

SERIE  
NUEVAS  
MIRADAS

# Física y Química I

**Marta Bulwik y Jorge Rubinstein** (Coordinadores)

Silvia Calderón ➤ Jorge Casen ➤ Karina Di Francisco ➤ Diana Macchi

Dolores Marino ➤ Liliana Olazar ➤ María Gabriela Rodríguez Usé

ES 2º AÑO

NAP

Formación General en el Ciclo Básico  
de la Escuela Secundaria



tinta fresca®

# Física y Química

# I



# Física y Química I



Gerente general  
**Claudio De Simony**  
Directora editorial  
**Alina Baruj**

Coordinación autoral  
**Marta Bulwik**  
**Jorge Rubinstein**

Autores  
**Silvia Calderón**  
**Karina Di Francisco**  
**Diana Macchi**  
**Dolores Marino**  
**Liliana Olazar**  
**María Gabriela Rodríguez Usé**

Editora  
**Jennifer Pochne**  
Corrector  
**Diego Kochmann**

Jefa de arte  
**Eugenia Escamez**  
Coordinadora de arte y  
diseño de maqueta  
**Lorena Morales**  
Diseño de tapa  
**Héctor Horacio Chivih Steinig**  
Diagramación  
**Pablo Branchini**

Ilustraciones  
**Fabián Slongo**  
**Daniel Zilberberg**

Jefa de pre prensa y fotografía  
**Andrea Balbi**  
Selección de imágenes  
**Leandro Ramírez**

Fotografías  
**Archivo Clarín**  
**Martín Katz**  
**Roberto Cinti**  
**Pablo Picca**

Asistente editorial  
**Carolina Pizze**

Producción editorial  
**Ricardo de las Barreras**  
**Gustavo Melgarejo**

Marketing editorial  
**Mariela Inés Gomez**

© **Tinta fresca ediciones S. A.**  
Corrientes 534, 1<sup>er</sup> piso  
(C1043AAS)  
Ciudad de Buenos Aires

Hecho el depósito que establece  
la ley 11.723.  
Libro de edición argentina.  
Impreso en la Argentina.  
*Printed in Argentina.*

ISBN 978-987-576-780-5

La presente publicación se ajusta  
a la cartografía oficial establecida  
por el Poder Ejecutivo Nacional a  
través del IGN -Ley N° 22.963- y  
fue aprobada por el Expte. N°  
GG15 1647/5.

Física y química I / Silvia E. Calderón  
... [et al.] ; coordinación general  
de Marta Bulwik ; Jorge Alberto  
Rubinstein. - 1a ed. edición para el  
alumno. - Ciudad Autónoma de  
Buenos Aires : Tinta Fresca, 2015.  
256 p. ; 28 x 22 cm.

ISBN 978-987-576-780-5

1. Física. I. Calderón, Silvia E. II.  
Bulwik, Marta, coord. III. Rubinstein,  
Jorge Alberto, coord.  
CDD 530

Este libro se terminó de imprimir  
en el mes de noviembre de 2015.  
La tirada consta de 6.500  
ejemplares.



Este logo alerta al lector sobre  
la amenaza que fotocopiar libros  
representa para el futuro de la  
escritura. En efecto, la fotocopia de  
libros provoca una disminución tan  
importante de la venta de libros que  
atenta contra la posibilidad de los  
autores de crear nuevas obras y de las  
editoriales de publicarlas.

La reproducción total o parcial de  
este libro en cualquier forma que sea,  
idéntica o modificada, y por cualquier  
medio o procedimiento, sea mecánico,  
electrónico, informático o magnético  
y sobre cualquier tipo de soporte,  
no autorizada por los editores, viola  
derechos reservados, es ilegal y  
constituye un delito.

En español, el género masculino  
en singular y plural incluye ambos  
géneros. Esta forma propia de la  
lengua oculta la mención de lo  
femenino. Pero, como el uso explícito  
de ambos géneros dificulta la lectura,  
los responsables de esta publicación  
emplean el masculino incluso en todos  
los casos.



# ► Índice

## Capítulo 1

<b>Invitación al mundo de la Física y de la Química</b> .....	7
<b>La ciencia y la actividad de los científicos</b> ..	8
Campo de estudio de los físicos y los químicos ..	9
<b>Un modelo para estos cubos</b> .....	11
<b>Esto decían: Guyton de Morveau, Lavoisier, Bertholet y De Fourcroy</b> .....	12
<b>Esto decía: Luis Federico Leloir: "Por qué me dediqué a la investigación"</b> .....	16
Física y Química en la escuela, ¿para qué? .....	17
Los orígenes de estas ciencias .....	18
El trabajo de los químicos y los físicos en la Argentina .....	21
<b>Ideas básicas</b> .....	23
<b>Actividades finales</b> .....	24

## Capítulo 2

<b>Interacciones y fuerzas</b> .....	25
<b>Fenómenos naturales y movimiento</b> .....	26
Los fenómenos naturales .....	26
Un detector de la aceleración .....	30
<b>Interacciones y fuerzas</b> .....	31
Las interacciones .....	31
Origen de las interacciones .....	32
Las fuerzas .....	33
<b>Características de una fuerza</b> .....	35
Carácter vectorial .....	35
<b>Actividades experimentales: Aplicación de fuerzas</b> .....	35
Representación de una fuerza .....	36
Sistemas de fuerzas .....	37
<b>Clasificación de fuerzas</b> .....	39
Fuerzas de contacto .....	39
Fuerzas a distancia .....	40
<b>Gravedad y peso</b> .....	41
La gravedad .....	41
<b>La masa y las leyes de Newton</b> .....	43
Leyes de inercia y de interacción .....	44
<b>SIMELA</b> .....	44
<b>La presión</b> .....	45
<b>La presión en los líquidos y en los gases</b> ....	46
<b>Ideas básicas</b> .....	47
<b>Actividades finales</b> .....	448

## Capítulo 3

<b>La energía</b> .....	49
<b>La energía</b> .....	50
La energía se puede medir .....	51
<b>Potencia</b> .....	52
<b>La energía se presenta en varias formas</b> ..	55
Energía cinética .....	55
Energía potencial .....	55
<b>La energía se conserva</b> .....	57
<b>La energía se degrada</b> .....	59
Muerte térmica del universo .....	60
<b>Ideas básicas</b> .....	61
<b>Actividades finales</b> .....	62

## Capítulo 4

<b>Transferencia de energía</b> .....	63
<b>La energía puede pasar de un sistema a otro</b> .....	64
Formas de transferencia de energía .....	65
<b>El trabajo mecánico</b> .....	66
Intercambio de energía por trabajo .....	67
<b>Calor</b> .....	68
Temperatura y energía interna .....	68
Transferencia de energía por calor .....	69
<b>Cómo se transmite el calor</b> .....	70
Conducción .....	70
Convección .....	72
Radiación .....	74
<b>La energía que llega desde el Sol</b> .....	76
<b>Ideas básicas</b> .....	77
<b>Actividades finales</b> .....	78

## Capítulo 5

<b>La materia y la energía</b> .....	79
<b>Los materiales del entorno</b> .....	80
Objetos, materia, materiales .....	80
<b>Actividades experimentales: Los materiales y sus usos</b> .....	81
<b>Propiedades de la materia y de los materiales</b> .....	82
<b>Las propiedades de los materiales y sus usos</b> .....	83
<b>Más propiedades, más usos</b> .....	84
<b>Actividades experimentales: La viscosidad</b> .....	84



Actividades experimentales: Los materiales y la conducción del calor.....	85
<b>Los estados de la materia.....</b>	<b>86</b>
Describir lo que se percibe con los sentidos .....	86
Actividades experimentales: Para explorar las propiedades de los sólidos y de los líquidos.....	87
Actividades experimentales: Explorar propiedades de los gases .....	88
<b>Propiedades macroscópicas de los gases .....</b>	<b>88</b>
<b>Leyes para los gases .....</b>	<b>88</b>
Ley de Charles y Gay Lussac .....	88
Actividades experimentales: Para explorar la relación entre el volumen y la temperatura en una masa gaseosa.....	89
Ley de Boyle y Mariotte.....	90
Actividades experimentales: Para explorar la relación entre la presión y el volumen en una masa gaseosa.....	91
Los aerosoles y la Segunda Ley de Gay-Lussac .....	92
El gas ideal y la ecuación de estado.....	92
¿Aire líquido? .....	92
<b>Modelo cinético-corpúscular .....</b>	<b>93</b>
Modelizar lo invisible .....	93
Actividades experimentales: Modelo para sólidos y líquidos.....	93
Actividades experimentales: Modelo para gases .....	95
<b>Cambios de estado .....</b>	<b>98</b>
¿Evaporación o ebullición.....	98
¿Gas o vapor?.....	98
Actividades experimentales: Para comparar velocidades de evaporación.....	99
¿Licuación o condensación? .....	99
Actividades experimentales: Evidencias de volatilización .....	100
<b>Actividades experimentales y normas de seguridad .....</b>	<b>100</b>
La materia y la energía interaccionan .....	102
Modelizar lo invisible .....	103
Otro estado de la materia .....	104
<b>Ideas básicas.....</b>	<b>105</b>
<b>Actividades finales.....</b>	<b>106</b>

<b>Capítulo 6</b>	
<b>Los materiales interaccionan.....</b>	<b>107</b>
<b>Las mezclas y las reacciones químicas....</b>	<b>108</b>
Actividades experimentales: Para detectar reacciones químicas .....	109
Mezclas heterogéneas .....	110
Actividades experimentales: Para explorar sistemas heterogéneos.....	112
Actividades experimentales: Para identificar suspensiones.....	114
Mezclas homogéneas .....	115
Actividades experimentales: Describir lo que se percibe con los sentidos: técnica de teñido batik.....	116
Modelizar lo invisible .....	117
Actividades experimentales: Cómo obtener agua destilada usando un procedimiento simple y casero .....	121
Actividades experimentales: Cuando 1 + 1 no es igual a 2: las masas y los volúmenes .....	125
Clasificar soluciones.....	126
Actividades experimentales: ¿Todos se disuelven con todos? .....	128
Modelizar lo invisible .....	129
Transformaciones químicas.....	129
<b>Ideas básicas.....</b>	<b>133</b>
<b>Actividades finales.....</b>	<b>134</b>

