes se implantará, con lo que dará comienzo el embarazo. Treinta horas después de la fecundación, mientras realiza este recorrido, el cigoto comienza a dividirse. Alrededor de tres días después, las células surgidas por sucesivas divisiones del cigoto presentan el aspecto de una pequeña masa esférica, semejante a una mora; por este motivo, recibe el nombre de mórula. Luego, las células forman una esfera hueca, denominada blástula. La blástula consta de dos membranas, una interna, que se transforma en el embrión, y otra externa, llamada trofoblasto, a partir de la cual se constituirá el corion, una bolsa que protege al embrión. Unos seis días después de la fecundación, el embrión se implanta en el útero y, como consecuencia de las combinaciones entre el corion y el endometrio del útero materno, comienza a formarse la placenta, un órgano de composición mixta, que pone en contacto la circulación materna con la fetal, y a través del cual se efectúa el intercambio gaseoso y de nutrientes entre la madre y el feto, durante toda la gestación.

A los ocho días de la fecundación, ya se pueden distinguir en el embrión dos capas: una más externa, el ectodermo, y otra más interna, el endodermo. Se inicia, así, la etapa en la que la blástula se convierte en gástrula. A los diez días, comienza a formarse el cordón umbilical, una estructura compuesta por venas y arterias que comunican al embrión con la placenta. En la tercera semana de gestación, aparece la tercera capa de tejido germinativo, conocida como mesodermo. A partir del endodermo, el mesodermo y el ectodermo, se desarrollan los distintos tipos de células que van a formar todos los órganos del cuerpo humano. **B**

Cromosoma: estructura presente en el núcleo celular, compuesta por ADN, que lleva la información genética.

Haploide: estado de la célula donde la información genética está constituida por un solo cromosoma de cada par.

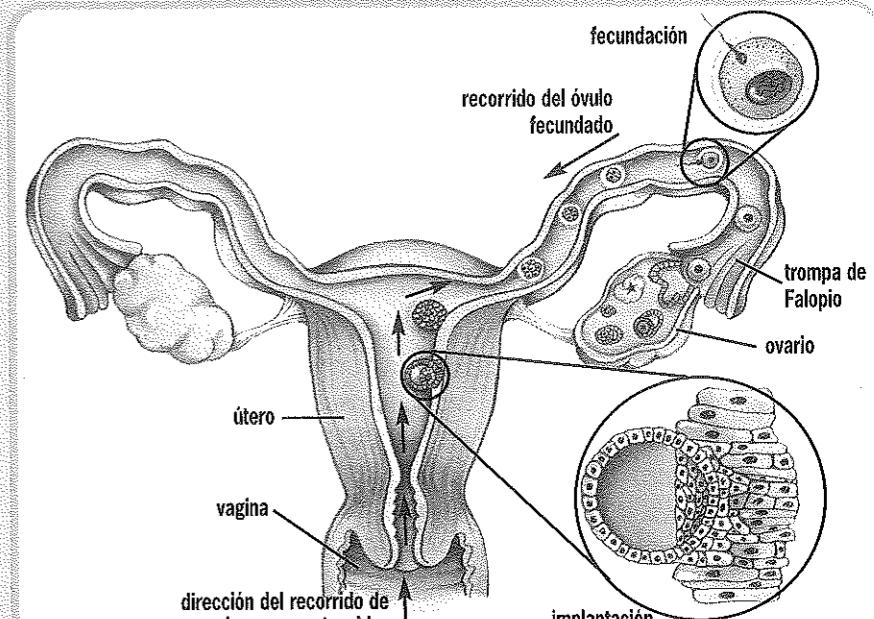
Ejemplo: las células sexuales o gametos.

Diploide: estado celular en el cual la información genética está constituida por dos cromosomas de cada par.

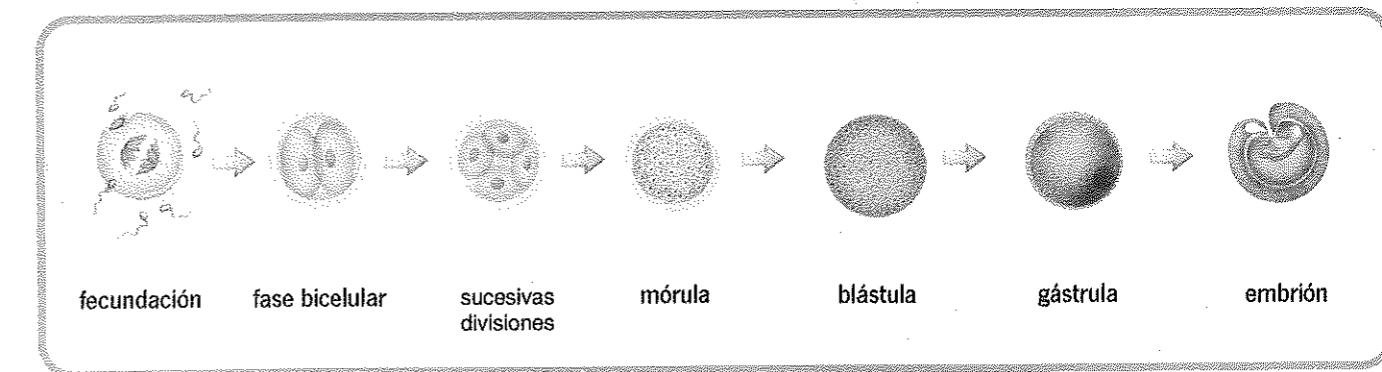
Ejemplo: el cigoto y las células somáticas.

¿Cómo se produce la fecundación?

Cada espermatozoide, ayudado por su flagelo, debe recorrer un largo camino dentro del cuerpo de la mujer, ya que la fecundación se produce en las trompas de Falopio, casi llegando a los ovarios. Los espermatozoides se mueven a través del útero y de los oviductos a una velocidad de un milímetro y medio por minuto, y pueden sobrevivir en los conductos femeninos tres o cuatro días. El óvulo, una vez fecundado, sigue su camino por el oviducto hasta el útero, cuya mucosa ya está preparada para recibirla. Allí se implantará, fijándose a la pared, mediante el desarrollo de la placenta, un tejido formado tanto por las células del embrión como por las de la madre, que alimentará al nuevo ser durante todo su desarrollo.



Las primeras etapas de la gestación

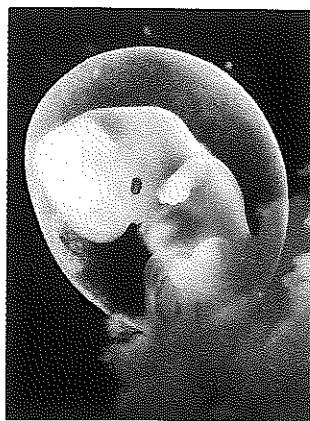


El cigoto se divide en dos, cuatro, ocho, diecisésis, treinta y dos células idénticas, y así sucesivamente, hasta formar una pequeña esfera maciza, la **mórula**. Luego, las células se dirigen a la periferia y forman una esfera hueca, la **blástula**. Esta comienza a plegarse, de modo que forma tres capas de tejido, de las que derivan luego todos los demás tejidos del cuerpo: esta es la etapa de **gástrula**. Los tejidos primordiales son el endodermo, el mesodermo y el ectodermo. El **endodermo** origina el epitelio pulmonar, las glándulas digestivas y el intestino. Del **mesodermo** derivan los sistemas excretor y circulatorio, los huesos y los músculos. Por último, a partir del **ectodermo** se desarrollan la piel y el sistema nervioso.

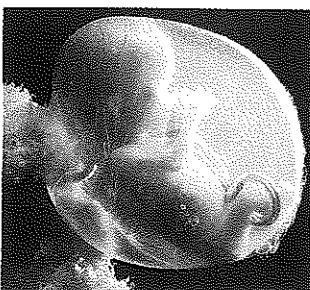
ACTIVIDADES

- 1 ¿Cómo es la fecundación en los seres humanos?
- 2 ¿Qué es un gameto? ¿Cuál es su función?
- 3 ¿Qué particularidad presentan los gametos respecto del resto de las células del cuerpo?
- 4 ¿Dónde se produce la fecundación?
- 5 ¿Dónde se implanta el cigoto?
- 6 ¿Qué nombres recibe el embrión durante sus primeras etapas de formación?
- 7 ¿Cuáles son los tejidos a partir de los cuales se forman los órganos del embrión? ¿Qué órganos se forman a partir de cada uno de ellos?

La gestación



El embrión en el segundo mes de la gestación.



El feto en el cuarto mes de la gestación.

Desde el momento en el que un espermatozoide fecunda a un óvulo y este se implanta en el útero, comienza el proceso por el cual el cigoto se convierte en un nuevo ser humano. Este proceso, denominado **gestación**, se extenderá por un período de nueve meses, conocido como **embarazo**, durante los cuales el nuevo ser se desarrolla en el vientre materno. Aunque una mujer embarazada puede llevar una vida normal, debe cuidar su alimentación, evitar el tabaco, el alcohol y la mayoría de los medicamentos, ya que son dañinos para el bebé.

A partir del momento de la implantación en el útero, y durante el resto del embarazo, el embrión recibirá de la madre todos los nutrientes necesarios para crecer y desarrollarse. A través del cordón umbilical, y gracias al intercambio efectuado en la placenta, con la cual el cordón se comunica, el embrión obtiene de su madre, por vía sanguínea, los nutrientes y el oxígeno, a la vez que elimina los residuos, por ejemplo, el dióxido de carbono. **A**

A lo largo del embarazo, pueden distinguirse, mes por mes, las distintas etapas en la formación del nuevo ser.

- **Primer mes.** Luego de la fecundación, el cigoto, tras sucesivas divisiones, pasa del estadio de mórula al de blástula, y, luego, al de gástrula. Tiene lugar la implantación en el útero y comienza a diferenciarse el corazón. Se forman el cerebro, la columna vertebral y los miembros. Al término del primer mes, ya se completó la formación de la placenta, y el embrión mide 5 milímetros.

- **Segundo mes.** Se desarrollan los brazos y las piernas, y el rostro adquiere sus rasgos. Los ojos son cada vez más visibles. Al finalizar este mes, el embrión mide 30 milímetros.

- **Tercer mes.** A esta altura, el embrión empieza a denominarse **feto**. Mide 12 cm y pesa 65 g. Comienza a moverse. Se forman los órganos sexuales.

- **Cuarto mes.** Aparecen el pelo y los músculos. El feto mide 20 cm y pesa 250 gramos.

- **Quinto mes.** El sexo del bebé se puede reconocer en una ecografía. Se desarrollan los pulmones y crecen las uñas. La madre puede percibir los movimientos del bebé. Ahora mide 30 cm y pesa 650 gramos.

- **Sexto mes.** El feto sabe tragar, puede succionar su pulgar e incluso tener hipo. Percibe los ruidos externos y la luz. Mide 37 cm y pesa 1 kilogramo.

- **Séptimo mes.** El feto puede oír. Se mueve menos porque creció y le queda poco espacio dentro del útero materno. Mide 42 cm y pesa 1,5 kilogramo.

- **Octavo mes.** El feto gira y queda orientado con la cabeza hacia abajo. Se recubre de una capa protectora. Mide 47 cm y pesa 2,5 kilogramos.

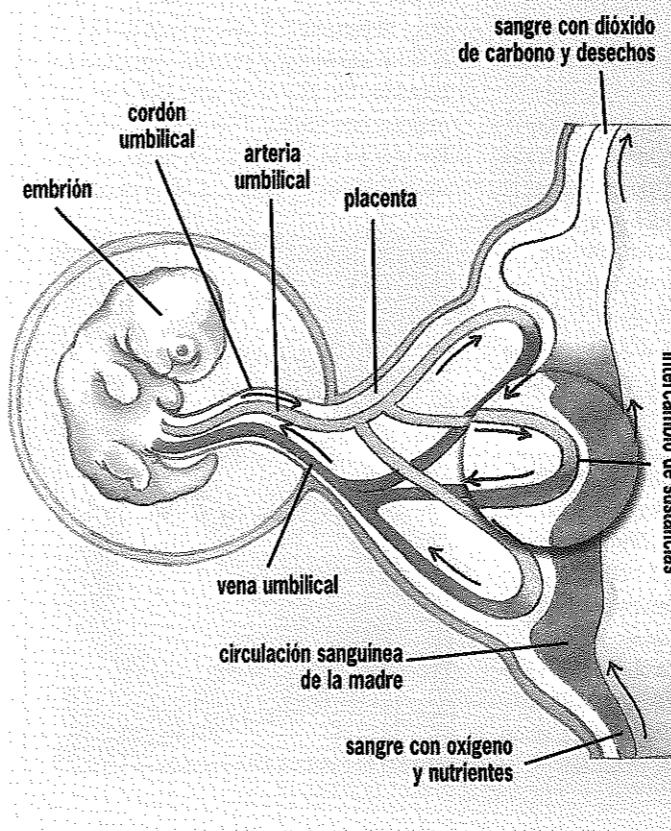
- **Noveno mes.** Los pulmones ya están preparados para funcionar y la piel adquiere su textura lisa. Los huesos del cráneo terminarán de madurar luego del nacimiento. El feto mide 50 cm y pesa 3,2 kg. Está listo para salir al mundo.