<b>Capítulo 7</b>	
<b>Sustancias y reacciones químicas .....</b>	<b>135</b>
<b>Las transformaciones químicas.....</b>	<b>136</b>
Una vuelta sobre el modelo cinético-corpúscular .....	137
¿Qué es una reacción química? .....	138
Actividades experimentales: Descomposición del agua oxigenada.....	138
Divulgación de la ciencia: Un poco de historia sobre átomos y moléculas .....	139
Átomos y moléculas a través de la historia .....	140
El lenguaje de los químicos I: los símbolos.....	141
El lenguaje de los químicos II: las fórmulas .....	143
Actividades experimentales: Soluciones conductoras de la electricidad.....	145
Fórmulas para todos.....	146
Esto decía: Joseph Priestley .....	147
Actividades experimentales: El experimento de Priestley .....	148



Procedimientos: Elaboración de informes escolares.....	150
Una vuelta sobre las transformaciones químicas.....	151
Reacciones de reconocimiento.....	152
<b>Sustancias compuestas, sustancias simples y elementos</b> .....	<b>153</b>
Elemento, una palabra con varios significados.....	154
La tabla periódica de los elementos.....	155
<b>Actividades experimentales: ¿Metales o no metales?</b> .....	<b>158</b>
<b>Ideas básicas</b> .....	<b>159</b>
<b>Actividades finales</b> .....	<b>160</b>
 <b>Capítulo 8</b>	
<b>Química en la vida cotidiana</b> .....	<b>161</b>
<b>Los seres humanos, los materiales y el ambiente</b> .....	<b>162</b>
Combustibles y combustiones.....	162
<b>Actividades experimentales: Para encender la curiosidad: el mechero de Bunsen</b> .....	<b>162</b>
Recursos cada vez más escasos: petróleo y gas natural.....	164
Petróleo y combustibles derivados.....	165
El gas natural.....	165
<b>El aire que respiramos y el efecto invernadero</b> .....	<b>168</b>
<b>Simulación del efecto invernadero</b> .....	<b>168</b>
La contaminación atmosférica y el calentamiento global.....	169
<b>El agua que consumimos</b> .....	<b>170</b>
Agua potable.....	171
Aguas minerales.....	171
Contaminación de las aguas.....	172
<b>Usemos el agua con conciencia</b> .....	<b>173</b>
<b>Las plagas y los plaguicidas</b> .....	<b>175</b>
Hagamos las cosas bien.....	176
<b>Corrosión: los materiales interaccionan con el ambiente</b> .....	<b>177</b>
La corrosión metálica.....	177
<b>Actividades experimentales: Procesos de corrosión</b> .....	<b>179</b>
<b>Buscar y seleccionar información en Internet</b> .....	<b>181</b>
<b>Protección contra la corrosión</b> .....	<b>182</b>

Una forma de protección: el galvanizado.....	182
Corrosión hasta en las piedras.....	183
Los vidrios.....	184
<b>Ideas básicas</b> .....	<b>185</b>
<b>Actividades finales</b> .....	<b>186</b>

 <b>Capítulo 9</b>	
<b>Electricidad y magnetismo</b> .....	<b>187</b>
<b>Atracciones y repulsiones eléctricas</b> .....	<b>188</b>
<b>Actividades experimentales: Para probar la atracción y repulsión de distintos materiales</b> .....	<b>118</b>
Dos formas de electricidad. Cargas positivas y negativas.....	189
Franklin y el signo de las cargas eléctricas.....	189
Experiencias difíciles.....	189
<b>La carga eléctrica y el modelo atómico</b> ..	<b>190</b>
Cuerpos cargados eléctricamente.....	191
Conductores y aisladores eléctricos.....	192
Conservación de la carga.....	193
Detección de carga eléctrica.....	193
Formas de electrizar un cuerpo.....	194
La jaula de Faraday.....	195
El cuerpo humano también es conductor.....	195
Ley de Coulomb.....	196
Cálculos de fuerzas aplicando la Ley de Coulomb.....	197
Magnetismo.....	198
Modelo del interior de un imán.....	200
Formas de imantar un objeto.....	200
Otras aplicaciones de los electroimanes.....	202
Electricidad y magnetismo.....	202
<b>Campos eléctricos y magnéticos</b> .....	<b>203</b>
La electricidad en la atmósfera.....	206
<b>Actividades experimentales: Líneas de campos magnéticos</b> .....	<b>209</b>
Campo magnético terrestre.....	210
El magnetismo y la electrostática en la vida cotidiana.....	212
<b>Campos y energía</b> .....	<b>214</b>
<b>Ideas básicas</b> .....	<b>215</b>
<b>Actividades finales</b> .....	<b>216</b>



Capítulo 10	
<b>Los circuitos eléctricos</b>	<b>217</b>
<b>Energía eléctrica</b>	<b>218</b>
Corriente eléctrica	219
Actividades experimentales: Conducción en líquidos	220
Intensidad de la corriente eléctrica	221
Efectos de la corriente eléctrica	222
Efecto químico	222
<b>Diferencia de potencial y fuerza electromotriz</b>	<b>223</b>
Ley de Ohm	224
Conexión de resistencias	226
Circuito mixto	229
Actividades experimentales: Circuitos con lamparitas	230
Potencia eléctrica	231
Circuito eléctrico domiciliario	232
La corriente eléctrica y el cuerpo humano	233
Generación de energía eléctrica	234
<b>Generadores eléctricos</b>	<b>235</b>
<b>Transformadores</b>	<b>236</b>
Transporte de energía eléctrica	237
Centrales eléctricas	238
Ideas básicas	239
Actividades finales	240

Capítulo 11	
<b>La Tierra y el Sistema Solar</b>	<b>241</b>
<b>El Sistema Solar</b>	<b>242</b>
Algunas dimensiones del Sistema Solar	242
<b>Modelos del Sistema solar</b>	<b>243</b>
<b>La Tierra y sus movimientos</b>	<b>244</b>
Nuestro planeta	244
El día y la noche	245
Refracción de la luz	245
<b>Las estaciones</b>	<b>246</b>
<b>Ley de Gravitación Universal</b>	<b>247</b>
Las leyes de Kepler	247
La propuesta de Newton	247
Calculando la atracción gravitatoria	248
Cuerpos en órbita	248
<b>Los viajes espaciales</b>	<b>249</b>
La ingravidez en una estación espacial	249
<b>Las mareas</b>	<b>250</b>
<b>La atmósfera terrestre</b>	<b>250</b>
<b>El ciclo del agua</b>	<b>251</b>

El ciclo del carbono	252
Intervención de las actividades humanas	252
Ideas básicas	253
Actividades finales	254
Índice alfabético temático	255



# Invitación al mundo de la Física y de la Química

## 1

### Contenidos

- > La Física y la Química en la escuela
- > Los orígenes y el desarrollo de la Física y la Química
- > Física y Química en la Argentina



Muchos de los aspectos de la sociedad moderna y de la vida de cada uno de nosotros se ven evidentemente afectados por el desarrollo científico. Este desarrollo ha influido, por ejemplo, en los avances producidos en las comunicaciones: la televisión, la telefonía celular y los soportes tecnológicos de la informática provienen en buena medida de aplicaciones científicas.

A lo largo de la historia, las distintas ciencias han surgido y se han desarrollado a partir de la curiosidad de los seres humanos por saber más, generando en cada época pautas y métodos que definen el saber científico.

El conocimiento científico ha permitido comprender más acerca de lo más pequeño, la estructura de la materia, y ha propuesto teorías que la explican. La ciencia también se volcó al estudio de lo más grande, el cosmos, explicando su evolución a partir de la teoría de Big Bang.

En este libro haremos un recorrido por algunos de los temas que se estudian en dos de las ciencias experimentales, la Física y la Química. Conoceremos algunos de sus métodos de investigación, sus historias, los grandes campos que abordan y su desarrollo en nuestro país.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C1](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C1)



### EN ESTE CAPÍTULO...

Se explicará qué son la Física y la Química, qué hacen los científicos, qué estudian y de qué manera, dónde trabajan, y qué preguntas han podido y pueden responder al iniciarse este siglo.





El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) es un ente destinado a promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país.

## La ciencia y la actividad de los científicos

Desde épocas remotas, los seres humanos se han hecho preguntas como qué son el Sol y la Luna, cómo arde un trozo de madera o por qué se producen las tormentas eléctricas.

En Occidente, las ciencias como la Física y la Química comenzaron a consolidarse como tales a partir del siglo XVI. Por esa época, los europeos interesados en responder algunos de los interrogantes que ellos mismos se planteaban sobre el mundo natural, comenzaron a organizar de manera sistemática sus observaciones: diseñaban y realizaban experimentos, registraban datos y elaboraban respuestas. También se reunían en grupos, intercambiaban ideas y discutían posibles explicaciones. Según su objeto de estudio, se fueron agrupando en torno a algunas ciencias: Química, Biología, Física, Geología y Astronomía. Desde entonces, los conocimientos científicos en las distintas áreas de estudio han continuado desarrollándose ininterrumpidamente.

Hoy vivimos en un mundo científico-tecnológico. Las decisiones que se toman en cada casa, en cada barrio y en cada país muchas veces se vinculan con la ciencia, a pesar de que no todos los ciudadanos son científicos.

Sin los descubrimientos científicos, no existirían teléfonos celulares, automóviles, plásticos, electricidad, computadoras, sistemas de refrigeración, pilas, pañales descartables, zapatillas, medias de *lycra*, desinfectantes, limpiadores para el hogar, equipos para diagnósticos médicos (radiografías, tomografías, resonancia magnética nuclear); la lista es tan larga que podríamos llenar varias hojas...

### Actividades



1. Reunidos en pequeños grupos analicen la ilustración que se encuentra en esta página.
  - a. Hagan una lista con todos los objetos que no hubieran podido tener hace 500 años.
  - b. ¿Cómo creen que sería esta habitación sin estos objetos?
  - c. Comparen sus respuestas con las de otros grupos y elaboren una conclusión junto con el docente.



Los científicos, tanto hombres como mujeres, trabajan en centros de investigación (públicos o privados) y también en empresas vinculadas con el desarrollo de productos y tecnologías, muchas de las cuales no hubiéramos imaginado que pudieran existir hace algunos años.

Algunos ejemplos de los avances de la ciencia en estos últimos tiempos son el descubrimiento de los rayos X y la radiactividad y los importantes progresos que se han hecho en la explicación de la estructura del cosmos: cómo se originó, la constitución de los cuerpos celestes y la radiación cósmica. Además, se han diseñado distintas estrategias para potabilizar agua o generar electricidad, fabricar nuevos materiales como los plásticos, y sintetizar colorantes y medicamentos.

## Campo de estudio de los físicos y los químicos

Los químicos estudian las propiedades de los materiales, su constitución y las transformaciones que se producen en ellos. Los físicos, por su parte, intentan explicar diversos fenómenos naturales, para lo que buscan establecer las leyes básicas que siguen la materia y la energía. En cualquiera de sus formas, ambas ciencias tratan de responder preguntas como las siguientes: ¿cómo se puede conocer la estructura de una molécula si no se puede ver a simple vista? ¿Se pueden sintetizar medicamentos? ¿Qué aplicaciones tiene un láser? ¿Cómo se genera electricidad? ¿Qué materiales son buenos conductores? ¿Qué es una estrella? ¿Qué es la luz?

## Dónde y cómo trabajan los físicos y los químicos

En la actualidad, no se puede pensar en un científico trabajando solo en un laboratorio. Los problemas planteados son complejos e interdisciplinarios, por lo que su solución requiere del aporte de varias ciencias. Por ejemplo, si se estudian las propiedades de nuevas aleaciones para la aviación, no solo trabajará un químico, sino también físicos e ingenieros con diferentes especialidades.

En general, cuando los científicos se proponen llevar adelante una investigación, realizan **observaciones** (directas o por medio de instrumentos), las registran, analizan sus **datos**, buscan información sobre lo ya conocido, y formulan sus explicaciones a partir del conjunto de saberes y creencias previas de que disponen. Estas explicaciones se denominan **hipótesis** y son **provisorias**, porque son aceptadas por la comunidad científica a la luz de los conocimientos posibles en esa época. Por ejemplo, durante muchos años se creyó que los átomos eran las mínimas partículas que constituían la materia y que eran indivisibles. Los avances científicos han permitido demostrar al día de hoy que esto no es así.

Científicos trabajando.



Un haz de luz blanca se descompone al atravesar un prisma de vidrio.

## Características del conocimiento científico

- 1. Descriptivo:** permite decir cómo es una cosa.
- 2. Metódico y sistemático:** usa procedimientos acordados por la comunidad científica, y sigue un orden u organización.
- 3. Crítico, analítico y comprobable:** pone a prueba los resultados obtenidos a través de la experimentación.
- 4. Reproducible:** puede ser repetido por otros científicos.
- 5. Provisorio:** posibilita su revisión en todo momento.
- 6. Creativo:** para generar una nueva teoría, avanza sobre terrenos no explorados.



## Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas:

- a. ¿Por qué se usan modelos para explicar los fenómenos naturales?
- b. ¿Por qué las teorías científicas no son perdurables en el tiempo? Enuncien ejemplos.

2. Analicen la siguiente frase: *“Los cambios en los puntos de vista son los que permiten el avance de la ciencia, ya que es más importante mejorar las creencias que defenderlas a pesar de saber que son erróneas”*. Paul G. Hewitt.

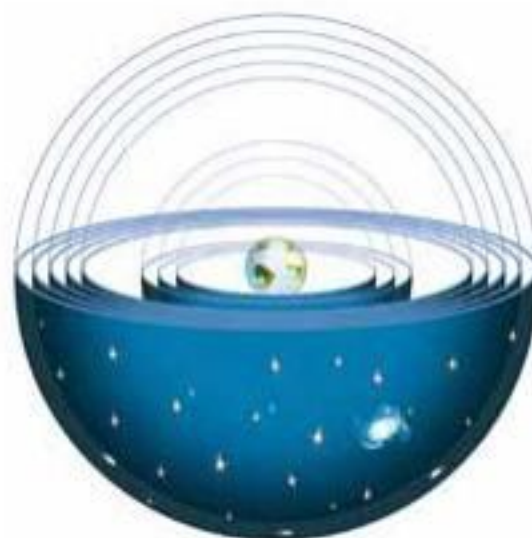
## Los científicos y los modelos

Los químicos y los físicos, continuamente responden preguntas vinculadas con la explicación de fenómenos naturales o artificiales en los que intervienen intercambios de energía, y las propiedades de los diferentes materiales que los forman. Cuando investigan, los científicos pueden encontrarse con procesos complicados o con objetos de estudio enormes, como las galaxias, u otros extremadamente pequeños, como los átomos o las moléculas que forman un cuerpo. Entonces, para poder trabajar, los investigadores realizan representaciones simplificadas de sus objetos de estudio, llamados **modelos**, que les resultan de gran utilidad para poder explicar algunos fenómenos.

A partir de los conocimientos de cada época y de los datos experimentales con los que cuentan, los científicos proponen representaciones que se utilizan para explicar diferentes fenómenos. Por ejemplo, la línea de pensamiento para proponer un modelo podría ser la siguiente: a partir de nuestros conocimientos científicos, de las observaciones y de los datos experimentales con los que contamos, podríamos proponer que el aire está formado por pequeñas bolitas invisibles que se mueven rápidamente y que chocan entre sí y contra los sólidos sumergidos en él. Mientras permitiera explicar el comportamiento del aire, este modelo se mantendría. En cuanto alguna propiedad de este sistema o de su comportamiento no se pudiera explicar de esta manera, habría que cambiar de modelo por otro que fuera capaz de salvar estas dificultades.

En todos los tiempos, la elaboración de teorías y la construcción de modelos son provisionarias. Por ejemplo, hasta fines del siglo XVIII se desconocía la existencia del oxígeno. La combustión de un trozo de madera se explicaba a partir de la **teoría del flogisto**. Esta teoría planteaba que todos los materiales combustibles contenían una sustancia llamada “flogisto”, que perdían cuando se producía la combustión. Hoy se sabe que esta explicación no es adecuada, y que este tipo de transformaciones se producen cuando reaccionan determinados materiales (combustibles) con algunas sustancias en estado gaseoso, como el oxígeno (comburente).

Desde los tiempos más antiguos se observaba la salida y puesta del Sol, así como también el movimiento de las estrellas y la Luna. Se pensaba que la Tierra estaba quieta y el resto de los cuerpos celestes se movían en torno de ella. Dicha teoría formulada por Aristóteles se denominó geocéntrica. Recién en el siglo XVI, Nicolás Copérnico propuso un sistema planetario con el Sol en el centro, que revolucionó la Astronomía.



Modelo geocéntrico.



Modelo del Sistema Solar copernicano.



## Un modelo para estos cubos

Supongamos que tenemos un conjunto de cubos, todos idénticos entre sí, aparentemente de plastilina y de 5 cm de lado, a los cuales llamamos cubos A. Supongamos ahora que sospechamos que cada uno de ellos tiene algo en su interior, pero no los podemos cortar. Entonces, para poder investigarlos sin tener que romperlos, tendremos que construir un “modelo” del cubo de plastilina.

Si comparamos este ejemplo con el trabajo de los científicos, debemos entender que para ellos el hecho de no romperlos para ver qué hay adentro no es un capricho. Cuando construyen un modelo, los científicos no pueden meterse literalmente dentro de un átomo o ir hasta el interior de una estrella para ver cómo son por dentro.

Para continuar con nuestro ejemplo, podríamos usar la siguiente estrategia: comenzamos por construir un cubo de plastilina fabricado por nosotros de iguales dimensiones a las de los cubos A. Luego, pesamos en simultáneo el cubo que fabricamos y uno de los cubos A que queremos modelar. Si este último pesa en efecto más que el que nosotros construimos, entonces podemos deducir que el cubo A no está vacío, es decir, que tiene adentro algún objeto pesado. Este objeto podría ser una piedra, un tornillo, una bolita de plomo, etc. Pero hasta el momento, lo único que podemos afirmar es que el cubo A tiene un cuerpo en su interior.

Luego, podríamos tratar de mejorar el modelo averiguando qué forma tiene el cuerpo que está adentro de los cubos A. Para esto iríamos atravesando perpendicularmente las caras de uno de los cubos A con agujas de tejer rectas, midiendo de alguna manera el lugar donde se hace cada perforación.

Si algunas agujas pasaran y otras no, esto nos permitiría hacer un modelo de la forma del cuerpo sólido colocado en el interior, así como también su posición. Por ejemplo, podríamos llegar a la conclusión que dentro del cubo, ubicado en su centro, hay una bolita dura de aproximadamente 2 cm de diámetro, por lo que la aguja no la puede atravesar (figura A).

Entonces, ese sería nuestro modelo de los cubos A que tendríamos para investigar. Ahora deberíamos tomar cualquiera de los cubos A reales y comprobar el modelo. Para esto, deberíamos repetir el procedimiento con las agujas y si el modelo fuera correcto, entonces estas no pasarían por donde está la bolita, pero sí por donde solo hay plastilina (figura B).

Pero, ¿qué sucedería si alguien colocara una aguja justo en el medio de una cara del cubo A y al perforarla perpendicularmente esta pasara al otro lado? Entonces, esto significaría que el modelo falló y sería necesario proponer otro. Por ejemplo, uno en el cual supusiéramos que la bolita tiene un agujero que permite el paso de la aguja.

Cuando los científicos investigan algo invisible operan de esta manera, experimentan, mejoran los modelos, pero... nunca pueden abrir la plastilina para ver qué hay adentro.

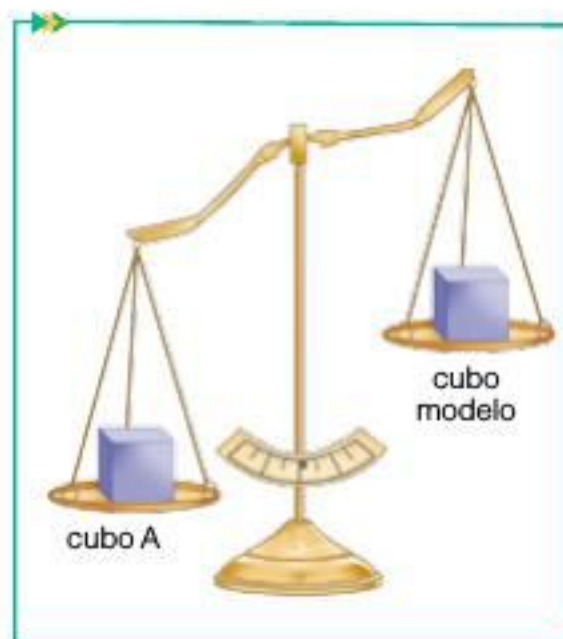


Figura A.



Figura B.