El nacimiento

Al acercarse el momento del nacimiento, en el útero se inician contracciones, que dilatan el cuello y empujan poco a poco al bebé hacia afuera. Con las horas, estas contracciones se hacen cada vez más frecuentes e intensas. Cuando la dilatación del cuello del útero es completa, la mujer, asistida por el médico o la partera, hace fuerza con el músculo abdominal en coincidencia con el instante en que se produce cada contracción. Entonces, aparece la cabeza del bebé y luego el cuerpo. Al salir, el bebé inspira y sus pulmones se llenan de aire por primera vez. Se corta, entonces, el cordón umbilical, que lo unía al cuerpo materno, y la cicatriz que queda formará el ombligo. Poco después, la madre expulsa la placenta. **B**

A La placenta

La placenta es un órgano con forma de disco, que se encuentra fijo a la pared del útero y se halla en contacto con la circulación sanguínea de la madre. Está compuesta por tejidos del endometrio uterino y por tejidos del corion del embrión. El corion emite prolongaciones, llamadas **vellosidades coriônicas**, formadas por tejido conjuntivo y numerosos vasos sanguíneos. Pero la sangre del feto y la de la madre nunca se mezclan. El intercambio de gases y nutrientes se efectúa a través de las delgadas paredes de los vasos sanguíneos, al igual que en el pulmón o en el intestino. La glucosa, el oxígeno, los aminoácidos y las sales de la sangre materna llegan al embrión a través de la vena umbilical. La urea, el dióxido de carbono y otros productos de desecho salen del embrión a través de la arteria umbilical y van a la sangre materna. La vena y la arteria umbilicales constituyen el cordón umbilical.



ACTIVIDADES

- 1 ¿De donde obtiene el feto los nutrientes necesarios para crecer y desarrollarse?
- 2 ¿Cómo es un embrión de un mes?
- 3 ¿A partir de qué mes el feto puede percibir los ruidos externos y la luz?

B Las etapas del parto

1. Con las primeras contracciones, el cuello del útero comienza a achicarse lentamente; el bebé se coloca en posición para salir.

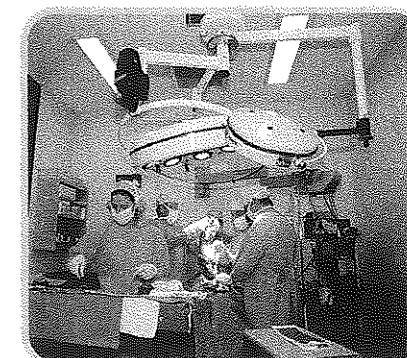
2. Comienza la fase de dilatación.

3. Cuando la dilatación es completa, se rompe la bolsa dentro de la cual se encuentra el bebé, y comienza el período de expulsión.

4. Las contracciones se hacen más enérgicas y frecuentes. La madre empuja, contrayendo los músculos abdominales. El feto desciende por el canal de parto.

5. La nuca del bebé se apoya bajo el arco del pubis materno y, con un movimiento de rotación, la cabeza se libera. Ayudado por el médico, el bebé hace una última rotación y se produce el nacimiento.

6. Luego de un intervalo, continúan las contracciones y se expulsan la placenta y las membranas fetales. Esta fase se conoce como **alumbramiento**.



El amamantamiento

El recién nacido posee un poderoso reflejo de succión, de manera especial, inmediatamente después del nacimiento. Por esa razón, es muy importante que el bebé sea puesto en contacto con su madre lo antes posible y, de este modo, aprovechar ese momento en el cual está particularmente receptivo. La primera secreción que sale de la mama es el **calostro**, un líquido transparente muy nutritivo, cuya composición es la más apta para ser la primera comida del bebé. Pasados dos o tres días, la leche baja al pecho materno. La leche materna es el mejor alimento para el bebé hasta los seis meses, ya que su composición responde exactamente a sus necesidades nutricionales e inmunológicas.

4 ¿Durante qué mes el feto se ubica en posición de parto?

5 Describan brevemente los sucesos previos al parto.

6 ¿Por qué es importante el amamantamiento en los primeros meses de vida?

La planificación familiar

Por planificación familiar se entiende la facultad que tiene una pareja de decidir, mediante diversos métodos destinados a controlar la fecundación, el momento oportuno para iniciar un embarazo. A estos métodos, que en la actualidad son muy numerosos, se los conoce, en conjunto, como **métodos anticonceptivos**. Debido a las diferencias existentes entre los diversos métodos anticonceptivos, es conveniente que cada persona se informe, en el marco de sus valores, creencias y necesidades, para poder elegir aquel que le resulte más adecuado, evaluando las ventajas y desventajas de cada uno.

• **Métodos naturales o de abstinencia periódica.** Se basan en el cálculo, complejo y algo impreciso, de los días fértiles de la mujer, durante los cuales se recomienda la abstinencia sexual. Su eficacia es limitada. Los principales métodos de este tipo son el Billings y el de temperatura basal. El método Billings, también llamado método del moco cervical, se basa en la revisión diaria de las secreciones mucosas del cervix de la mujer. En los días cercanos a la ovulación, el moco cambia de aspecto y se vuelve más elástico. El método de temperatura basal, por su parte, consiste en controlar la temperatura corporal de la mujer todos los días. Durante la ovulación, se produce una elevación de esta temperatura, de entre uno y medio grado aproximadamente, que es fácilmente detectable con el termómetro.

• **Espermicidas.** Son cremas, supositorios, geles y espumas que matan a los es-

permatozoides. Se introducen en la cavidad vaginal poco antes de la relación sexual. Tienen la ventaja de que pueden ser usados a cualquier edad y protegen contra algunas enfermedades de transmisión sexual. Si es usado correctamente, su eficacia es de entre 82 % y 95 %.

• **Preservativos.** Son fundas de látex con las que se reviste el pene para retener el esperma en el momento de la eyaculación. Su utilización es sencilla, pero hay que colocarlos cuidadosamente. Además, presentan la ventaja de servir como barrera mecánica contra las enfermedades que se transmiten por contacto sexual, especialmente el sida.

• **Diáfragma.** Se trata de un dispositivo circular de material gomoso, que la mujer coloca en el interior de la vagina, de modo que se crea una barrera que los espermatozoides no puedan atravesar. Es conveniente usarlo en combinación con espermicidas. Puede utilizarse a cualquier edad, ya que no presenta efectos secundarios. Sin embargo, no es aconsejable su empleo durante períodos demasiado prolongados.

• **Dispositivo intrauterino (DIU).** Es un dispositivo en espiral, de plástico y cobre, que el médico coloca en el útero de la mujer durante la menstruación. Su eficacia es inmediata, pero no se recomienda su uso en mujeres que aún no han tenido bebés. Además, es necesario un control médico periódico, que verifique si la posición del dispositivo sigue siendo correcta. A veces, el organismo puede rechazarlo, y también puede

provocar infecciones pélvicas. Frente a los espermicidas o las pastillas, presenta la ventaja de que no implica la utilización de productos químicos.

• **Pastillas estroprogestinicas.** Es el anticonceptivo más seguro, su eficacia es casi del 100 %. Se trata de una píldora compuesta por una serie de hormonas parecidas a las que produce el organismo de una mujer embarazada y que evitan la ovulación. Se toma una por día, todos los días del mes. Es necesario el control médico, ya que pueden provocar náuseas, cefaleas, retención de líquidos y depresión. Además, pueden modificar el ciclo menstrual y producir intolerancias gástricas. Su uso no es adecuado para las mujeres que fuman, ni para las diabéticas. Por otra parte, es obligatorio hacer descansos periódicos en la toma de estas pastillas.



ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué se entiende por planificación familiar?
- 2 Enumeren los distintos métodos anticonceptivos.
- 3 ¿Cuál es el más indicado para evitar contagios de enfermedades por vía sexual?
- 4 ¿Cuál es el más efectivo? ¿Qué ventajas y desventajas presenta con relación a otros métodos anticonceptivos?

1 Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

- El sistema reproductor femenino comparte la última porción de su recorrido con el sistema excretor.
- La próstata, las glándulas de Cowper y la vesícula seminal son glándulas anexas al sistema reproductor femenino.
- La fecundación se produce en el útero.
- El proceso mediante el cual el embrión se fija a la pared del útero se denomina implantación.
- La secreción de las hormonas sexuales se halla regulada desde el hipotálamo.

2 Unan cada palabra con su definición:

placenta
cigoto
útero
espermatozoide
ovario

Célula sexual masculina.

Glándula sexual femenina.

Órgano mixto mediante el cual se efectúa el intercambio de nutrientes durante la gestación.

Primera célula, producto de la unión de un óvulo y un espermatozoide.

Órgano muscular que aloja al embrión durante la gestación.

3 Completén el siguiente cuadro, señalando en qué meses se producen los cambios que se mencionan en la columna de la derecha:

	Se desarrollan los brazos y las piernas.
	Los pulmones ya están preparados para funcionar.
	El sexo del bebé se puede reconocer por una ecografía.
	Se forman el cerebro, la columna vertebral y los miembros.

4 Las hormonas en la reproducción. Indiquen, con una cruz, qué órgano secreta cada hormona:

	Ovario	Testículo	Cervix	Hipófisis
GCH				
Progesterona				
Testosterona				
Estrógeno				
LH				
FSH				

- 1** Completén el siguiente cuadro, colocando los términos de la lista en el casillero correspondiente:
útero - trompas de Falopio - ovarios - testículos - vasos deferentes - uretra - vagina

Sistema reproductor femenino	Sistema reproductor masculino
Órganos productores de células sexuales.	
Vías de conducción.	
Órganos que albergan al embrión durante su gestación.	

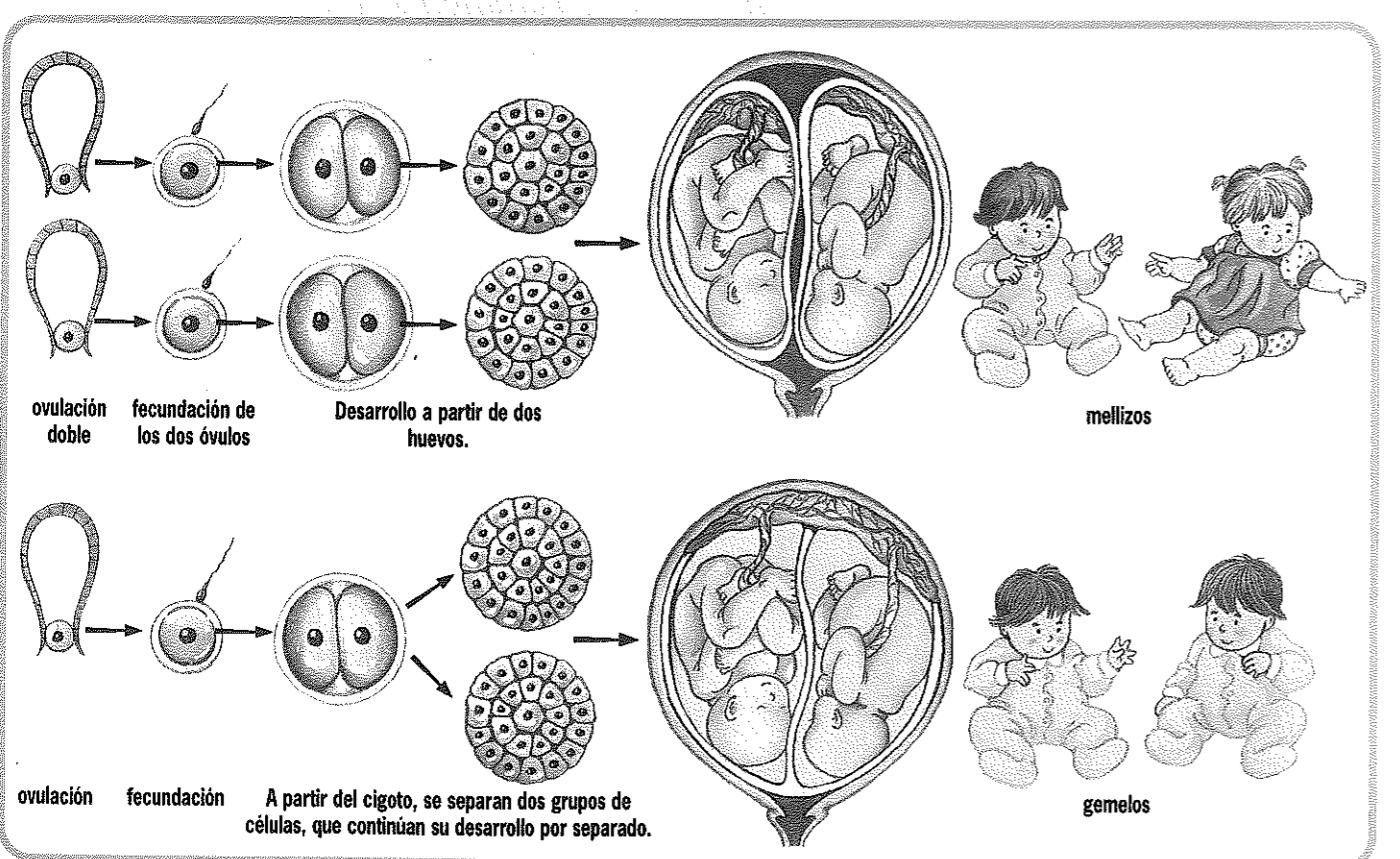
2 Embarazos múltiples

Analicen la siguiente información y resuelvan las consignas:

Cuando varios embriones se desarrollan en el vientre de una mujer al mismo tiempo, se habla de embarazos múltiples. Un embarazo múltiple puede ser de dos a seis fetos. El caso más habitual es cuando se gestan dos fetos. Los bebés que se están gestando pueden ser mellizos o gemelos.