## L. B. Guyton de Morveau, A. Lavoisier, C. Bertholet y A. de Fourcroy

1. Lean atentamente el siguiente fragmento extraído del libro *Traité Élémentaire de Chimie* (Tratado de Química Elemental) escrito en 1789 por los químicos franceses Louis Bernard Guyton de Morveau, Antoine Lavoisier, Claude-Louis Bertholet y Antoine de Fourcroy, y traducido al inglés por Robert Kerr (Edinburgo, 1790), pp. 3-7, 15, 26-30.
2. En grupos, busquen datos sobre la biografía del químico Antoine Lavoisier. Elaboren un resumen y compárenlo con el que han hecho los demás grupos. No se olviden de mencionar las referencias completas de las fuentes de información a las que acudieron. ¿Todos los grupos seleccionaron los mismos datos sobre el investigador? Si lo creen apropiado, completen sus resúmenes con otra clase de información que hayan aportado los demás grupos.

*"[...] el agua debajo de 0 °C permanece sólida y es llamada hielo. Arriba de esa temperatura [...], sus partículas no están más sujetas todas juntas por atracción recíproca, y pasa a ser un líquido, [...] cuando elevamos la temperatura por encima de 100 °C, sus partículas, llevadas por la repulsión causada por el calor, asumen el estado de vapor o gas, y el agua cambia a la forma de un fluido aeriforme. Lo mismo podría decirse de todos los cuerpos en la naturaleza: ellos son sólidos o líquidos, o en el estado de un vapor aeriforme, [...] en proporción a los grados de calor a los cuales ellas son expuestas.*

*Este fenómeno se explica como los efectos de una sustancia real y material o un fluido muy sutil el cual [...] separa las partículas unas de otras [...]. Esta sustancia, sea lo que sea, es lo que provoca la sensación de calor, o en otras palabras, la sensación que llamamos calor es causada por la acumulación de esta sustancia [...]. Por eso nosotros hemos distinguido la causa de calor, o ese fluido exquisitamente elástico [...] y hemos utilizado el término calórico".*



3. Organícense en grupos y, luego resuelvan las siguientes consignas:
  - a. Identifiquen en el texto hechos, datos y suposiciones.
  - b. ¿Cuáles son las explicaciones que figuran en el texto que en la actualidad no son consideradas correctas? Elaboren entre todos conclusiones comunes con ayuda del docente.



© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La existencia de un lenguaje común permite la comunicación entre científicos de distintos lugares del mundo. Por eso, muchos hallazgos y descubrimientos se realizan en equipos, cuyos integrantes viven en países diferentes.

Todas las sustancias están formadas por elementos (sodio, hierro, oxígeno, azufre, nitrógeno, etcétera). Estos elementos se representan con **símbolos** y se han ordenado según la estructura de sus átomos en la **tabla periódica**. Los químicos de todo el mundo usan esta tabla como una valiosa herramienta. A continuación pueden ver una parte de la tabla periódica de los elementos en dos idiomas.

		13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	2 4 002602 <b>He</b> Helium
		5 10.811 <b>B</b> Boron	6 12.011 <b>C</b> Carbon	7 14.00674 <b>N</b> Nitrogen	8 15.9994 <b>O</b> Oxygen	9 18.9984032 <b>F</b> Fluorine	10 20.1797 <b>Ne</b> Neon
11 IB	12 IIB	13 26.981539 <b>Al</b> Aluminum	14 28.0855 <b>Si</b> Silicon	15 30.973762 <b>P</b> Phosphorus	16 32.065 <b>S</b> Sulfur	17 35.4527 <b>Cl</b> Chlorine	18 39.948 <b>Ar</b> Argon
29 83.546 <b>Cu</b> Copper	30 65.39 <b>Zn</b> Zinc	31 69.723 <b>Ga</b> Gallium	32 72.61 <b>Ge</b> Germanium	33 74.92159 <b>As</b> Arsenic	34 78.96 <b>Se</b> Selenium	35 79.904 <b>Br</b> Bromine	36 83.80 <b>Kr</b> Krypton
47 107.8682 <b>Ag</b> Silver	48 112.411 <b>Cd</b> Cadmium	49 114.82 <b>In</b> Indium	50 118.710 <b>Sn</b> Tin	51 121.75 <b>Sb</b> Antimony	52 127.60 <b>Te</b> Tellurium	53 126.90447 <b>I</b> Iodine	54 131.29 <b>Xe</b> Xenon
79 196.96654 <b>Au</b> Gold	80 200.59 <b>Hg</b> Mercury	81 204.3833 <b>Tl</b> Thallium	82 207.2 <b>Pb</b> Lead	83 208.98037 <b>Bi</b> Bismuth	84 208.9824 <b>Po</b> Polonium	85 209.9871 <b>At</b> Astatine	86 222.0176 <b>Rn</b> Radon

2. Averigüen por qué los símbolos químicos que figuran en las tablas no siempre coinciden con la inicial del nombre del elemento.



# La historia del Premio Nobel

Seguramente habrán escuchado que año tras año algunos científicos que se han destacado por su trabajo en beneficio de la humanidad, reciben el Premio Nobel. Pero, ¿cuál es el origen de este premio?

Alfred Nobel (1833-1896) trabajaba con su padre y su hermano en la fabricación de uno de los explosivos más conocidos hasta ese momento: la nitroglicerina. Esta sustancia es extremadamente sensible y puede estallar por solo agitarla

o golpear el recipiente que la contiene. En 1864 se produjo una explosión en una de las fábricas, una tragedia que conmovió a toda su familia: murieron su hermano y cinco operarios. Entonces, Nobel se propuso encontrar la forma de hacer de esta sustancia un explosivo de menor riesgo: lo mezcló con arcillas llamadas "kieselgurhr", y así obtuvo la dinamita. Esto lo llevó a transformarse en la persona más rica de Suecia en aquellos días.

Sin herederos, decidió legar toda su fortuna a todos aquellos que se destacaran por sus descubrimientos en beneficio de la humanidad en los siguientes campos del saber: Física, Química, Fisiología o Medicina, y Literatura, voluntad que se cumplió tras su muerte, el 10 de diciembre de 1896. El quinto premio sería otorgado a quien se destacara por su labor en pro de la paz de los pueblos.

OCTUBRE 2014

## ¡Último momento!

El Premio Nobel de Química fue para los estadounidenses Eric Betzig y William Moerner, y el alemán Stefan Hell, quienes trabajaron en el desarrollo de la microscopía fluorescente de alta resolución o nanoscopía. Esta técnica permite a los científicos visualizar los caminos de las moléculas individuales dentro de una célula viva, y las conexiones entre neuronas para la transmisión del impulso nervioso. El desarrollo de la nanoscopía contribuyó en el campo de estudio de enfermedades como el Alzheimer y el Parkinson, así como en el análisis de procesos cognitivos en las neuronas del cerebro.

Los galardonados pertenecen a tres centros de investigación diferentes: Moerner a la Universidad de Stanford, en Estados Unidos, Betzig al Campus de Investigación Janelia del Instituto Médico Howard Hughes en Ashburn, también de Estados Unidos y Hell al Instituto Max Planck de Química Biofísica de Alemania.

El premio Nobel de Física fue otorgado a los científicos japoneses Isamu Akasaki, Shuji Nakamura e Hiroshi Amano por el desarrollo de las lámparas LED azules, que han permitido la utilización de la tecnología LED para la iluminación, posibilitando un enorme ahorro de energía.



Eric Betzig, William Moerner y Stefan Hell, galardonados con el Premio Nobel de Química 2014.



Isamu Akasaki, Shuji Nakamura y Hiroshi Amano, galardonados con el Premio Nobel de Física 2014.

Los leds, esas pequeñas lamparitas que se mantienen encendidas en televisores o se encienden en un control remoto cuando lo utilizamos, se habían desarrollado hace más de treinta años de colores verde y rojo. Los leds azules permitieron a los científicos japoneses galardonados, desarrollar lámparas basadas en esta tecnología, pero de luz blanca. Estas ofrecen la ventaja de poder producir una muy buena iluminación con gastos de energía mucho menores que los que tienen lámparas de otras tecnologías, como las lámparas incandescentes y las llamadas de bajo consumo.

Para leer la nota completa pueden consultar: [www.clarin.com/sociedad/ciencia-premio-loreal-unesco\\_0\\_1250275020.html](http://www.clarin.com/sociedad/ciencia-premio-loreal-unesco_0_1250275020.html)



## Argentinos distinguidos con el Premio Nobel

A lo largo de la historia, el Premio Nobel ha sido otorgado a cinco argentinos, dos de ellos vinculados con la paz, y los otros tres con las ciencias. Veamos quiénes son y cuáles han sido sus contribuciones.

► **Carlos Saavedra Lamas** (1878-1959): Nobel de la Paz en 1936 por su labor en general, pero en particular por haber inspirado el "Pacto antibélico Saavedra Lamas", firmado por 21 naciones. Este pacto se convirtió en un instrumento jurídico internacional, además de su mediación para finalizar la Guerra del Chaco entre Bolivia y Paraguay.

► **Adolfo Pérez Esquivel** (1931): Nobel de la Paz en 1980 por la defensa de los derechos humanos en América Latina. Poco después de ser premiado, fue designado miembro del comité ejecutivo de la Asamblea Permanente de las Naciones Unidas sobre Derechos Humanos.

► El médico y fisiólogo **Bernardo Houssay** (1887-1971): Nobel de Fisiología y Medicina en 1947 por sus trabajos sobre el rol de la glándula hipófisis en el metabolismo de los hidratos de carbono y su relación con la diabetes.

► El químico **César Milstein** (1927-2002): Nobel de Fisiología y Medicina en 1984 por sus trabajos sobre el desarrollo y control del sistema inmunológico. En 1987 fue declarado ciudadano ilustre de la ciudad de Bahía Blanca y recibió el título de Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional del Sur.

► El médico **Luis Federico Leloir** (1906-1987): Nobel de Química en 1970 por su labor en relación con la biosíntesis de hidratos de carbono. Este científico trabajó desde joven como investigador. Perfeccionó sus estudios en el *Biochemical Laboratory* del profesor Hopkins en Inglaterra y fue investigador en los Estados Unidos en el Departamento de Farmacología de la Universidad de Washington y en el *Enzyme Research Laboratory College of Physicians and Surgeons*, de Nueva York. De regreso a la Argentina, en 1947, comenzó a trabajar en el Instituto de Investigaciones Bioquímicas de la Fundación Campomar, del cual llegó a ser director.



Adolfo Pérez Esquivel, 1931.

## Actividades

1. Elaboren una línea de tiempo incluyendo todos los Premios Nobel que han sido otorgados a científicos argentinos. Pueden hacerla a mano o utilizar algún programa de *software*, como el Cronos, el Timerime o el Dipity.