En el caso de los **mellizos**, se produce una ovulación doble y cada óvulo es fecundado por un espermatozoide diferente. Se forman dos cigotos, que siguen su desarrollo y se implantan por separado. En este caso, el parecido no es mayor que el que se da habitualmente entre hermanos, y los hijos pueden ser de sexos diferentes. Hay dos placetas y dos sacos embrionarios.

En el caso de los **gemelos**, un óvulo y un espermatozoide dan un único cigoto. Por razones aún desconocidas, cuando el embrión se encuentra en las primeras etapas del desarrollo, sus células se separan en dos grupos, que continúan su desarrollo por separado, y forman dos individuos con igual carga genética. En este caso, se habla de **gemelos idénticos**. Los gemelos pueden compartir la placenta y el saco embrionario.



a) ¿Cuál es la principal diferencia entre mellizos y gemelos?

b) Investiguen, en diarios y revistas, y revisen la información sobre embarazos múltiples.

- 3 Comportamiento de las hormonas durante el ciclo menstrual**
Ordenen los acontecimientos que se mencionan a continuación:

El cuerpo lúteo segregá progesterona y estrógeno.

Menstruación.

Secreción de FSH por la hipófisis.

El folículo ovárico comienza a secretar progesterona y estrógeno.

Ovulación.

La hipófisis secreta LH.

Involución del cuerpo lúteo.

Decae la concentración de estrógenos y progesterona en sangre.

Maduración del folículo ovárico.

Ausencia de fecundación.

4 La fecundación asistida

En nuestro país, una de cada cinco parejas tiene dificultades para lograr un embarazo. La medicina moderna desarrolló distintas técnicas que permiten solucionar este problema en muchos casos. Estas técnicas, que en conjunto se conocen con el nombre de **fertilización asistida**, son:

- **Fecundación in vitro.** Se extraen de la mujer los óvulos a punto de madurar y se ponen en contacto con los espermatozoides, en un medio de cultivo adecuado. La fecundación se produce en el laboratorio y el embrión se transfiere, en una etapa temprana de su desarrollo, al útero materno.
- **Inseminación artificial.** Se realiza extrayendo semen del padre e introduciéndolo en el útero materno. La fecundación es natural y se realiza en las trompas de Falopio.
- **Estimulación ovárica.** Se administran hormonas a la madre para estimular sus ovarios y producir la maduración de una mayor cantidad de óvulos.

De acuerdo con la distinta naturaleza de las técnicas, indiquen cuál sería la más conveniente para cada uno de los siguientes casos. Justifiquen su elección:

- a) El señor A tiene un sistema reproductivo totalmente normal y una adecuada cantidad de espermatozoides maduros en su semen. La señora A, a raíz de una peritonitis, sufrió la obstrucción de ambas trompas de Falopio.
- b) El señor B, como consecuencia de un accidente, presenta los dos conductos deferentes obstruidos. La señora B no presenta alteraciones en su sistema reproductor.
- c) La señora C tiene condiciones de normalidad en sus conductos reproductivos, y sus ovarios presentan células germinales en distintos estadios de evolución, pero no llega a producirse la ovulación. El señor C no presenta alteraciones en su sistema reproductor.
- d) La señora D tiene un sistema reproductor normal. El señor D posee pocos espermatozoides, y con escasa movilidad, en su semen.

El sistema inmune y la salud

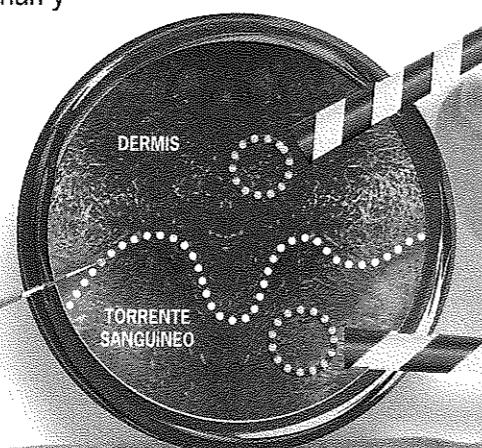
Contenidos

- Las defensas no específicas.
- La respuesta inflamatoria.
- Las defensas específicas: el sistema inmune.
- Los linfocitos.
- Vacunas y sueros.
- Las alergias.
- Enfermedades autoinmunes.
- El virus VIH y el sida.

BANCO DE DATOS

El sistema inmune en acción

El sistema de defensas se pone en acción ante la presencia de un agente extraño en nuestro organismo. Este sistema se encuentra organizado en diversas clases de barreras que, mediante la elaboración de una variedad de respuestas, evitan la entrada de los agentes perjudiciales para la salud. El funcionamiento de este mecanismo depende, fundamentalmente, de un grupo especial de células sanguíneas, los **glóbulos blancos** o **leucocitos**, que se encargan de llevar adelante la estrategia de defensa. Algunos de ellos, llamados **linfocitos**, tienen la capacidad de discriminar entre los componentes propios del organismo y los que son extraños a él, y elaborar una respuesta determinada para cada invasor. La respuesta producida recibe el nombre de **respuesta inmune**, y el conjunto de las zonas del organismo en las que se forman y actúan los linfocitos conforman el **sistema inmune** o **inmunológico**.



La piel

La piel funciona como una primera barrera muy eficiente para impedir la entrada de agentes infecciosos a nuestro organismo. Los microorganismos solo logran atravesarla a través de las heridas. Junto con la piel, las mucosas, las lágrimas y la tos forman parte de esta barrera. Es una barrera de tipo no específico, dado que impide el ingreso de cualquier agente patógeno.

Nuestro cuerpo está expuesto cotidianamente a microorganismos que podrían causarnos enfermedades de manera continua. Sin embargo, pocas veces nos enfermamos. Esto se debe a que el organismo posee una serie de mecanismos de defensa que impiden el ingreso de los agentes dañinos para la salud. Algunos de estos mecanismos atacan de igual forma a cualquiera de los agentes; en cambio, otros, que integran el sistema inmune, son capaces de distinguir entre distintos tipos de invasores y de elaborar una respuesta específica para cada uno de ellos.

ACTIVIDADES

1 Lean el texto de estas páginas y analicen la imagen. Luego, respondan a las siguientes preguntas:

a) ¿Cuál es la función de los diversos mecanismos que conforman el sistema de defensa del organismo?

b) ¿Cómo se halla organizado el sistema de defensa del organismo?

c) ¿Qué función desempeñan los glóbulos blancos en el sistema de defensa?

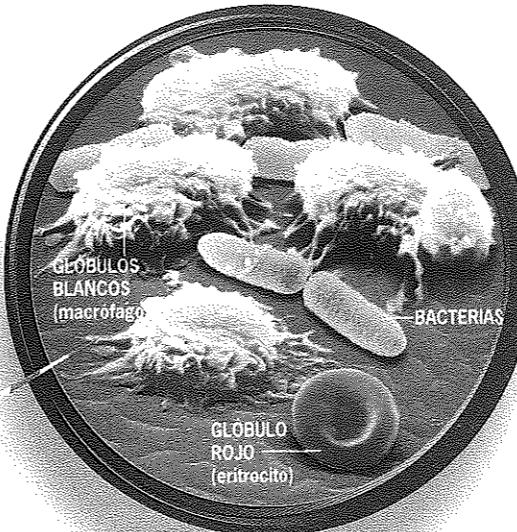
d) ¿Qué importancia tiene la piel en la defensa del organismo?

e) ¿Qué sucede cuando alguna bacteria logra atravesar la piel?

f) ¿Qué tipo de glóbulos blancos actúa cuando se activa el sistema inmune?

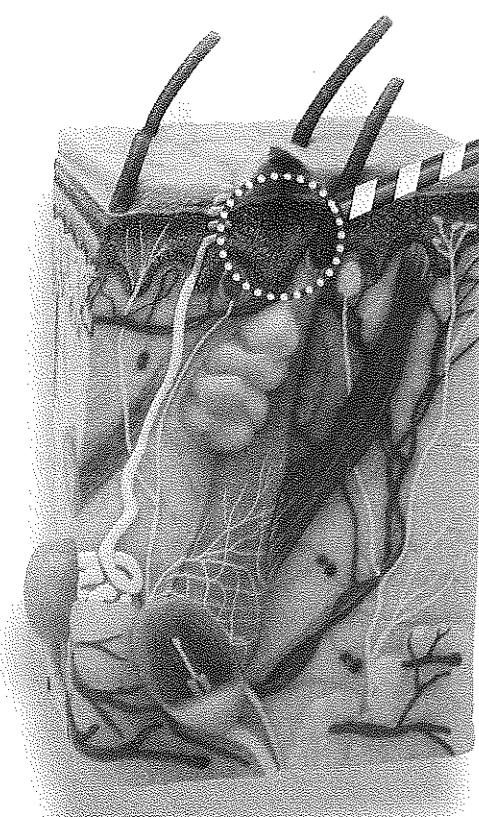
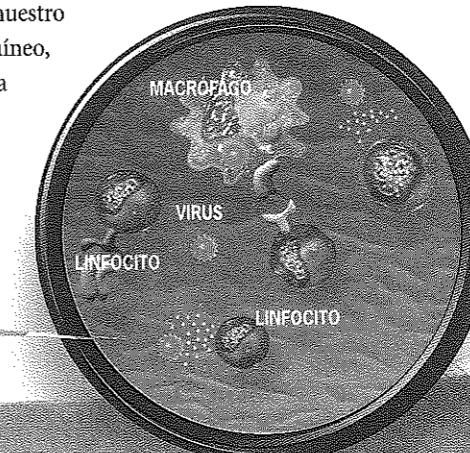
2 Marquen, con una cruz, qué tipo de barrera integra cada uno de los componentes del sistema de defensa del organismo:

Componente	barrera	Primera	Segunda	Tercera
Piel				
Linfocitos				
Glóbulos blancos				
Tos				
Lágrimas				



El sistema inmune

Si los agentes infecciosos logran penetrar en nuestro organismo e introducirse en el torrente sanguíneo, se pone en acción la tercera barrera: el sistema inmune. El sistema inmune está formado por un grupo particular de glóbulos blancos, llamados **linfocitos**, que se encargan de producir una respuesta específica contra la enfermedad.



Las defensas del organismo



La tos y el estornudo constituyen mecanismos de expulsión que colaboran en la eliminación de agentes extraños que hayan sido retenidos por la mucosidad de las vías respiratorias. Estos mecanismos, junto con la piel y las mucosas, integran la primera barrera de defensa de nuestro organismo ante los agentes patógenos.

Se considera agente patógeno a todo aquello que puede provocar una enfermedad en nuestro organismo.

Las actividades cotidianas nos ponen permanentemente en contacto con diversos microorganismos, tales como bacterias, virus y hongos. Algunos de esos microorganismos son capaces de alterar el correcto funcionamiento del organismo, es decir, pueden producir enfermedades. Estos microorganismos, al igual que cualquier elemento o factor que perjudique al cuerpo humano, reciben el nombre de **agentes patógenos**, y las enfermedades que provocan son conocidas como **enfermedades infecciosas**, para distinguirlas de las ocasionadas por otros tipos de agentes patógenos. A

Para hacer frente a la actividad de este tipo de agentes patógenos, nuestro cuerpo posee un sistema de defensa muy eficiente, gracias al cual se reduce de manera importante el desarrollo de enfermedades. Este sistema está organizado en una serie de barreras, tanto específicas como no específicas, que impiden la entrada de los agentes patógenos al organismo o que los combaten una vez que ingresaron en él. Diversos tipos de células que, en conjunto, reciben el nombre de **glóbulos blancos** o **leucocitos**, intervienen de modo fundamental en los procesos que se generan cuando un agente patógeno ingresa en el organismo, y algunas de ellas forman parte constitutiva del sistema de defensa.

Las defensas no específicas

Las defensas no específicas tienen como función impedir la entrada del agente patógeno al organismo. Se considera que no son específicas, debido a que actúan del mismo modo frente a cualquier sustancia extraña que ingrese a nuestro cuerpo, ya sea un microorganismo, una toxina producida por un microorganismo o un agente químico. Pueden distinguirse dos clases de barreras no específicas: una primera barrera, física o anatómica, integrada por la piel y las mucosas, y una segunda barrera, de tipo biológico, conformada por los diversos componentes que participan en la elaboración de la respuesta inflamatoria.

La piel es el órgano más grande de cuerpo, al cual recubre exteriormente. Su capa más superficial está formada por una red compacta de proteínas denominadas **queratinas**. Las queratinas permiten que la piel, si no presenta heridas, funcione como una barrera impenetrable para los agentes patógenos. Las **mucosas** recubren y protegen aquellas zonas de nuestro cuerpo que no están revestidas por piel, como el interior de las vías respiratorias y digestivas. Tanto en la piel como en las mucosas se encuentran diversos tipos de secreciones que actúan sobre los agentes patógenos. Las lágrimas, el sudor, las secreciones nasales, la saliva y el ácido estomacal son ejemplos de estas secreciones, cada una de las cuales posee enzimas especializadas en destruir bacterias.