Carlos Saavedra Lamas.



Bernardo Houssay.



César Milstein.



## Luis Federico Leloir “Por qué me dediqué a la investigación”

1. Lean atentamente el siguiente fragmento extraído de la autobiografía de Luis F. Leloir.

*“Han pasado unos 50 años desde que me dediqué a la investigación. He presenciado el maravilloso desarrollo de la bioquímica y el haber contribuido a él, aunque en forma modesta, es para mí un motivo de placer.*

*La investigación en bioquímica ha sido para mí una experiencia fascinante. Tuve la suerte de trabajar en la época en que esta especialidad científica tuvo un desarrollo espectacular. Poco a poco se fue conociendo cada vez mejor la composición química de los seres vivos. Luego se fue averiguando cómo se van transformando las sustancias químicas que forman las células. Se pudo conocer el mecanismo químico de formación de las proteínas, de las grasas y de los hidratos de carbono. Ahora los progresos superaron todo lo que podíamos imaginar en los momentos de mayor optimismo. Con el nombre de bioquímica o con el de bioingeniería o tal vez con otro nombre, se seguirá investigando para resolver algunos de los grandes problemas que enfrente la humanidad.*

*La investigación científica en la Argentina ha progresado considerablemente*



*pero no tanto como creíamos y deseábamos. Siempre recuerdo lo expresado por Houssay en el Instituto Popular de Conferencias de La Prensa: ‘Señores, debemos tener fe en el porvenir de nuestro país en un futuro más o menos próximo. Si nos inspiramos en buenos ejemplos, con una labor intensa y bien orientada, en dos o tres décadas podremos tener una posición de primera fila entre los países más adelantados. Toda la sociedad estará influenciada, ennoblecida y favorecida por esta situación. Nuestra Nación será entonces grande por obra de sus pensadores y sabios. Nuestros hombres serán dignos de su patria y útiles a la humanidad’”.*

2. ¿Por qué creen que Houssay afirmaba que el desarrollo científico llevaría a nuestro país a tener un lugar entre los más adelantados? ¿Creen que sigue siendo válida esta afirmación al día de hoy? ¿Por qué?
3. Averigüen cuáles fueron algunos de los últimos avances en bioquímica, realizados por científicos argentinos. Pueden registrarlos en un cuadro y compartir la información con sus compañeros.



## Física y Química en la escuela, ¿para qué?

En páginas anteriores se han descripto algunas de las características de estas ciencias. En el mundo actual resulta útil y necesario contar con algunos conocimientos en el ámbito de las ciencias, en particular de la Química y de la Física. Veamos los principales motivos que justifican esta afirmación:

► Necesitamos analizar fenómenos que constantemente atraviesan nuestras vidas: ¿qué peligros puede traer el mal uso de una estufa? ¿Por qué es riesgoso comprar un alimento que esté en una lata abollada o dejar comidas con salsas ácidas en ollas de aluminio? ¿Es mejor usar pilas recargables? ¿Por qué? ¿Qué es la medicina nuclear? ¿Cómo funciona un horno de microondas? ¿Hace mal la radiación que llega del Sol? ¿Cómo podemos cuidarnos de la radiación solar? ¿Qué alimentos nos conviene elegir a la hora de comprar?

En ocasiones, no tener información científica nos hace presa fácil de publicidades poco escrupulosas que dicen verdades a medias o que ocultan parte de los datos. Como consumidores, es de gran utilidad tener algunos conocimientos sobre Química y Física para no ser engañados fácilmente, y tener una base sobre la cual tomar decisiones. Muchos de los problemas vinculados con el ambiente y la calidad de vida requieren conocimientos científicos para poder diferenciar medidas beneficiosas de otras que pueden resultar perjudiciales para los seres humanos, otros seres vivos y el ambiente.

En la escuela, con sus docentes construirán la “ciencia escolar”. Realizarán actividades de laboratorio o experimentos, construirán modelos, buscarán información, analizarán textos, siempre con el objetivo de mantener viva la curiosidad, el gusto por el saber y la actitud crítica ante lo que aparece en los medios de comunicación. En otras palabras, se acercarán a las “formas de hacer ciencia” de los científicos.

► Necesitamos conocimientos científicos para analizar problemas que requieran vincular entre sí contenidos de Química, Biología, Física, Ciencias de la Tierra o Astronomía (ciencias que forman el área de Ciencias de la Naturaleza).

Por ejemplo, cuando se habla del “agujero de ozono” y sus consecuencias con respecto a los daños de la piel... ¿no creen que se necesita de la Física (el fenómeno de la radiación solar), la Biología (características y daños en la piel) y la Química (el uso de protectores solares) para comprender y dar algunas respuestas?

► También, todos necesitamos una base de conocimientos científicos para avanzar en cursos superiores, si queremos seguir profundizando en estas disciplinas en carreras como Biología, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Atmósfera, Ingenierías, Medicina, Física o Química, entre otras.

► Otra de las razones por las que se incluyen la Física y la Química en la escuela es porque son parte de nuestra cultura, como lo son los deportes, la música y muchas otras manifestaciones. Para gustar de algo hay que conocerlo, y es así como muchos científicos han adquirido su gusto por las ciencias: a partir de la ciencia escolar que aprendieron en su formación. También podemos disfrutar de las ciencias tratando de interpretar la naturaleza y ampliando nuestros conocimientos a través de materiales de divulgación científica.

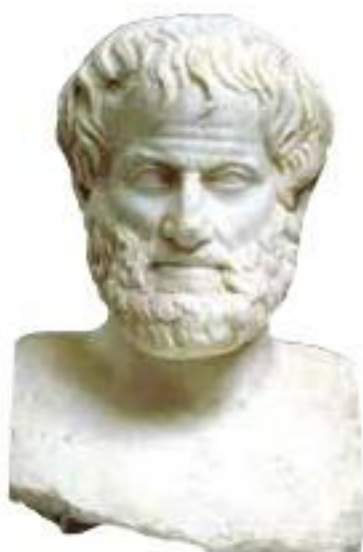


Alumnos trabajando en un laboratorio escolar.



## Los orígenes de estas ciencias

### Un poco de historia de la Física



Busto de Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.).

En la Antigüedad, los griegos fueron pioneros en el estudio de muchas disciplinas como la Filosofía, la Astronomía, la Matemática y la observación de los fenómenos naturales. En el primer centro de estudios e investigación, fundado por Aristóteles en el año 380 a.C., se realizaba ciencia basada en la observación, y a partir de ella se elaboraban leyes y teorías sin considerar necesaria la experimentación. Si bien otros estudiosos hicieron sus aportes, las creencias de los griegos prevalecieron durante dos mil años, hasta la difusión de las ideas del astrónomo y físico italiano Galileo Galilei (1564-1642).

Galileo retomó los estudios sobre el movimiento de los cuerpos, la Astronomía, y la Hidrostática entre otras cosas, pero desde un punto de vista distinto al que tenían los antiguos griegos. A partir de sus observaciones, Galileo formuló una teoría que fue corroborada por el método experimental.

Un siglo más tarde se establecieron las leyes sobre el movimiento de los planetas y se iniciaron los estudios sobre la presión atmosférica. Isaac Newton enunció y describió la **Ley de gravitación universal**, y otras leyes del movimiento de los cuerpos. Además, estudió la dispersión de la luz. En esa época se produjo lo que se conoció luego como **Revolución Científica**. Los científicos de esa época ya no estudiaban todos los fenómenos naturales en conjunto,

sino que elegían un área de especialización. Por eso, se considera que durante el siglo xvi la Física se consolidó como ciencia independiente de otros saberes.

En el siglo xviii se realizaron muchos e importantes descubrimientos que llevaron a la expansión y el desarrollo en campos tales como la electricidad, el magnetismo y la termodinámica. Estos avances cambiarían el mundo al generar las condiciones que prepararon el escenario en el cual se produjo la **Revolución Industrial**.

En el siglo xix se pudieron establecer las relaciones existentes entre la electricidad y el magnetismo. Hacia el final de ese siglo, Henrich Hertz produjo por primera vez las ondas electromagnéticas, Henri Becquerel junto con Marie y Pierre Curie descubrieron la radiactividad, y Joseph Thomson identificó al electrón como parte constituyente de los átomos.

En el siglo xx surgió la llamada **Física moderna** con trabajos que facilitaron el avance sobre la comprensión de la estructura de la materia y el origen del cosmos. La figura más emblemática de la Física del siglo xx fue Albert Einstein, quien propuso la revolucionaria teoría de la relatividad.



Isaac Newton (1643-1727).



Marie Curie (1867-1934) ganó dos veces el Premio Nobel: el de Física en 1903 y el de Química 1911.



## Algo de historia de la Química

Ya desde épocas muy remotas, los seres humanos que vivían por ese entonces comenzaron a realizar transformaciones en los materiales. Por ejemplo, los antecesores de los indios tehuelches extraían pigmentos naturales para realizar las pinturas rupestres que se pueden ver al día de hoy en la Cueva de las Manos (Santa Cruz), y que datan de hace 9.000 años.



Imagen de la Cueva de las Manos, provincia de Santa Cruz.

Por su parte, ya en el año 3000 a.C., los sumerios extraían cobre de los minerales que utilizaban para fabricar cerveza y jabones.

Hacia el año 1600 a.C., los egipcios fabricaban artesanalmente distintos materiales como vidrio, ladrillos, tintes y medicinas. Para esa misma época, los habitantes de la antigua Mesopotamia comenzaron a extraer el hierro de los minerales y a fundirlo para producir objetos. Durante el mismo período, en Oriente los chinos usaban salitre para preparar la pólvora.

En esas épocas remotas, las técnicas se enseñaban de padres a hijos de manera artesanal, ya que aún se desconocían los fundamentos de esas transformaciones. A estas tareas artesanales les sucedió la **alquimia**, considerada como la antecesora de la Química. El fin de esta práctica era encontrar el elixir\* de la vida eterna y la piedra filosofal, que permitiría convertir los metales en oro. Si bien los alquimistas nunca pudieron cumplir con su objetivo, los experimentos que realizaban llevaron al desarrollo de aparatos y técnicas como la destilación. También se empezaron a fabricar los ácidos, como el ácido sulfúrico y el agua regia (mezcla de ácidos nítrico y clorhídrico) utilizados para disolver minerales. A fines del siglo xv, el desarrollo de la experimentación y los estudios matemáticos sentaron los cimientos para el nacimiento de las ciencias naturales.

Pero la actividad de los químicos tal como la conocemos en la actualidad no se inició sino hasta fines del siglo xviii. Uno de los científicos más reconocidos fue Antoine Lavoisier (1743-1794), quien incorporó sistemáticamente las balanzas en sus trabajos y propuso un método para nombrar las sustancias, de manera que todos los químicos pudieran tener un lenguaje común. El conocimiento en el área de la Química se desarrolló a gran velocidad a partir de fines del siglo xviii con la Revolución Industrial, cuando el trabajo manual fue sustituido por la mecanización. Las telas comenzaron a fabricarse con maquinarias y se extendió entonces la elaboración de vidrios, jabones, colorantes para teñir telas, aleaciones metálicas, etcétera. Había nacido la Química.



Dibujo que representa a egipcios fabricando vidrio.

## Glosario

**elixir:** sustancia esencial de un cuerpo. Medicamento o remedio maravilloso.

## Actividades

1. Discutan en grupo los rasgos distintivos de la Química como ciencia y elaboren un breve texto con sus conclusiones. ¿Qué aspectos en común tiene esta ciencia con la alquimia?



## Desafíos científicos para el siglo XXI

Hace pocos años se inició el tercer milenio, y junto con este comenzaron a plantearse cuestiones que los físicos y los químicos tendrán que atender. Lo cierto es que en el mundo actual, las diferentes disciplinas científicas y sus aplicaciones se han vuelto cada vez más y más necesarias.

La población mundial en creciente aumento provoca una mayor demanda de alimentos, agua, ropa, medicamentos y combustibles, entre otras cosas. El desarrollo de fertilizantes, fibras para ropa (como el nailon o el "polar"), nuevas drogas medicinales, el diseño de equipamiento de diagnóstico médico y la comprensión de los fenómenos climáticos, entre otras cuestiones, requieren la labor de equipos de científicos que trabajen de manera interdisciplinaria.

## Distinguen a Adriana Serquis con el premio L'Oreal-Unesco

**"Por las mujeres en la Ciencia", en colaboración con el Conicet, por sus estudios de nanotecnología sobre transporte, almacenamiento y uso eficiente de la energía.**

Es la primera vez que se reconoce a una investigadora en nanotecnología. Al respecto manifestó: "Yo creo que podemos y debemos seguir explorando nuestras cualidades femeninas y maternas para el desarrollo de una ciencia que busca el bien común por encima del éxito personal".

Adriana Serquis, ya a los 2 años, decía que quería ser astronauta. Cuando cursaba la escuela prima-

ria, se divertía desarmando las cosas que encontraba. En la secundaria, se enteró de que existía una ciencia llamada Física, y nunca más se despegó de ella. Estudió en la Universidad de Buenos Aires y en el Instituto Balseiro. Reconoce que su abuelo y su padre tuvieron influencia en su elección profesional.

En un reportaje manifestó: "...trabajo en nanotecnología para estudiar materiales que están rela-

cionados con el área del transporte, el almacenamiento y el uso eficiente de la energía". Estudió los nanotubos de carbono y ahora está desarrollando cables superconductores que podrían utilizarse para equipamiento médico. También consiguió usar nuevos procesos químicos que permiten aumentar la eficiencia de celdas de combustibles para obtener energía eléctrica a partir de hidrógeno e hidrocarburos.

Para leer la nota completa pueden consultar: [www.clarin.com/sociedad/ciencia-premio-loreal-unesco\\_0\\_1250275020.html](http://www.clarin.com/sociedad/ciencia-premio-loreal-unesco_0_1250275020.html)

El crecimiento de la población también trae como consecuencia algunos problemas, por ejemplo, un aumento de la cantidad de desechos producidos. Estos desechos pueden y deben ser tratados antes de ser arrojados al aire, al agua o al suelo. ¿Cómo tratarlos? ¿Cómo reciclarlos? Los investigadores intentan responder a estas cuestiones. Por ejemplo, en nuestro país se desarrollan proyectos para fabricar ladrillos muy livianos y de bajo costo con plástico y cemento.

El avance científico-tecnológico ha permitido mejoras en la conservación de alimentos, el desarrollo de combustibles más "limpios", y la fabricación de nuevos materiales para construir celulares y CD entre otros ejemplos. Los países del Primer Mundo invierten mucho dinero en la formación de científicos e investigación y desarrollo, lo cual repercute en la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

En pocos años, ustedes mismos se convertirán en ciudadanos que tendrán derecho a reclamar políticas de inversión en ciencia, u oponerse a la instalación de una mina a cielo abierto que trata los minerales con cianuro. Para ser ciudadanos responsables y ser capaces de tomar decisiones criteriosas, es necesario tener conocimientos de Física y de Química, para ser plenamente conscientes de las decisiones que se toman.



## El trabajo de los químicos y los físicos en la Argentina

¿Qué actividades realizan los científicos en nuestro país?

La lista es muy extensa. A continuación, se enumeran solo algunas de las tareas que se llevan a cabo en los centros locales de investigación de la Argentina.

► Para observar y comprender fenómenos que se producen en la atmósfera, la Argentina cuenta con un sofisticado telescopio satelital, único en Sudamérica, que se encuentra en el observatorio Félix Aguilar de la Universidad Nacional de San Juan. Este telescopio no está preparado para observar galaxias, estrellas ni astros naturales que se encuentran lejos de la Tierra, sino que su accionar alcanza el área cercana a la Tierra.

► El Laboratorio de Sistemas de Liberación Controlada del Centro de Química del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) logró aplicar una metodología de microencapsulación de aceite de lino para el desarrollo de un pan fortificado con omega-3. Los omega-3 son sustancias muy beneficiosas para la salud, ya que favorecen la prevención de enfermedades cardiovasculares y neurológicas. Sobre la base de los antecedentes del grupo de trabajo de INTI-Química, que en 2005 empleó una metodología semejante para la microencapsulación de aceite de pescado, se desarrolló el método para el aceite de lino. Cabe destacar que un pan fortificado con aceite de lino, como el desarrollado por INTI-Química, puede llegar a cubrir al menos el 40% de la ingesta diaria de los ácidos omega-3 o alfa-linolénicos recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

► El departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA investiga el mal de Chagas, una enfermedad muy extendida en la Argentina, para el desarrollo de nuevos medicamentos y sustancias con propiedades antivirales.

En nuestro país, la investigación nacional en cualquiera de las áreas de la ciencia está concentrada en instituciones como el Consejo Nacional de Investigación Científica y Técnica (CONICET) y la Secretaría de Ciencia y Técnica (SeCyT). Los investigadores desarrollan sus trabajos de forma interdisciplinaria en las universidades estatales de todo el país o en organismos como:

► El Instituto Leloir, donde sus estudios se orientan a comprender la naturaleza y hallar la cura de enfermedades como cáncer, Alzheimer, Parkinson, esclerosis múltiple, mal de Chagas y los procesos de neurogénesis, entre otros.

► El Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT), donde se desarrollan recubrimientos para la protección de metales, maderas, hormigones y plásticos utilizados en edificios, barcos, puentes, instalaciones industriales y navales, etcétera.

► El Instituto de Investigaciones Científicas Tecnológicas para la Defensa (CITEDEF), donde se realizan trabajos sobre corrosión, baterías especiales, análisis y peritajes de contaminantes, equipos para analizar la atmósfera, etcétera.



Laboratorio del INTI.



Investigadora trabajando en el laboratorio.





Centro Atómico Bariloche,  
provincia de Río Negro.

► La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), donde se investiga sobre la utilización pacífica de la energía nuclear en pos de mejorar la calidad de vida de la sociedad. Con este objetivo, la CNEA cuenta con diversos laboratorios de investigación distribuidos en tres centros atómicos:

1. El Centro Atómico Bariloche, ubicado en las afueras de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, donde funciona el Instituto Balseiro, considerado como uno de los primeros formadores de científicos en el área nuclear. Allí se encuentra un reactor experimental (RA6), utilizado por científicos y estudiantes.

2. El Centro Atómico Constituyentes, ubicado en el partido de San Martín, provincia de Buenos Aires. En sus instalaciones se encuentran: el laboratorio "Tandar", donde funciona un acelerador de partículas; el Instituto de Tecnología Jorge Sábato, dedicado a la formación de especialistas en ciencia y tecnología de los materiales, y el Centro de Información con la Biblioteca Eduardo Savino.

3. El Centro Atómico Ezeiza, ubicado en esa localidad de la provincia de Buenos Aires. Allí se produce la totalidad de los radioisótopos que el mercado nacional necesita para usos médicos, de investigación y de desarrollo tecnológico. En este centro también funciona la Planta Semi-industrial de Irradiación, donde se esterilizan materiales descartables de uso hospitalario; el área de Materiales y Combustibles Nucleares, y el Instituto de Estudios Nucleares, destinado a la formación de profesionales en el área de la medicina nuclear, técnicas de radioterapia y radioquímica. Estas aplicaciones son tan variadas como necesarias para mejorar la calidad de vida de las personas y preservar el ambiente.



Centro Atómico Constituyentes, Buenos Aires.



Centro Atómico Ezeiza, Buenos Aires.

### Para conocer más

Davis, K. S. y Day, H. A., *Agua: espejo de la ciencia*, Buenos Aires, Eudeba, Ciencia joven N° 12, 1962.

Del Río F., Máximo L., *Cosas de la ciencia*, México, La ciencia desde México N° 21, FCE, 1991.

Depino, A. y Baredes, C., *El detective intrínquilis y el robo de la "Mona Luisa"*. Cómo la ciencia ayuda a resolver casos difíciles. Buenos Aires, Ed. Iamiqué, 2010.



## Ideas básicas

- ▶ Los químicos estudian los materiales, sus propiedades y sus transformaciones.
- ▶ Los físicos intentan explicar los fenómenos naturales para establecer las leyes básicas que rigen el comportamiento de la materia y la energía en cualquiera de sus formas.
- ▶ En la actualidad, los químicos y los físicos forman equipos interdisciplinarios con otros científicos que trabajan en diferentes áreas como salud, diseño de nuevos materiales, varios tipos de análisis y usos de la radiactividad.