La segunda clase de barrera no específica se presenta cuando los microorganismos consiguen atravesar la piel o las mucosas, a causa de alguna lesión presente en ellas. Esta segunda barrera consiste en una reacción defensiva del organismo en el área lesionada, conocida como **respuesta inflamatoria**. En la respuesta inflamatoria interviene un grupo de sustancias denominadas **histaminas** y una clase de glóbulos blancos, llamados **macrófagos**. Mientras las histaminas aumentan el flujo sanguíneo y la permeabilidad de los capilares sanguíneos, los macrófagos atraviesan las paredes de los capilares y se dirigen a la zona de la lesión, donde detectan, fagocitan y digieren cualquier agente extraño. B

A Tipos de enfermedades

Bajo la denominación de **infecciosas**, se agrupan todas aquellas enfermedades que se caracterizan por ser provocadas por agentes de origen biológico. Las enfermedades infecciosas también se suelen denominar **contagiosas**, **transmisibles** o **infectocontagiosas**. Ejemplos de tales enfermedades son la tuberculosis, el cólera, la gripe, la hepatitis y el sida.

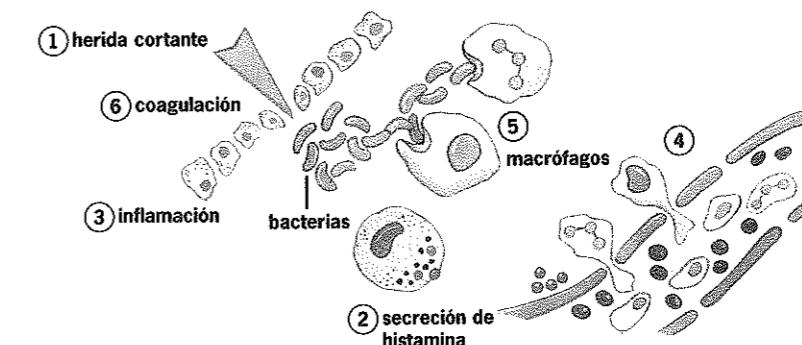
Las enfermedades cuyo agente no es biológico son consideradas no infecciosas. De acuerdo con sus causas, las enfermedades **no infecciosas** pueden clasificarse en: genéticas o hereditarias, como la hemofilia; degenerativas, como los diversos tipos de cáncer; neurológicas y mentales, como el mal de Alzheimer; psicológicas, como la depresión; nutricionales, como la anemia, y toxicológicas, como la drogadicción y el alcoholismo. En ocasiones, algunas enfermedades causadas por un tipo de alteración derivan en enfermedades de distinto orden: así sucede, por ejemplo, con la anorexia o la bulimia que, si bien son de origen psicológico, producen males nutricionales que debilitan al organismo.



La viruela es una enfermedad infecciosa, transmitida por un virus. Gracias a un riguroso programa de vacunación y controles, fue erradicada en 1980.

B La activación de la respuesta inflamatoria

La respuesta inflamatoria consiste en una reacción del organismo ante la presencia de algún agente invasor. Esta reacción es la misma para cualquier clase de agente, y en ella interviene una clase de glóbulos blancos conocidos como **macrófagos**.



1. El agente patógeno ingresa en los tejidos del organismo a través de una herida en la piel.
2. Las células cercanas a la herida comienzan a liberar un grupo de sustancias, entre ellas las histaminas, que aumentan el flujo sanguíneo y facilitan una mayor dilatación y permeabilidad de los capilares sanguíneos.
3. Se eleva la temperatura en la región dañada, lo cual dificulta la reproducción del microorganismo que ingresó en el cuerpo. En consecuencia, la zona en la que se produce la respuesta inflamatoria se hincha y se enrojece.
4. Los macrófagos atraviesan las paredes de los capilares sanguíneos para dirigirse hacia la zona de la lesión.
5. Una vez en la zona lesionada, los macrófagos detectan cualquier agente extraño, lo fagocitan y luego lo digieren, gracias a la gran cantidad de enzimas que hay en su interior.
6. Simultáneamente a este proceso, se produce la coagulación en los vasos sanguíneos dañados. En esta labor intervienen, junto con otros factores, las plaquetas.

ACTIVIDADES

1. ¿A qué se denomina agente patógeno? ¿Todas las enfermedades son infectocontagiosas?
2. ¿Qué caracteriza a las enfermedades infecciosas?
3. ¿Qué significa que un mecanismo de defensa es no específico?
4. ¿Cuáles son los mecanismos de acción que conforman la primera barrera de defensa?
5. ¿Cuándo se pone en acción la segunda barrera?
6. ¿En qué consiste la respuesta inflamatoria? ¿Cuáles son los glóbulos blancos involucrados?

Las defensas específicas: el sistema inmune

Cuando algún agente invasor logra atravesar las barreras no específicas, se desencadena una respuesta de mayor magnitud, conocida como respuesta inmune, que involucra la puesta en acción de un grupo particular de glóbulos blancos, llamados linfocitos. A diferencia de lo que sucede en las barreras anteriores, los linfocitos tienen la capacidad de reconocer componentes extraños al organismo y producir una respuesta específica para cada agente patógeno. Esta respuesta consiste en la elaboración de una sustancia denominada anticuerpo. Además de la producción de anticuerpos, los linfocitos poseen memoria inmunológica, lo cual significa que pueden retener información sobre un agente patógeno determinado y, por lo tanto, responder más rápida y eficazmente ante una segunda entrada del mismo agente. Los linfocitos se agrupan en dos grandes clases: los linfocitos B y los linfocitos T, los cuales cumplen distintas funciones e interactúan entre sí en la elaboración de la respuesta inmune.

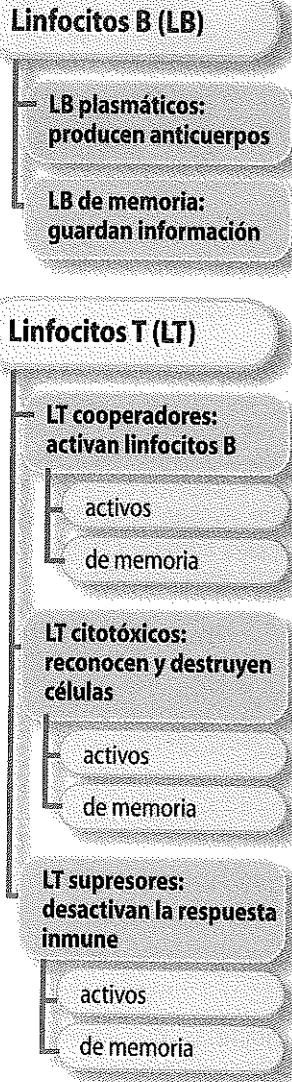
Las partes del organismo donde se originan y almacenan los linfocitos, y desde las cuales estos actúan, conforman el sistema inmune. Estas partes comprenden la médula ósea, el timo, las amígdalas, los adenoides, los vasos y los ganglios linfáticos, el bazo y algunas áreas del intestino. La médula ósea, que se desarrolla en el interior de los huesos largos, y el timo, una glándula ubicada detrás del esternón, son los órganos en los cuales se forman y maduran los linfocitos B y los linfocitos T, respectivamente. Desde allí, los linfocitos son enviados hacia el resto de los órganos del sistema, donde se almacenan, y desde donde se distribuyen por todo el cuerpo a través de la sangre y del líquido extracelular denominado linfa, que circula por los vasos linfáticos. **A**

La respuesta inmune

Todo agente extraño que, al ingresar a nuestro organismo, es capaz de desencadenar una respuesta inmune mediante la formación de anticuerpos, se denomina **antígeno**. En el proceso de elaboración de esta respuesta, los primeros en entrar en acción son los macrófagos, los cuales fagocitan al agente patógeno, lo digieren y luego exponen en su superficie al antígeno. Este antígeno será reconocido por un tipo de linfocitos T, denominado **linfocitos T cooperadores**.

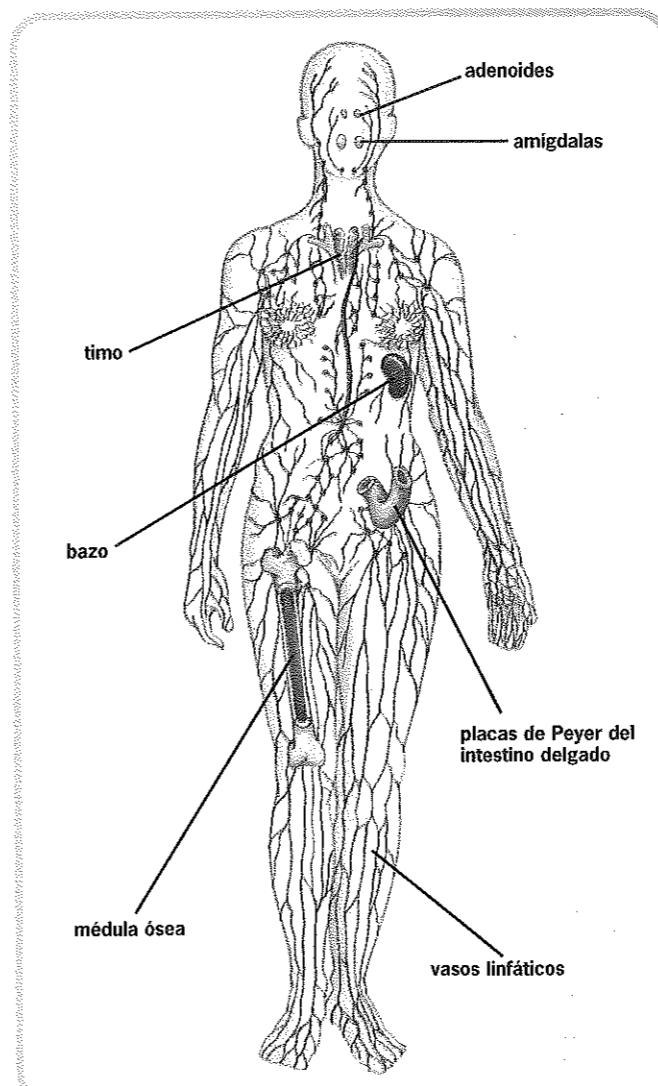
Los linfocitos T cooperadores activan a los linfocitos B, los que, a su vez, comienzan a dividirse y proliferar, de forma tal que originan dos tipos de células: las células plasmáticas o **plasmocitos**, y los **linfocitos B de memoria**. Los plasmocitos liberan anticuerpos que luego se unen al antígeno específico, con el fin de impedir que el agente patógeno continúe reproduciéndose o infectando nuevas células. Se forman, así, aglomeraciones de antígenos y anticuerpos que, finalmente, son fagocitadas y eliminadas por los macrófagos. Los linfocitos B de memoria guardan la información de cómo producir el anticuerpo específico si el agente vuelve a ingresar en nuestro cuerpo por segunda vez.

Por otra parte, los linfocitos T cooperadores activan otras dos clases de linfocitos T, llamados **linfocitos T citotóxicos** y **linfocitos T supresores**. Mientras los primeros reconocen células infectadas y liberan sustancias que las destruyen, los segundos desactivan la respuesta inmune cuando el agente patógeno fue eliminado del organismo. De modo similar a lo que ocurre con los linfocitos B, cada una de las tres clases de linfocitos T también se diferencian en células activas y células de memoria. **B**



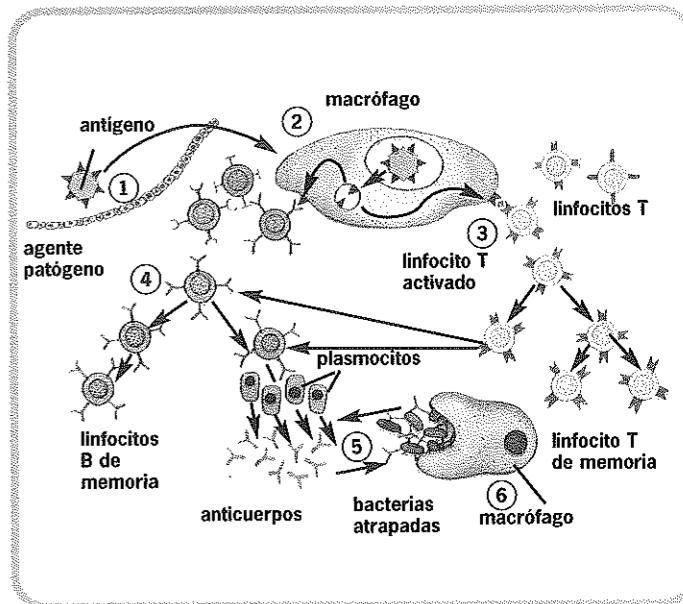
A Los órganos del sistema inmune

El sistema inmune comprende los órganos y los tejidos en los cuales se diversifican, maduran y almacenan los linfocitos, los glóbulos blancos encargados de elaborar una respuesta específica para cada clase de agente patógeno que ingresa en el organismo.



B La activación del sistema inmune

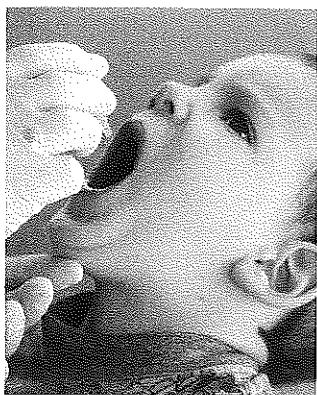
El mecanismo de la respuesta inmune consiste en la detección e identificación de un agente patógeno en particular, y en la elaboración de una estrategia específica para eliminarlo, en forma de una molécula denominada **anticuerpo**. Esta labor es realizada por dos clases de glóbulos blancos: los linfocitos B y los linfocitos T.