## Actividades de integración

1. Los avances científicos y sus aplicaciones se vuelcan cada vez más rápido a nuestras actividades habituales. Pregúntenles a sus padres o a personas de la generación de sus padres (25 o 30 años más que ustedes), y a sus abuelos o a personas de la generación de sus abuelos (50 o 60 años más que ustedes) acerca de cómo eran en su adolescencia:

- Las comunicaciones (telefonía, TV, correo, etc.).
  - El transporte (autos, aviones, etc.).
  - La medicina (vacunas, medicamentos, estudios por imágenes, etc.).
  - La indumentaria (tipos de telas, colores, etc.).
- Luego, elaboren un registro comparativo e indiquen cuáles fueron los principales cambios producidos.

2. La imagen 1 muestra un teléfono de fines del siglo XIX, la imagen 2 uno de mediados del siglo XX, y la 3 uno actual. Indaguen acerca de las diferencias en el funcionamiento de los dos primeros, y luego de estos dos con el actual. También comparen los materiales con los que están fabricadas sus respectivas carcasas o partes exteriores. Finalmente, averigüen qué adelantos científicos permitieron modernizar esta tecnología.



▶ 1



▶ 2



▶ 3

3. El uso de fertilizantes y pesticidas es un tema conflictivo debido a su toxicidad, que puede contaminar el ambiente. Sin embargo, el crecimiento de la pobla-

ción provoca el aumento en la cantidad y calidad de alimentos necesarios, y su correcta distribución, para que estos puedan llegar a todos. ¿Cómo creen que se puede aumentar la producción agrícola, de forma rentable, sin provocar efectos negativos en el ambiente y la salud de los seres humanos? ¿Es posible esto? Reflexionen al respecto. Les sugerimos que analicen la situación desde variadas miradas, que pueden incluir la histórica social, la geográfica y la económica, entre otras.

4. Las siguientes son fotos de científicos argentinos o de centros de estudio en nuestro país donde se desarrollan investigaciones específicas en las áreas de Física o Química. Averigüen qué temas se investigan en cada uno de ellos y luego elaboren un breve informe.



Grupo de investigación en el Instituto Balseiro de la Comisión Nacional de Energía Atómica, en San Carlos de Bariloche.



Equipo del grupo en tecnología de Plasma del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires.



Investigadores del CONICET que desarrollan sus trabajos en el Instituto de Química del Noroeste Argentino.



El equipo de investigación del Instituto de Biología Molecular dependiente de la Universidad Nacional de Rosario y el CONICET.



5. Analicen el siguiente texto: “[...] La respuesta de que el proceso científico puede tener algunas veces repercusiones perjudiciales no debe implicar el abandono del avance científico, sino su sustitución por un avance aún mayor, aplicado con prudencia e inteligencia [...]” Isaac Asimov (químico y escritor, 1920-1992).



- a. ¿Qué opinan sobre esta reflexión?
- b. ¿Es aplicable a la Física y a la Química?

6. Cuando se desea recopilar información sobre un tema determinado, una buena alternativa puede ser recurrir a un especialista y realizarle una entrevista. Esta consiste en una conversación basada en una serie de preguntas que una persona (entrevistador) le hace a otra (entrevistado), y cuyas respuestas aportan datos de interés para un individuo, un grupo o comunidad.

La elaboración de una entrevista se puede estructurar en cuatro pasos:

- a. La preparación: antes de comenzar a redactar las preguntas, que deben ser claras y precisas, es imprescindible que el entrevistador tenga en claro qué tema se va a abordar, qué información se pretende conseguir, para qué desea obtener estos datos y a quiénes irán dirigidos.
- b. La realización: durante la entrevista, es fundamental mantener un clima cordial con el entrevistado y además, contar con todo el material que sea necesario para registrar la información obtenida: un grabador, un anotador y un bolígrafo (o símil), y una máquina de fotos y/o filmadora.
- c. La redacción: la entrevista puede escribirse o bien con las respuestas textuales brindadas por el entrevistado o, como alternativa, el entrevistador puede recortar o sintetizar algunas respuestas, luego de realizar un análisis de su contenido. La lectura del texto definitivo que se redacta debe resultar comprensible y amena.
- d. La socialización: antes de dar a conocer el trabajo realizado, corresponde que este sea leído por el entrevistado, para que él/ella apruebe su divulgación.

Les proponemos que se reúnan en grupos y preparen y organicen una entrevista para realizarle a algún profesional (hombre o mujer) que esté trabajando en una universidad o en un centro de investigación. El objetivo de esta entrevista deberá ser conocer cómo y por qué el entrevistado eligió la carrera que decidió estudiar, dónde se desempeña en este momento, y en qué consiste concretamente su trabajo actual. Si tienen un blog, pueden publicar ahí las entrevistas, acompañadas por fotos del entrevistado y de su lugar de trabajo.

7. El *pool* se juega sobre una mesa que tiene seis orificios llamados troneras, cuatro en las esquinas y dos en la parte media de los lados más largos. Se juega con 15 bolas de color, 8 lisas, 8 con una raya y una negra y además una bola blanca. La bola blanca tiene un tamaño mayor que las restantes. Durante el juego si una bola de color cae en una de las troneras queda retenida en el interior de la mesa, en cambio si cae la blanca sale nuevamente por una ranura de la mesa para continuar el juego.

- a. Propongan un modelo para el interior de una mesa de *pool* para que esta funcione como se describe.
- b. Realicen un esquema explicativo de dicho modelo.
- c. Al terminar el juego, colocando una ficha y accionando una palanca o un dispositivo con resorte las bolas de color salen por la ranura. El modelo propuesto ¿puede explicar también este hecho?

8. El uso de aditivos, como los conservantes, permitidos por las normas para la elaboración de alimentos envasados, posibilita que un alimento perdure más tiempo que uno fresco, y así pueda llegar a lugares lejanos de los centros de producción. No obstante, es un tema conflictivo. Reunidos en pequeños grupos, discutan sobre los beneficios y los aspectos perjudiciales del uso de aditivos alimentarios. Busquen información (en libros, entrevistando a profesionales, en Internet, etc.) acudiendo a diferentes fuentes confiables (universidades, centros de investigación, etc.) y anoten las referencias completas de las fuentes consultadas. Consideren, por ejemplo, el caso del ácido ascórbico, habitualmente utilizado como antioxidante y conservante, teniendo en cuenta que ácido ascórbico es el nombre químico de la vitamina C. Pueden organizar un debate entre grupos cuya posición frente al tema propuesto sea diferente.



# Interacciones y fuerzas

## 2

### Contenidos

- > Fenómenos naturales y movimiento
- > Interacciones y fuerzas
- > Características de la fuerza
- > Carácter vectorial. Resultante
- > Fuerzas de contacto y a distancia
- > Gravedad y peso
- > Presión

El movimiento es algo a lo que todos estamos acostumbrados. En la vida cotidiana, muchas cosas se mueven, e incluso nosotros mismos nos movemos. Pero evidentemente no todos los movimientos son iguales. Existen cuerpos que se mueven más rápido que otros, algunos que giran, otros que caen, etcétera.

Para poder hacer una descripción más detallada de los movimientos necesitamos usar términos más exactos. Por ejemplo, no basta con decir que un auto va más rápido que otro; en cambio deberíamos decir que mientras uno de ellos tiene una rapidez de 40 km/h, el otro solo alcanza 20 km/h.

Por otra parte, los movimientos también pueden modificarse. Por ejemplo, un auto puede ir moviéndose cada vez más rápido o frenarse, un tren que está avanzando en línea recta puede verse obligado a tomar una curva para seguir la forma de las vías por las que circula.

Para que el movimiento de un cuerpo se modifique, necesariamente deben intervenir otros cuerpos que actúen de alguna manera sobre él. Esta interacción entre dos cuerpos se realiza mediante fuerzas.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C2](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C2)



### EN ESTE CAPÍTULO...

Se describirá el movimiento desde la visión de la Física. Además, se caracterizarán las interacciones entre cuerpos mediante los conceptos de fuerza y presión.



# Fenómenos naturales y movimiento

## Los fenómenos naturales

### Glosario

**fenómeno:** proviene del vocablo griego *phainómenon*, apariencia o manifestación de orden material o espiritual.

**movimiento:** cambio en la posición de un cuerpo respecto de una referencia arbitraria a medida que transcurre el tiempo.

Si se patea una pelota, se arrastra una caja por una superficie, se percibe un rayo en el cielo o se adhiere un imán a la puerta de la heladera, se dice que se ha producido un fenómeno\*. Un **fenómeno** es una acción o manifestación de los sucesos que ocurren. Si el origen de la manifestación es natural, el fenómeno también lo será. Por ejemplo, el transcurrir del día y de la noche, o la crecida de un río, son fenómenos naturales. Por el contrario, si la manifestación se origina por un suceso producido por el ser humano, se dice que el fenómeno es artificial o no natural. Por ejemplo, el movimiento de una pelota de fútbol cuando un jugador la patea.

Cuando se desata una tormenta, los vientos que se generan pueden mover en forma variada las hojas de los árboles, o bien arrancarlos de raíz. También pueden tirar lo que se encuentre en una cornisa o un balcón.



Fenómeno natural.



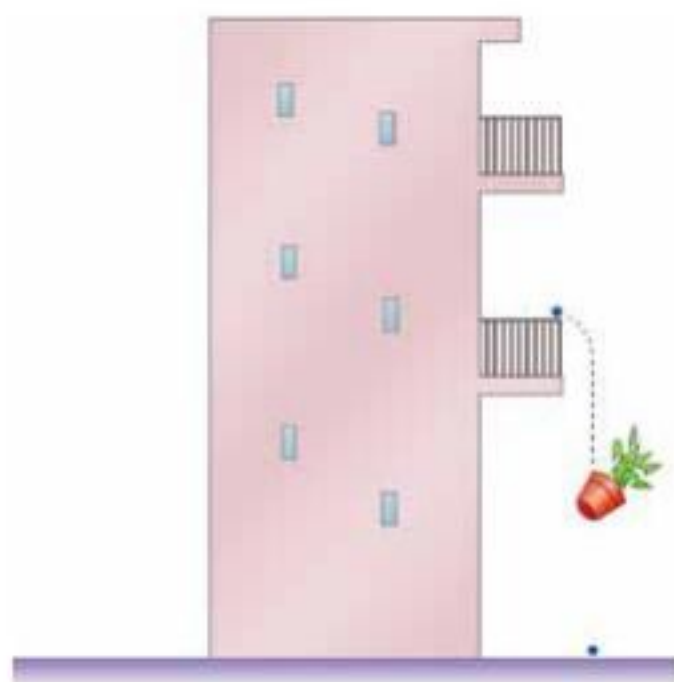
Fenómeno no natural.