ACTIVIDADES

1. ¿Qué se entiende por respuesta inmune? ¿Qué células participan en esta respuesta?
2. ¿A qué se llama memoria inmunológica?
3. ¿Qué órganos comprende el sistema inmune? ¿Cuáles son sus funciones?
4. ¿Qué es un antígeno y qué es un anticuerpo?
5. ¿Qué células activan la respuesta inmune?
6. ¿Cómo se generan los anticuerpos?
7. ¿Qué función cumplen los macrófagos en la respuesta inmune?
8. ¿Qué células son las encargadas de desactivar la respuesta inmune?

La prevención de enfermedades infecciosas



La vacuna Sabin se administra por vía oral. Previene contra la poliomielitis, una enfermedad causada por un virus, que provoca parálisis.

El sistema inmune se halla continuamente en funcionamiento, impidiendo el avance de agentes patógenos. Sin embargo, a veces, algunos de estos agentes logran reproducirse a mayor velocidad que los linfocitos encargados de eliminarlos. Cuando esto ocurre, el organismo se debilita y comienza a desarrollar una enfermedad, cuyo avance puede ser tan rápido que culmine con la muerte de la persona infectada. En estos casos, es conveniente tomar medidas de prevención. Con este objetivo, se han elaborado vacunas.

Una vacuna puede contener una muestra del agente patógeno debilitado o muerto, o bien una forma desactivada de las toxinas que producen ciertos microorganismos, llamada toxoide. De ambas maneras, la vacuna es capaz de desencadenar la respuesta inmune como si el organismo reaccionara ante una verdadera infección, pero sin enfermar a la persona. Así, el organismo se encuentra preparado para combatir al agente patógeno real, puesto que posee linfocitos de memoria que producirán una respuesta inmediata y rápida para evitar la propagación de la enfermedad. A

Cuando una persona está enferma y su cuerpo no logra combatir efectivamente la enfermedad, se le debe aplicar un suero inmune. Este consiste en una preparación hecha a partir del suero sanguíneo, la parte líquida de la sangre coagulada, proveniente de alguien que padeció la enfermedad y que, por lo tanto, contiene los anticuerpos específicos contra ella. Si bien su acción es inmediata, el efecto es pasajero, dado que, al no activarse el sistema inmune, no se producen linfocitos de memoria. En este caso, la persona no permanecerá inmunizada frente a esa enfermedad. B

Si las enfermedades son originadas por bacterias, pueden combatirse con antibióticos. Los antibióticos son sustancias químicas que destruyen o impiden la reproducción de bacterias, dando tiempo para que el sistema inmune reaccione frente a ese agente patógeno en particular.

Enfermedades del sistema inmune

Las alergias son reacciones del sistema inmune ante algunas sustancias habitualmente inocuas para la mayoría de las personas. El polen, el polvo, las esporas de hongos y algunos alimentos como las nueces, los tomates y los duraznos son sustancias que pueden causar reacciones alérgicas.

Existen agentes patógenos frente a los cuales el sistema inmune no reacciona, o lo hace incorrectamente. En tales circunstancias, las enfermedades que se originan constituyen enfermedades del sistema inmune.

Dentro de estas enfermedades, la más frecuente es la alergia. Una alergia se produce cuando el sistema inmune reacciona frente a sustancias del ambiente que habitualmente son inocuas para la mayoría de las personas. Estas sustancias activan a los linfocitos B, los cuales, mediante la producción de anticuerpos, provocan la liberación de histaminas que, a su vez, desencadenan una respuesta inflamatoria. Las zonas donde se manifiestan las alergias con mayor frecuencia son la nariz y la garganta. Para aliviar los síntomas de la alergia, se utilizan antihistamínicos, es decir, medicamentos que bloquean los efectos de las histaminas.

En otras ocasiones, el sistema inmune tiene dificultades para diferenciar los componentes propios del organismo de los que no lo son, y genera anticuerpos que atacan las células del cuerpo. Las diversas enfermedades que debilitan al cuerpo de esta forma se conocen como enfermedades autoinmunes. Ejemplos de enfermedades autoinmunes son algunas anemias, causadas por anticuerpos que destruyen los glóbulos rojos, la miastenia gravis, que debilita progresivamente los músculos, y el lupus eritematoso, que lesiona gravemente la piel y algunos órganos internos.

A Las vacunas

Las vacunas constituyen el método más seguro para la prevención de enfermedades. Gracias a la aplicación de las vacunas, muchas enfermedades, a menudo mortales para quienes las contraían, y que afectaban a gran parte de la población, pudieron ser controladas y, en algunos casos, erradicadas totalmente, como es el caso de la viruela.

En la actualidad, existe una serie de vacunas especialmente recomendadas, que deben aplicarse a toda la población. La mayor o menor efectividad de las diversas vacunas determina que, mientras algunas solo deben aplicarse una sola vez en la vida, otras requieren dosis de refuerzo para mantener o incrementar la respuesta inmune.

Edad	BCG	Triple	Doble	Sabin	Anti-HIB	Triple viral
1 mes	1 ^{ra} dosis					
2 meses		1 ^{ra} dosis			1 ^{ra} dosis	1 ^{ra} dosis
4 meses		2 ^{da} dosis			2 ^{da} dosis	2 ^{da} dosis
6 meses		3 ^{ra} dosis			3 ^{ra} dosis	3 ^{ra} dosis
12 meses						1 ^{ra} dosis
18 meses		Refuerzo			Refuerzo	Refuerzo
Ingreso escolar	Refuerzo	Refuerzo			Refuerzo	Refuerzo
16 años	Refuerzo		Refuerzo			
Cada 10 años			Refuerzo			

Enfermedades contra las que inmunizan las vacunas. **BCG:** contra la tuberculosis. **Triple:** contra la difteria, el tétanos y la tos convulsa. **Doble:** contra la difteria y el tétanos (la vacuna contra la tos convulsa puede provocar complicaciones después de los 7 años de edad). **Sabin:** contra la poliomielitis. **Anti-HIB:** contra la meningitis. **Triple viral:** contra la rubedola, el sarampión y las paperas.

B Los sueros y las vacunas

Tanto los sueros como las vacunas permiten enfrentar un sinnúmero de enfermedades. Sin embargo, no actúan del mismo modo. En el siguiente cuadro se pueden comparar los modos de acción y los efectos que producen el suero y la vacuna sobre el organismo.

	Suero	Vacuna
Personas a las que se aplica.	Enfermas.	Sanas.
Finalidad.	Curativa.	Preventiva.
Relación con el sistema inmune.	No activa el sistema inmune.	Activa la memoria inmunológica del sistema inmune.
Composición.	Anticuerpos.	Antígenos muertos o debilitados/toxoides inactivos.
Acción.	Inmediata.	Mediata.
Duración del efecto.	Momentánea.	Prolongada.

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué es una vacuna? ¿Cómo se elabora?
- 2 ¿Qué es un suero? ¿En qué casos se aplica?
- 3 ¿Para qué sirven los antibióticos?
- 4 ¿Qué son las alergias? ¿De qué modo pueden controlarse?
- 5 ¿Qué es una enfermedad autoinmune? Expliquen con un ejemplo.

El sida

De las enfermedades infecciosas, el sida es, en la actualidad, una de las que afecta a mayor cantidad de personas en el mundo entero. La palabra sida significa "síndrome de inmunodeficiencia adquirida". Un síndrome es un conjunto de síntomas característicos de una enfermedad. En relación con el sida, se trata de un conjunto de síntomas que indican una falla en el sistema inmune. Los primeros casos registrados de la enfermedad aparecieron a finales de la década de 1970. A partir de entonces, el sida evolucionó hasta convertirse en una epidemia mundial.

Desarrollo y transmisión del VIH

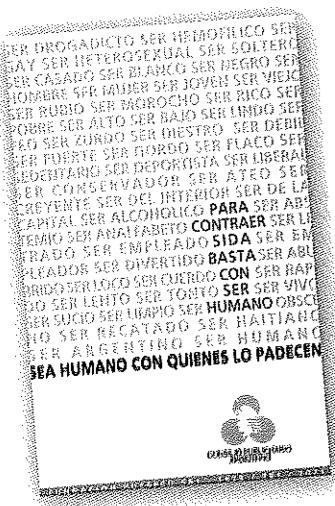
El sida es causado por un virus denominado VIH (virus de inmunodeficiencia humana). El VIH tiene la particularidad de atacar a los linfocitos T cooperadores, con lo cual produce una gran disminución de su número. A medida que se reduce la cantidad de linfocitos T cooperadores, se hace menos efectiva la respuesta inmune, ya que estos no son lo suficientemente numerosos como para activar a los linfocitos B y a los linfocitos T citotóxicos. Como resultado, el organismo no puede responder en forma eficiente para eliminar el VIH, ni para combatir las células infectadas por el virus o cualquier otro microorganismo invasor. Sin embargo, en un principio, el cuerpo intenta combatir la enfermedad. Los linfocitos T, mientras son relativamente numerosos, activan a los linfocitos B, los cuales producen anticuerpos. Estos anticuerpos, si bien no son efectivos para combatir el VIH, permiten saber, al ser detectados en un análisis de sangre, que la persona está infectada por el virus.

La reducción de los linfocitos debilita progresivamente el sistema inmune, de forma tal que el organismo se vuelve más vulnerable a enfermedades infecciosas que, en personas sanas, son inofensivas o inusuales. El virus, una vez que ingresa en el organismo, puede permanecer varios años de modo latente, antes de que aparezcan los síntomas externos. Una de las primeras manifestaciones de la presencia del virus en el organismo es la hinchazón de los ganglios linfáticos, que son las estructuras que almacenan glóbulos blancos.

Entre las enfermedades más comunes que acompañan el desarrollo del VIH, se encuentran la neumonía, las infecciones gastrointestinales y varios tipos de cáncer. Junto con ello, se produce una gran pérdida de peso en poco tiempo. Finalmente, debido al deterioro de su salud, la persona infectada muere.

En las personas infectadas, el VIH está presente en grandes cantidades en la sangre, en el semen, en el flujo vaginal y en la leche materna. Por lo tanto, los intercambios de estos fluidos entre quienes están infectados y quienes no lo están constituyen ocasiones de contagio. En particular, el virus puede transmitirse cuando se practican relaciones sexuales sin usar preservativo, cuando se comparten jeringas de aplicación intravenosa o cuando se recibe sangre infectada mediante una transfusión. Asimismo, la madre puede contagiar al feto a través de la placenta, o al bebé al amantarla. Aunque el virus se halla también en las lágrimas y en la saliva, dada la baja concentración en la que se encuentra, no se contagia por estas vías. **A**

No existe, hoy en día, una vacuna contra la enfermedad. El tratamiento disponible contra el VIH comprende la toma combinada de distintos medicamentos, cuya función es la de detener el avance del virus y prolongar, de este modo, la expectativa de vida de las personas infectadas.



El análisis de sangre para la infección de VIH es gratuito y secreto, y solo puede realizarse con el consentimiento expreso de quien lo solicita. La detección temprana del VIH permite obtener la atención médica adecuada.

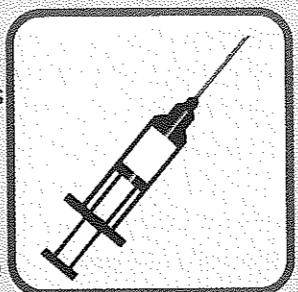
© Ángel Estrada y Cia. S. A. - Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

A Vías de contagio del VIH

¿Cómo se contagia?



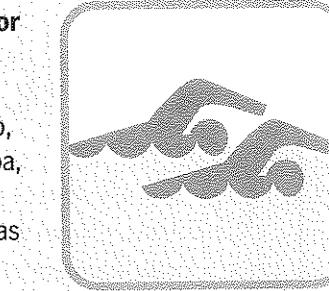
Transmisión por vía sexual. La forma más habitual de contagio se produce en las relaciones sexuales, tanto heterosexuales como homosexuales, cuando una de las personas está infectada por el virus. En estos casos, la prevención consiste en el correcto uso del preservativo.



Transmisión por vía sanguínea. El virus también se transmite por el uso de jeringas compartidas; este caso se da generalmente en los consumidores de drogas por vía intravenosa. También es riesgoso compartir objetos que puedan estar en contacto con la sangre, como máquinas de afeitar, cepillos de dientes, o usar instrumentos para hacer tatuajes, no esterilizados. Asimismo, la sangre que se usa en las transfusiones o en los tratamientos de diálisis debe ser debidamente controlada, tal como lo establece la Ley Nacional N° 23.798. Actualmente, los médicos y los odontólogos cuentan con la información y los recursos necesarios como para evitar el contagio en los tratamientos en los que pueda haber contacto con la sangre del paciente.



Transmisión perinatal. Una madre infectada por el virus puede transmitirselo a su hijo durante la gestación, el parto o la lactancia, en un 30 % de los casos. El riesgo se reduce al 2 % si hay asistencia médica.

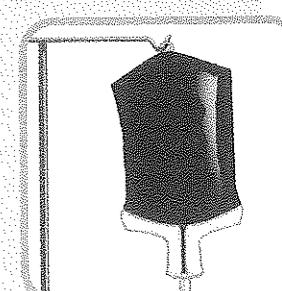


¿Cómo no se contagia?

El virus no se transmite por el agua ni por el aire. La enfermedad no se contagia a través de la tos o del estornudo, ni por compartir la vajilla, la ropa, las piletas de natación o los servicios sanitarios con personas infectadas. Jugar, trabajar o estudiar con una persona infectada no implica ningún riesgo.



El virus no se transmite por la saliva, las lágrimas o el sudor. No hay riesgo en besar o abrazar a una persona infectada, o en practicar deportes con ella.



La donación de sangre no es riesgosa. Actualmente, se utiliza material descartable para realizar el procedimiento, lo que elimina cualquier tipo de riesgo. Asimismo, la sangre que se recibe en transfusiones está debidamente controlada, para eliminar la posibilidad de contagio.



Otras situaciones que no implican riesgo. No existe peligro de contagio por la picadura de insectos o por la depilación con cera.

Más información sobre el sida, en:
<http://www.huesped.org.ar/HuespedWeb/sida>

ACTIVIDADES

- 1 ¿Qué es el sida? ¿Qué agente lo causa?
- 2 ¿De qué modo ataca el virus al sistema inmune? ¿Qué consecuencias provoca?
- 3 ¿Qué mecanismo permite detectar la presencia del virus en la sangre?
- 4 ¿Qué enfermedades pueden acompañar el desarrollo del virus del sida?

- 5 ¿Cuáles son las principales vías de contagio del virus?
- 6 ¿Qué medidas deben tomarse para prevenir el contagio?
- 7 ¿Cómo puede tratarse la enfermedad? ¿Cuáles son los alcances del tratamiento, en la actualidad?
- 8 ¿Qué situaciones no implican riesgo de contagio? ¿Cuáles implican riesgo de contagio?

Identifican el gen del virus del sida que bloquea el sistema inmune

Un gen, que lleva el nombre de ATR, protege el cuerpo humano al evitar que se reproduzcan las células dañadas por la radiación o por químicos tóxicos. Investigadores que trabajan en las universidades de Utah y Rochester, en los Estados Unidos, descubrieron cómo el virus del sida "secuestra" a ese gen y lo convierte en un arma para hacer que ciertos glóbulos blancos no se reproduzcan.

El nuevo estudio "nos pone un paso más cerca para comprender cómo el virus del sida desmantela el sistema inmune", afirmó el biólogo molecular Vicente Planelles, profesor asociado de patología, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Utah, EE.UU. También abre la posibilidad de nuevos tratamientos contra el sida y el cáncer.

Los investigadores ya sabían que un gen del virus del sida, llamado "vpr", reduce la cantidad de glóbulos blancos del sistema inmune. La novedad consiste en que ahora se conoce que el "vpr" consigue llevar a cabo esa reducción, porque antes activa el gen ATR, que se encuentra en los glóbulos blancos y en todas las células humanas.

En condiciones normales, la tarea del ATR consiste en detectar el daño genético en las células, provocado por la radiación y los químicos tóxicos, y frena la división de cualquier célula dañada hasta que pueda autorrepararse.

Planelles halló evidencias de que el "vpr" es uno de los 9 genes del virus del sida que aprovecha ese proceso normal de reparación para evitar que los glóbulos blancos se reproduzcan y para debilitar, de ese modo, el sistema inmune.

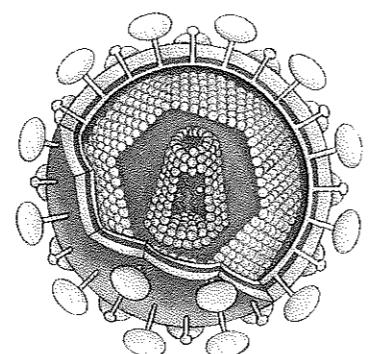
El estudio despierta la posibilidad de tratar los daños en el sistema inmune relacionados con el sida, a través del uso de medicamentos que eviten que el gen ATR humano sea activado por el gen "vpr" del virus del sida. "Quisiéramos encontrar

un método o una sustancia que nos permita interferir con la capacidad del virus del sida para matar los glóbulos blancos, usando este mecanismo", dijo Planelles. Aunque aclaró que el desarrollo de medicamentos que logren el objetivo puede llevar entre 5 y 10 años. Teóricamente, esas drogas podrían ofrecer una ventaja sobre otras ya existentes, que pueden perder efectividad cuando el virus se hace resistente a los fármacos.

El gen "vpr" se conoce desde hace años, pero, en 1995, Planelles descubrió que su rol era actuar como un "arma letal" del VIH, al evitar que los linfocitos T se dividan y reproduzcan, dejando a los pacientes con su sistema inmune débil.

La reducción de los linfocitos T es una característica distintiva de la inmunidad perdida en los pacientes con sida. El número de linfocitos T en personas sanas es de 1000 células por microlitro de sangre, pero baja a 200 células en pacientes con sida no tratados. El recuento sube hasta 500 o 1000 células, en pacientes que reciben un tratamiento antiviral.

Fuente: adaptado de un artículo del diario "Clarín", del 27 de agosto de 2003.



Esquema del virus de inmunodeficiencia humana (VIH).

© Ángel Estrada y Cia. S. A. - Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

ACTIVIDADES

- 1 ¿Cuál es la función del gen ATR?
- 2 ¿De qué modo logra el virus VIH evitar que se reproduzcan los linfocitos T?
- 3 ¿Qué sucede con la persona en la que disminuye el número de linfocitos T?

1 Marquen, con una cruz, en el casillero correspondiente:

	Respuesta inmune	Respuesta inflamatoria
Linfocitos T		
Macrófagos		
Médula ósea		
Histaminas		
Plasmocitos		
Plaquetas		

2 Señalen cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) y cuáles son falsas (F):

- Las vacunas se elaboran con sangre que contiene los anticuerpos para una enfermedad específica.
- Los sueros previenen enfermedades.
- Los antibióticos impiden la reproducción de las bacterias.
- Los antihistamínicos alivian los síntomas de las alergias.
- La anemia es la enfermedad en la que el organismo destruye los glóbulos blancos.
- El sida no es una enfermedad autoinmune.

3 Indiquen en cuál de los siguientes casos aplicaría un suero, y, en cuál, una vacuna. Justifiquen su elección:

- a) Alguien decide viajar a un país en el que puede contraer una enfermedad que nunca padeció anteriormente.
- b) Alguien padece tuberculosis.

4 Completén el siguiente grafigrama:

1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3				M	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	U	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	N	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	I	<input type="checkbox"/>		
7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>		
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A			
9		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Referencias

1. Sustancia que desencadena una respuesta inmune al ingresar en nuestro organismo.
2. Glóbulo blanco que participa de la respuesta específica del sistema inmune.
3. Glóbulo blanco que participa del proceso inflamatorio, fagocitando al agente patógeno.
4. Preparado que se aplica a personas sanas, para prevenir el ingreso de una enfermedad.
5. Sustancia que producen los plasmocitos y que se unen al antígeno para destruirlo.
6. Característica del sistema inmune por la cual el organismo puede defenderse, evitando que una enfermedad se produzca por segunda vez.
7. Enfermedad que se produce por la entrada en el organismo del virus VIH.
8. Barrera física que impide la entrada en el cuerpo de agentes patógenos y que recubre el interior de diversos órganos del cuerpo.
9. Estructura en la cual se producen los glóbulos blancos.

1 Determinación de grupos sanguíneos

La siguiente actividad les permitirá reconocer los diferentes grupos sanguíneos.

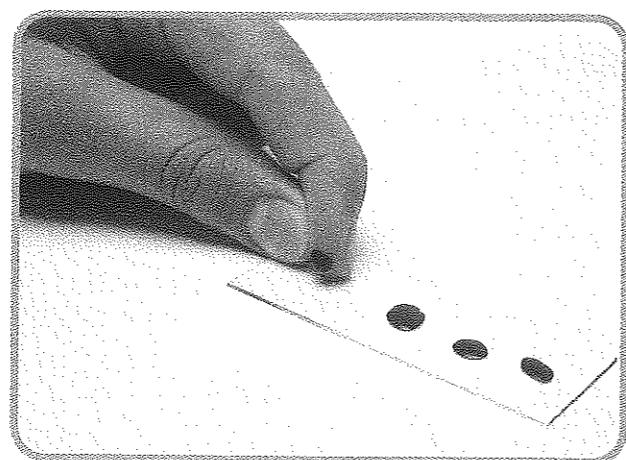
En el año 1900, el patólogo austriaco Karl Landsteiner (premio Nobel de Medicina y Fisiología, en 1930) descubrió la existencia de los grupos sanguíneos. Este descubrimiento permitió entender por qué algunas personas morían luego de recibir transfusiones de sangre. En los glóbulos rojos que componen la sangre de una persona pueden existir tres tipos de proteínas: la proteína A, la proteína B y el factor Rh. La combinación de estas proteínas determina los diferentes grupos sanguíneos. Cuando una persona recibe sangre que contiene alguna proteína diferente a las propias, el sistema inmune la reconoce como agente patógeno, por lo cual produce anticuerpos que provocan el aglutinamiento de los glóbulos rojos, que terminan taponando los vasos sanguíneos. Hoy en día es posible determinar el grupo sanguíneo de cada persona, evitando que se produzcan incompatibilidades en las transfusiones.

Materiales

- Una aguja descartable para cada uno.
- Un portaobjetos.
- Reactivos para grupos sanguíneos (anticuerpos anti-A, anti-B y anti-Rh).
- Algodón y alcohol.

Procedimiento

1. Extraigan la aguja de su envoltorio y háganse un pequeño pinchazo en un dedo.
2. Depositen 3 gotas de sangre sobre el portaobjetos. Desinfecten la zona del pinchazo con un algodón embebido en alcohol.
3. Agreguen, en la primera gota, anticuerpos anti-A; en la segunda gota, anticuerpos anti-B, y, en la tercera gota, anticuerpos anti-Rh.
4. Observen si aglutan o no los glóbulos rojos. Si los glóbulos rojos aglutan, significa que la proteína está presente en la sangre analizada. Realicen un esquema de lo observado en el portaobjetos.
5. Registren, en una tabla como la que sigue, los resultados de la experiencia:



Persona	Proteína A	Proteína B	Factor Rh	Grupo sanguíneo

Observaciones y conclusiones

- a) ¿A qué se debe que se produzca la aglutinación de los glóbulos rojos?
- b) Expliquen cómo reacciona el sistema inmune frente a la proteína extraña.

2 Observación de glóbulos blancos

La siguiente actividad les permitirá identificar los glóbulos blancos presentes en la sangre.

Materiales

- Una aguja descartable para cada uno.
- Un portaobjetos.
- Un cubreobjetos.
- Azul de metileno.
- Un microscopio

Procedimiento

1. Extraigan la aguja de su envoltorio y háganse un pequeño pinchazo en un dedo. Es suficiente con que una sola persona realice esta parte del procedimiento.
2. Pongan una gota de sangre en el portaobjetos.
3. Agreguen una gota de azul de metileno (no muy concentrado) sobre la gota de sangre.
4. Coloquen el cubreobjetos sobre el preparado.
5. Observen al microscopio. Los glóbulos blancos se tiñen de azul y, en el centro, podrán observar el núcleo de la célula. Realicen un dibujo de lo que observan en el preparado, y coloquen las referencias correspondientes.

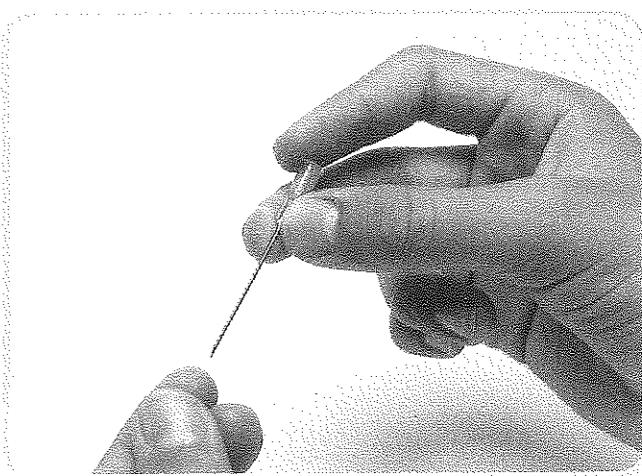
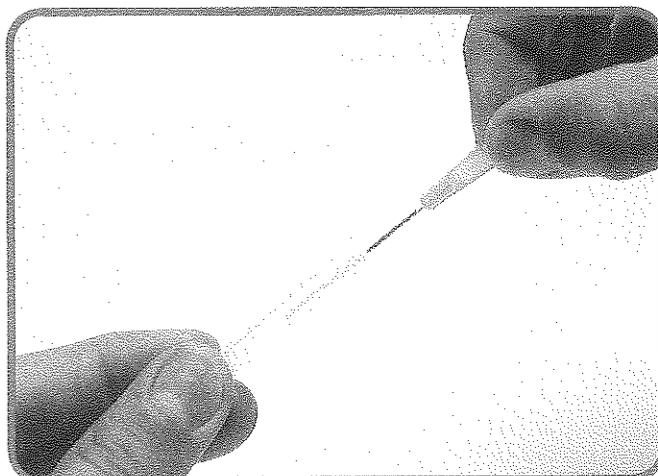
Observaciones y conclusiones

- a) ¿Qué tipo de células pueden observar? ¿En qué se diferencian entre sí?
- b) ¿Cuál de ellas es más abundante en el preparado?

3 Lean el siguiente texto y respondan a las preguntas:

"En el año 1854, hubo una epidemia de sarampión en un pueblo de las afueras de la provincia de Buenos Aires. Uno de los pobladores volvió enfermo, luego de haber estado trabajando en la Capital, y contagió a todos los habitantes del pueblo. Veinte años después, en 1874, una familia de la provincia de La Pampa se mudó al pueblo. A los pocos días, la hija menor contrajo sarampión. Esta vez, solo un tercio del pueblo contrajo la enfermedad."

- a) Expliquen por qué se produjo la epidemia en 1854.
- b) ¿De qué modo actuaron los cuerpos de las personas enfermas para recuperar la salud?
- c) ¿Por qué motivo, en 1874, no todas las personas contrajeron la enfermedad?
- d) Expliquen de qué modo los habitantes del pueblo pueden impedir futuras epidemias de sarampión, hoy en día.



Índice alfabético

A

acción, 64
acción antrópica, 182
acción y reacción, principio de, 57, 64
aceleración, 56, 59-61
aceleración de la gravedad, 63
acerio inoxidables, 166
ácido, 134, 136, 137
ácido nucleico, 140, 141
ácido sulfúrico, 151, 156
acrosoma, 259
adenina, 250, 251
adenoides, 275
ADN (ácido desoxirribonucleico), 140, 200, 218, 244, 248, 250, 251
agente patógeno, 272, 275, 276
agua, 137, 138, 151, 153, 156, 180, 182, 184, 186, 187, 210, 214-217, 230
aguero negro, 19
aire, 180, 188
aislante, 90, 91
alcano, 138, 139
alcohol, 141
aldehído, 141
aleación, 166
alelo, 244, 246, 247
alelos múltiples, 247
alergia, 276
algua unicelular, 208
algodón, 165, 168, 169, 182, 183
alimento, 182
almidón, 140
alqueno, 138, 139
alquino, 138, 139
alumbramiento, 265
aluminio, 166, 170, 182, 187
alvéolos, 232, 233
amarramiento, 265
ambiente, 180, 198
amígdalas, 275
amina, 141
aminoácido, 140, 250
amperímetro, 94
ampératio (unidad), 94
amplitud (onda), 104, 107
Anatomía comparada, 200, 201
animal, 212
anión, 123
ano, 230, 231
antibiótico, 276
anticuerpo, 274-276
antígeno, 274
antihistamínico, 276
aparato de Golgi, 213, 216, 217
arcilla, 170
arco reflejo neuroendocrino, 237
ARN (ácido ribonucleico), 141, 218, 250, 251
arrabio, 167
arteria, 232, 265
articulación, 228
asteroide, 12
atmósfera, 182, 188, 189
atmósfera (unidad), 154
atomicidad, 125

B

bacteria, 208, 212, 272
bactericida, 186
balanceo (ecuación química), 153
baquelita, 173
basalto, 46, 47
base nitrogénada, 250, 251
básico (óxido), 134
batería eléctrica, 93, 94
bauxita, 186
bazo, 275
Beagle, 198, 203
bebé, 264, 265
Big Bang, 14, 16, 17, 22, 24
Big Crunch, 18
Bioquímica, 200
biosfera, 182, 184
blástula, 262-264
boca, 230-232
Bohr, Niels, 122-125
bosque, 180, 185
bronce, 166
bronquíolos, 232, 233
bronquios, 232, 233
bulbo raquídeo, 236, 237

C

cabeza hidrofílica, 214, 215
calcinación, 167
calor, 72, 78, 81, 92
calostro, 265
cambios físicos, 148
cambios químicos, 148
cámbrico, 33
cangrejo cacerola, 203
capilar sanguíneo, 232, 272
caracteres adquiridos, 196, 245
caracteres hereditarios, 245, 246, 248, 249
carbono, 186
carbonato, 133, 138, 166
carbonato de calcio, 186
carbonífero, 33
carbono, 120, 127, 132, 138, 139, 151, 155, 167
compuesto químico, 132-141
conductor (electricidad), 88, 90-92
conductos de Havers, 228, 229
configuración electrónica, 124, 125
conservación de la energía, 80
consolidación, 40, 41
contaminación acústica, 182, 183
contaminación ambiental, 180
contaminación química, 182, 183
casiterita, 151
catástrofismo, 197
catión, 123
caucho, 172
célula, 133, 200, 208-219, 226-228, 244-250, 256, 258, 260, 262, 263
célula animal, 208, 213
célula de Leydig, 258, 259
célula diploide, 249, 260, 262
célula eucariota, 212, 216, 218
célula folicular, 260
célula haploide, 249, 262
célula procariota, 212
célula sexual, 248, 249
célula sexual femenina, 260
célula sexual masculina, 256
célula somática, 248
célula vegetal, 208, 213, 219
celulosa, 140, 168, 213
cementación, 50
cemento, 186
cenozoico, 26, 27, 32
centrólo, 213, 216, 217
cerámica, 164, 170, 171
cerebro, 236, 237
cerebro, 226, 234, 236, 237, 264
cetona, 140
cianobacteria, 210
ciclo celular, 218, 219
ciclo menstrual, 260, 261
cigoto, 224, 256, 262, 263
circuito eléctrico, 88, 92, 94-97
circuito pulmonar, 232
circuito sistémico, 232
citoesqueleto, 212, 213
citoplasma, 210, 212, 215-218, 248, 250
citosina, 250, 251
cladogénesis, 202, 203
clasto, 50
clitoris, 260, 261
cloro, 186, 189
clorofila, 213, 216
cloro gaseoso, 186
cloroplasto, 213, 216
cloruro de sodio, 136, 186
cobre, 166
codominancia, 247
codón, 251
cola hidrofóbica, 214, 215
colesterol, 215
combustión, 133, 134, 150, 151
cometa, 12
compactación, 50
compuesto binario, 134
compuesto inorgánico, 134
compuesto orgánico, 132, 134, 138, 139
compuesto químico, 132-141
conductor (electricidad), 88, 90-92
conductos de Havers, 228, 229
configuración electrónica, 124, 125
conservación de la energía, 80
consolidación, 40, 41
contaminación acústica, 182, 183
contaminación ambiental, 180
contaminación química, 182, 183

D

Dalton, John, 126
Darwin, Charles, 198-200, 242
defensas específicas, 274
defensas no específicas, 272
dendrita, 236
desoxirribosina, 250
deuterio, 121
devónico, 33
diafragma, 232
diagnésis, 40, 41
diamante, 43, 44
diente, 230
diferenciación celular, 227
difracción, 112
difusión, 214, 215
difusión de la luz, 111
difusión facilitada, 215
difusión simple, 215
dilatación (parto), 265
dina (unidad), 75
Dinámica, 56
dinosaurio, 34, 35, 202
dióxido de carbono, 134, 151, 167, 189, 215, 217, 232, 264, 265
dióxido de silicio, 170, 171
dirección (Física), 59
disacárido, 140

contaminación radiactiva, 182, 183

contaminación térmica, 182, 183

contaminación visual, 182, 183

contaminante secundario, 182

contracción (parto), 264

corazón, 226, 232, 233, 236, 264

cordón umbilical, 262, 264

corion, 257, 261-265

corriente eléctrica, 88, 94, 139

corrosión, 166, 167

corteza cerebral, 236, 237

Cosmolología, 9

cosmológico, principio, 14, 15

cráneo, 229, 236

craqueo, 151

cratón, 30, 32

creacionista (hipótesis), 196

cresta (onda), 107, 112

cretálico, 34

cristalización, 40, 41, 44

cromado, 167

cromátida, 218, 248

cromatina, 218, 219, 244

cromo, 166

cromoplasto, 216

cromosoma, 210, 212, 218, 244-251, 262

cromosoma sexual, 246

cromosomas homólogos, 246

"crossing over", 248, 249

cuaternario, 26, 27, 32

cuello del útero, 260, 261, 264

cuero (Física), 56-66, 72-80

cuero humano, 224-237

cuero lúteo, 260, 261

cuero polar, 260

cúmulo de galaxias, 10

Cuvier, Georges, 197

disociación (Química), 137

doble hélice (ADN), 250, 251

Dobzhansky, Theodosius, 201

dominancia, 247

dominante, 242, 246, 247

duraluminio, 166

espermatida, 258

espermatocito primario, 258

espermatocito secundario, 258

espermatogénesis, 258

espermatoqueria, 258

espermatozoide, 256, 258, 259, 262, 263

espín, 124

esquistosidad, 48

estado de equilibrio (Química), 150

estañado, 167

Estequiometría, 156

éster, 140, 141

estómago, 226, 230, 231

estrato, 50

estrella, 10-13, 16

efecto Doppler, 15

efecto fotoeléctrico, 110

efecto invernadero, 189

Einstein, Albert, 14, 110, 153

elasticidad, 79

electricidad, 88-97, 110, 119

electricidad estática, 91

electrodo, 93

electrón, 90, 92, 118-125, 134-136, 138

elemento químico, 16, 27, 44, 118-122, 126, 134, 152, 154

embarazo, 262, 264

Embriología, 200, 201

embrión, 200, 201, 257, 262, 264

encéfalo, 236, 237

endocitosis, 214

endodermo, 262, 263

endometrio, 260, 262, 265

endoscopía, 111

energía, 72-81, 92, 153, 186, 188, 215

energía atómica, 78, 81

energía calórica, 72, 78, 79

energía cinética, 73, 76, 77, 81

energía eléctrica, 78, 81, 92, 188

energía lumínosa, 72, 78, 81

energía magnética, 78

energía oscura, 18

energía potencial elástica, 79

energía potencial gravitatoria, 72, 76, 77, 81

energía química, 78

energía radiante, 72, 78, 81

enfermedad, 272, 273, 276, 278

enfermedad autoinmune, 276

enfermedad infecciosa, 272, 273, 276, 278

Laurasia, 32, 33, 36
Lavoisier, Antoine Laurent, 149, 152, 155, 156
leche materna, 265
Leeuwenhoek, Antoni van, 211
lengua, 230
leucocito, 270, 271
leucoplasto, 216
Ley de conservación de la masa, 149, 152
Ley de Hubble, 24
Ley de las proporciones definidas, 149, 152
Ley de Lavoisier, 152, 155-157
Ley de Ohm, 94-96
Ley de Proust, 152, 155-157
Leyes de Newton, 56-66
leyes gravimétricas, 149, 152
liberadora de gonadotropina (GnRH) (hormona), 259
ligamento, 226
linfa, 233, 274
linfocito, 233, 270, 274-276, 278
linfocito B, 274-276, 278
linfocito T, 274, 275, 278
lino, 180
lípido, 134, 140, 141, 210, 214, 215, 217
lisosoma, 213, 216, 217
litificación, 40, 41, 50
lluvia ácida, 136, 182, 183, 188
longitud (Física), 104, 107, 108
luteinizante (LH) (hormona), 259, 261
luz, 72, 105, 106, 108, 110-113
luz polarizada, 112, 113

M

macrofago, 272-275
macromolécula, 140, 244
magma, 40, 41, 44, 46, 47
magnitud escalar, 59
magnitud vectorial, 59
Malthus, Thomas, 199
mamífero, 200, 201, 203, 256
Mars Express, 20
Marte, 20, 21
masa, 56, 60-64, 120, 152, 153, 155, 156
masa atómica, 126, 127, 154, 155
masa atómica relativa, 154
masa molar, 155
masa molecular, 126, 127, 154
materia oscura, 18
material genético, 210, 212, 218, 219
material (Química), 164-173
matriz extracelular, 228, 229
médula espinal, 236, 237
médula ósea, 228, 229
meiosis, 248, 249
membrana celular, 210, 212-215
membrana nuclear, 218
membrana plasmática, 210, 212-215, 217
memoria inmunológica, 274
mena, 43
Mendel, Gregor, 201, 242, 243

menstruación, 260, 261
Mercurio, 20
mesodermo, 262, 263
mesozoico, 26, 27, 32, 202
metal, 134-136, 164, 166, 167, 186
metalurgia, 166, 186
metamorfismo, 48
metano, 138
meteorización, 40, 41
micrómetro (unidad), 210, 211
microonda, 17, 104, 108
microscopio, 210, 211
microscopio electrónico, 211
microscopio óptico, 211
microtúbulo, 216, 218
micróvellosidad, 213
mielina, 236
Miller, Stanley, 31
mineral, 31, 40-45
mioceno, 34
mitocondria, 213, 216, 217
mitosis, 218, 219, 248, 249
modelo atómico, 122-125
mol, 154-156
molécula, 106, 126, 127, 133, 134, 154-156, 172, 214, 215, 217, 250, 251
molécula biológica, 140
monómero, 139, 172
monosacárido, 140
monóxido de carbono, 167
móruma, 262-264
mosaico fluido, 214, 215
movimiento (Física), 56-66, 73, 106, 107
movimiento oscilatorio, 106, 107
movimientos peristálticos, 230
mucosas, 272
multímetro, 94
músculo, 226, 228, 235
músculo cardíaco, 228
músculo esquelético, 228
músculo liso, 228
mutación, 200

N

nacimiento, 264
nilón, 168, 169
nariz, 232, 233
nebulosa, 12
Neptuno, 20
nervios, 236, 237
nervios motores, 236
nervios sensitivos, 236
neurona, 227, 236
neutrón, 118-123, 126
Newton, Isaac, 77, 110, 111
newton (unidad), 75
nidación, 257
níquel, 166
nitrógeno, 188
nivel de energía, 122-124
no metal, 134-136
núcleo (átomo), 118-126
núcleo (célula), 212, 213, 218, 219, 244, 246, 248, 249
nucleolo, 213, 218, 219

nucleótido, 140, 141, 200, 244, 250, 251
número atómico, 118, 120, 124, 154
número de Avogadro, 154
número mísico, 119, 120, 124, 125
nutrición, 230
nutriente, 262, 264

O

octeto, regla del, 122
ohmio (unidad), 94
ombúlico, 264
microscopio, 210, 211
microscopio electrónico, 211
microscopio óptico, 211
microtúbulo, 216, 218
micróvellosidad, 213
mielina, 236
Miller, Stanley, 31
mineral, 31, 40-45
mioceno, 34
mitocondria, 213, 216, 217
mitosis, 218, 219, 248, 249
modelo atómico, 122-125
mol, 154-156
molécula, 106, 126, 127, 133, 134, 154-156, 172, 214, 215, 217, 250, 251
molécula biológica, 140
monómero, 139, 172
monosacárido, 140
monóxido de carbono, 167
móruma, 262-264
mosaico fluido, 214, 215
movimiento (Física), 56-66, 73, 106, 107
movimiento oscilatorio, 106, 107
movimientos peristálticos, 230
mucosas, 272
multímetro, 94
músculo, 226, 228, 235
músculo cardíaco, 228
músculo esquelético, 228
músculo liso, 228
mutación, 200

P

paleoceno, 34
Paleontología, 28, 29, 38, 39, 200
paleozoico, 26, 27, 32, 33
páncreas, 230, 231, 234, 235
Pangea, 32-35
papel, 165
paragénesis, 43
paratiroides, 234, 235
pared celular, 212, 213
peinado (algodón), 169
pene, 258, 259, 262
Penzias, Arno, 16
periodo (Física), 107
periodo (Química), 124, 125
periostio, 228
permeabilidad selectiva, 214
permico, 33
peso, 56, 62-65

petróleo, 133, 186
pH (potencial hidrógeno), 137
piedra preciosa, 42, 43
piel, 226, 236, 270, 272
pila eléctrica, 92, 94-96
pirita, 44, 45
placenta, 257, 262, 264, 265
plaguicida, 184
planeta, 12, 20
planta, 212, 216
plaqueta, 232
plasmocito, 274, 275
plástico, 165, 172, 173
plástido, 216
plegamiento, 33
pleistoceno, 34
poliamida, 172
poliestireno, 173
polietileno, 172, 173
polimerización, 139, 172
polímero, 138, 139, 168, 172
polinización cruzada, 242
polipropileno, 173
polisacárido, 140, 168
potencia, 80, 97
potencial eléctrico, 89
precámbrico, 26, 27, 32
prepucio, 258
presión, 48, 154, 156
presión de carga, 48
presión de fluidos, 48
presión litostática, 48
Primer Ley de Newton, 58, 65
procariota, 32
productos, 148, 150
progesterona, 234, 257, 261
próstata, 258, 259
proteína, 134, 140, 141, 168, 210, 212, 214-219, 250, 251, 272
protón, 121
protón, 90, 118-123, 126, 137
protozoa, 208
Proust, Joseph Louis, 148, 152, 156
pulmón, 232, 233, 236, 264, 265
punto de aplicación (Física), 59
PVC (policloruro de vinilo), 173

Q

quéasar, 19
queratina, 168, 272
Química ambiental, 180

R

radiación adaptativa, 202, 203
radiación infrarroja, 104
radiación ultravioleta, 189
rayón, 169
rayos infrarrojos, 108
rayos gamma, 105, 108
rayos ultravioleta, 105, 108
rayos X, 108
reaccionantes, 148, 150
reacción de combinación, 150, 151, 156
reacción de descomposición, 150, 151
reacción de sustitución, 156
reacción endotérmica, 150
reacción exotérmica, 150
reacción (Física), 64
reacción irreversible, 150, 151
reacción nuclear, 153
reacción química, 93, 126, 134, 148-157
reacción reversible, 150, 151
reactivo, 148, 150, 153, 156
reactivo limitante, 153, 156
recesivo, 242, 246, 247
reciclado, 186
recto, 230, 231
recursos naturales, 180
recurso natural renovable, 188
reflexión, 111
refracción, 111
registro fósil, 194, 197
rendimiento de la reacción química, 156
reposo, 58
reproducción (ser humano), 256-265
reproducción sexual, 244
resistencia en paralelo, 96
resistencia en serie, 96
resistencia equivalente, 96
resistencia (Física), 89, 92-97
respiración celular, 217
respuesta inflamatoria, 271-273, 276
respuesta inmune, 270, 274
retículo endoplasmático liso, 213, 216, 217
retículo endoplasmático rugoso, 213, 216, 217
ribosa, 250
ribosoma, 213, 216-218, 250, 251
riñón, 230
roca, 31, 40-43, 46-51
roca efusiva, 40, 41, 46, 47
roca ígnea, 40, 41, 46, 47
roca intrusiva, 40, 41, 46
roca metamórfica, 40, 41, 48, 49
roca sedimentaria, 40, 41, 50, 51
Rutherford, Ernest, 122, 123

siderurgia, 167
silicato, 166, 170
silúrico, 33
símbolo químico, 121, 124
sinapsis, 236
síntesis, 236
sistema circulatorio, 225, 226, 230-233
sistema de órganos, 226
sistema de sostén, 225, 230
sistema digestivo, 224, 226, 230, 231
sistema endocrino, 234, 235
sistema excretor, 224, 226, 230-232, 258, 263
sistema inmune, 225, 226, 270-279
sistema nervioso, 234, 236, 237
sistema nervioso central, 236
sistema nervioso periférico, 236
sistema nervioso periférico autónomo, 236
sistema nervioso periférico somático, 236
sistema neuroendocrino, 225, 226
sistema ósteo-artro-muscular, 226, 228
sistemas (Química), 152, 155
sistema reproductor, 225, 226, 256-261
sistema reproductor femenino, 256, 258, 260, 261
sistema reproductor masculino, 256, 258, 259
sistema respiratorio, 224, 226, 230-233
retículo endoplasmático rugoso, 213, 216, 217
ribosa, 250
ribosoma, 213, 216-218, 250, 251
riñón, 230
roca, 31, 40-43, 46-51
roca efusiva, 40, 41, 46, 47
roca ígnea, 40, 41, 46, 47
roca intrusiva, 40, 41, 46
roca metamórfica, 40, 41, 48, 49
roca sedimentaria, 40, 41, 50, 51
Rutherford, Ernest, 122, 123

S

sales, 134, 135, 167, 210
saliva, 230, 278
sangre, 226, 227, 230, 232, 233, 261, 264, 265, 277, 278
Saturno, 20
Schleiden, Matthias, 210
Schwann, Theodor, 210
sección parasimpática, 236
sección simpática, 236
secreción, 272
seda, 168, 169, 182, 183
seda al acetato, 168, 169
seda viscosa, 168, 169
sedimento, 28
Segunda Ley de Newton, 60-62, 65
selección artificial, 198
selección natural, 198, 199
semen, 258, 278
sida, 278, 279

siderurgia, 167
silicato, 166, 170
silúrico, 33
símbolo químico, 121, 124
sinapsis, 236
síntesis, 236
sistema circulatorio, 225, 226, 230-233
sistema de órganos, 226
sistema de sostén, 225, 230
sistema digestivo, 224, 226, 230, 231
sistema endocrino, 234, 235
sistema excretor, 224, 226, 230-232, 258, 263
sistema inmune, 225, 226, 270-279
sistema nervioso, 234, 236, 237
sistema nervioso central, 236
sistema nervioso periférico, 236
sistema nervioso periférico autónomo, 236
sistema nervioso periférico somático, 236
sistema neuroendocrino, 225, 226
sistema ósteo-artro-muscular, 226, 228
sistemas (Química), 152, 155
sistema reproductor, 225, 226, 256-261
sistema reproductor femenino, 256, 258, 260, 261
sistema reproductor masculino, 256, 258, 259
sistema respiratorio, 224, 226, 230-233
retículo endoplasmático rugoso, 213, 216, 217
ribosa, 250
ribosoma, 213, 216-218, 250, 251
riñón, 230
roca, 31, 40-43, 46-51
roca efusiva, 40, 41, 46, 47
roca ígnea, 40, 41, 46, 47
roca intrusiva, 40, 41, 46
roca metamórfica, 40, 41, 48, 49
roca sedimentaria, 40, 41, 50, 51
Rutherford, Ernest, 122, 123

T

tabla periódica, 118, 124, 125, 134
tallado (vidrio), 170
tecnología, 184
tejido, 226, 227
tejido cartilaginoso, 226
sección simpática, 236
secreción, 272
seda, 168, 169, 182, 183
seda al acetato, 168, 169
seda viscosa, 168, 169
sedimento, 28
Segunda Ley de Newton, 60-62, 65
selección artificial, 198
selección natural, 198, 199
semen, 258, 278
sida, 278, 279

Teoría de la evolución, 196
Teoría general de la relatividad, 14
Teoría neodarwiniana, 200
Teoría ondulatoria, 110
Teoría sintética de la evolución, 200
Tercera Ley de Newton, 64
tester, 94
testículo, 234, 235, 258, 259
testosterona, 234, 256, 259
textura (Geología), 46
Thomson, Joseph J., 122, 123, 126
tiempo (Física), 22
tiempo (Geología), 28, 29
Tierra, 20, 26-31, 62-64, 66, 195, 196
timina, 250, 251
timo, 275
tiroides, 234, 235
tirosina, 235
tórax, 232
toro, 170, 171
tostación, 167
toxoide, 276
trabajo, 73-75
trabajo mecánico, 74
traducción (Biología), 251
transcripción (Biología), 251
transformacionismo, 196
transgénico, 184, 185
transporte activo, 214, 215
transporte pasivo, 214, 215
tráquea, 232, 233
triásico, 34
tritio, 121
trofoblasto, 263
trompas de Falopio, 260, 261
tubo digestivo, 231, 236
túbulos seminíferos, 258

W

Wilson, Robert, 16

Los autores

Valeria Berler. Licenciada en Ciencias Biológicas, egresada de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Docente del Tercer Ciclo de la EGB, en las Escuelas Técnicas ORT y ORT Nº 2. Participó de proyectos de investigación en el área de Ecología urbana, dependientes de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires, y en proyectos independientes sobre la contaminación del Riachuelo.

Andrea Burgin. Profesora en Ciencias Naturales, egresada del Instituto Nacional Superior del Profesorado "Dr. Joaquín V. González". Trabajó en educación media en diferentes escuelas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de la provincia de Buenos Aires. Es coautora de libros para el alumno y el docente de 2º y 3º ciclos de la EGB.

Silvia Consoni. Profesora de Física y Química, egresada del Instituto del Consejo Superior de Educación Católica (CONSUDEC). Profesora titular de Física y Química en el Instituto "San Cayetano", de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en el Bachillerato con Orientación Docente y Comercial. Profesora titular de Química, Química Biológica y Física Biológica, en el Instituto "Don Bosco", de Ramos Mejía, provincia de Buenos Aires, en el nivel Polimodal, modalidad Ciencias Naturales.

Beatriz Ensabella. Profesora en Geografía, egresada de la Escuela Normal de Profesores "Alejandro Carbó", de la provincia de Córdoba. Se desempeña como docente en el Nivel Medio, en la Escuela Superior de Comercio "Manuel Belgrano", dependiente de la Universidad de Córdoba.

Cristina Landi. Profesora de Física y Química, con especialización en Informática Educativa. Egresada del Instituto del Consejo Superior de Educación Católica (CONSUDEC). Profesora de Física, Química y Computación del Instituto "San Cayetano", de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires; y de Química y Programación en el Instituto "San Cosme y San Damián". Docente a cargo del Club de Ciencias "Dra. Eugenia de Lustig", del Instituto "San Cayetano".

Andrea Marcó. Licenciada en Biología, egresada de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata. Investigadora de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. Actualmente se desempeña como bióloga al servicio de la Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires y en tareas relacionadas con la escritura de divulgación científica.

Omar Otero Mac Dougall. Profesor en Ciencias Naturales, egresado del Instituto Nacional Superior del Profesorado "Joaquín V. González". Docente de Ciencias Naturales y de Educación para la Salud, en la escuela técnica ORT, y de Microbiología y Parasitología, en el CENS Nº 55, del Hospital Ramos Mejía. Trabaja en el desarrollo de módulos didácticos en ciencias, en el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología "Abremate", de la Universidad Nacional de Lanús.

María Verónica Rocetti. Profesora de Ciencias Naturales, egresada del Instituto del Consejo Superior de Educación Católica (CONSUDEC). Licenciada en Ciencias Biológicas, por el Ministerio de Educación y Ciencia de España. Profesora titular de Ciencias Naturales, en el Tercer Ciclo de la EGB, y de Biología, en el nivel Polimodal, en el colegio "Holly Cross", de Béccar, provincia de Buenos Aires.

Mari Sapp. Geóloga, a cargo del área Geología Ambiental, Cartografía Temática y S.I.G., de la Delegación Córdoba del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Se desempeña como docente de la carrera Licenciatura en Geografía, de la Universidad Nacional de Córdoba.

Roberto Venero. Licenciado en Astronomía, de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata. Auxiliar en la cátedra "Atmósferas Estelares", en esa facultad. Profesor de Astronomía en el Colegio Nacional "Rafael Hernández", de la UNLP. Coordinador del área de propuestas de divulgación, en el Observatorio Astronómico de La Plata.