Los fenómenos producen una consecuencia, algo que puede ser observado, y muchas veces está relacionado con el cambio en el movimiento\* de un cuerpo. Por ejemplo, las hojas del árbol que estaban quietas comienzan a agitarse; la maceta que estaba quieta, cayó.

Los cambios en el movimiento de un cuerpo pueden manifestarse de varias maneras, por ejemplo:

- ▶ estaba quieto y comienza a moverse;
- ▶ estaba en movimiento y se detiene;
- ▶ aumenta la rapidez, es decir, comienza a moverse más rápido;
- ▶ disminuye su rapidez, es decir, se frena;
- ▶ cambia la dirección en la que se desplaza.

En todos los casos se puede reconocer una causa que justifica el cambio en el movimiento. En el caso del viento, es la diferencia de presión en el aire la responsable de que se muevan las hojas, mientras que en el caso de la maceta, cae por la acción que la Tierra ejerce sobre ella, moviéndola hacia el piso.



Los fenómenos producen cambios en el estado de movimiento de la maceta: al principio estaba quieta y el viento la desplazó, luego comenzó a moverse hacia abajo, atraída por la Tierra.



## Los cambios en el movimiento

Así como el viento cambia el estado de movimiento de las hojas de un árbol, existen otras acciones que pueden cambiar el estado de movimiento de cualquier cuerpo. Por ejemplo, una persona que está detenida esperando el cambio de luz del semáforo comienza a caminar cuando ve la indicación apropiada; un perro que juega con un chico en una plaza sale corriendo para alcanzar la rama que le han lanzado.

La parte de la Física que estudia los movimientos de los cuerpos se llama **cinemática**.

En general, resulta bastante sencillo saber cuándo un objeto se encuentra en movimiento o no. Por ejemplo, si una persona está esperando para cruzar la calle y pasa un micro, puede afirmar que el vehículo se está moviendo dado que primero se acerca a la persona, pasa por delante y luego se aleja de ella. Pero un pasajero que viaja en ese móvil podría decir que el peatón primero se acercó, pasó frente a él y luego se alejó. En este ejemplo, ninguno de los dos está equivocado; cada uno afirma lo que percibe, es decir, cada uno establece que el otro se mueve respecto de él. Desde el punto de vista del peatón, el pasajero del micro está en movimiento y, por el contrario, para el que viaja en el vehículo, es el peatón el que se está moviendo.

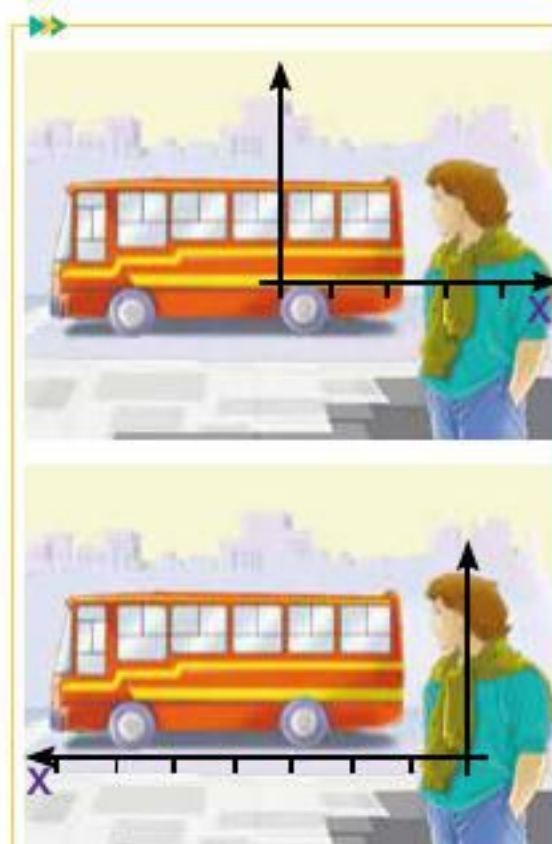
El ejemplo anterior nos permite llegar a la conclusión de que el movimiento es relativo, es decir, que depende del lugar desde el cual se lo describe. Por lo tanto, cuando se describe un movimiento es necesario dar una referencia para indicar respecto de qué un cuerpo está en movimiento. Dicha referencia puede estar ubicada en cualquier objeto que se elija. Por ejemplo, para una persona que viaja sentada en un micro, su compañero de asiento está quieto y la persona que está parada en la vereda se está moviendo; por el contrario, desde el punto de vista del peatón, ambos pasajeros se mueven junto con el micro.

Siguiendo con nuestro ejemplo, el micro podría estar moviéndose en un sentido o en otro de la calle, por lo cual conviene aclarar hacia dónde se está moviendo. Como consecuencia, tomar solo al peatón como punto de referencia no alcanza: no basta con decir que el micro se aleja de él, sino que hay que indicar hacia dónde lo hace. Para resolver esta situación se puede pensar que asociado a la calle donde se encuentra el peatón, existe un **sistema de referencia** con un origen, la persona, y una convención para determinar los sentidos. Por ejemplo, si la calle corre de norte a sur se puede tomar como positivo desde el peatón hacia el norte y negativo, hacia el sur. Este sistema de referencia se puede representar con **ejes cartesianos**. En este ejemplo se toma un solo eje, que habitualmente se indica con la letra  $X$ . Tiene valor cero en el origen (el peatón parado en la vereda), valores positivos hacia el norte, y valores negativos hacia el sur.

Usando este sistema de coordenadas, si un cuerpo se encuentra primero en la posición  $X = 20$  metros y luego en la posición  $X = 30$  metros, sabemos que se movió 10 metros hacia el norte. En cambio, si consideramos un peatón que camina y pasa de la posición  $X = -5$  m a la posición  $X = -10$  m, podemos afirmar que caminó 5 metros en dirección al sur.

## Glosario

**cinemática:** es la parte de la Física que describe los movimientos sin tener en cuenta las causas que los provocan.



Para indicar si una persona o un objeto se mueve o no, debemos tener en cuenta el sistema de referencia.

## Actividades

1. Intenten explicar, sin usar la palabra movimiento ni ninguna de las formas del verbo "mover", cuándo un cuerpo se mueve.
2. Según el sistema de referencia del ejemplo anterior, un auto pasa primero por la posición  $X = -20$  m y luego por la posición  $X = 10$  m. Expliquen cuánto se movió y en qué sentido lo hizo.
3. Indiquen ejemplos en los cuales los objetos estén quietos para un sistema de referencia y en movimiento para otro.



## Variables del movimiento

La rama de la Física que estudia los movimientos, la cinemática, tiene por objetivo lograr la descripción lo más detallada posible de estos. Una buena descripción del movimiento de un cuerpo debería indicar respecto de qué se está moviendo este, cómo lo hace y, sobre todo, poder determinar la posición en la cual se encuentra el cuerpo a cada instante. Cumplir con todos estos requisitos puede ser muy complicado, incluso para los especialistas en el tema. Por ejemplo, el 2 de marzo del año 2004, la Agencia Espacial Europea lanzó al espacio la Sonda Rosetta, y la dirigió hacia un cometa que se desplazaba entre las órbitas de Marte y Júpiter. Luego de 10 años, la sonda hizo descender en el cometa un módulo de investigación.

## Un hito espacial ayudará a saber más del Sistema Solar

**Hazaña a millones de kilómetros de la Tierra.**

Por primera vez, un robot aterrizó en un cometa. Fue una compleja operación científica que demandó 10 años. Aportará datos sobre cómo se formaron los planetas alrededor del Sol.



Para leer la nota completa pueden consultar: [www.clarin.com/sociedad/ciencia-premio-loreal-unesco\\_0\\_1250275020.html](http://www.clarin.com/sociedad/ciencia-premio-loreal-unesco_0_1250275020.html)

## Cinemática de un aeropuerto

Mediante la información que suministran los radares, desde las torres de control de los aeropuertos con mucho tráfico aéreo se efectúa un complejo análisis cinemático de la situación. Decenas de aviones se encuentran en la zona cercana y se debe coordinar sus trayectorias para cumplir con las normas de seguridad. Entre otras variables se fija su velocidad, altura, distancia mínima entre aviones y el tiempo que ocuparán en cada pista durante su aterrizaje o despegue.

Pero no solamente puede resultar complicado describir el movimiento de una nave espacial; la simple descripción detallada del movimiento de un chico que sale de su casa a las 7:30 hs y se dirige a una escuela a la que llega 7:50 hs tampoco es sencilla. ¿Qué trayectoria siguió? ¿Dónde estaba exactamente a las 7:35 hs? ¿Iba más rápido a las 7:38 hs que a las 7:42 hs?

Para realizar una buena descripción del movimiento de un cuerpo es necesario indicar desde dónde lo hace y fijar un sistema de referencia para poder ubicarlo. Además, hay que indicar si se mueve más rápido o más lentamente y hacia dónde lo hace, lo que permite definir su velocidad. También se debe indicar cómo cambia su velocidad, lo que lleva a definir su aceleración. La velocidad y la aceleración se llaman **variables del movimiento**.

Volviendo al ejemplo de la página anterior, podría ocurrir que el micro tardara 2 segundos desde que pasa frente al peatón hasta encontrarse ubicado a 3 metros hacia su derecha, y 7 segundos para estar a 10 metros en el mismo sentido mencionado antes. En este caso podríamos decir que el micro estaría cambiando de posición respecto de un sistema de referencia a medida que transcurre el tiempo, es decir, se mueve.

Si con el mismo sistema de referencia, se tomaran los tiempos que un auto tardaría en llegar a las posiciones que ocupaba el micro, cambiarían los valores. Esto sucede debido a que el micro y el auto no se estarían moviendo de igual manera, sino que cada uno de estos vehículos tendría una **rapidez** distinta. Dicho de otro modo, estarían recorriendo distancias iguales en tiempos diferentes.



Si se presta atención, es muy común ver en la parte de atrás de los transportes de pasajeros, una calcomanía que indica la máxima rapidez con la que estos vehículos pueden circular por una ruta: 110 km/h. El km/h es la unidad cotidiana usada para medir la rapidez e indica, solo si se mantiene constante en un cierto tiempo, que por cada hora de recorrido se avanzan 110 km. Por lo tanto, para poder calcular la rapidez constante con que se mueve un cuerpo, hay que realizar la división entre la distancia recorrida y el tiempo que tardó en hacerlo.

Por ejemplo, si un auto se mueve siempre con la misma rapidez y tarda media hora en recorrer 20 kilómetros, su rapidez es:

$$\text{Rapidez} = 40 \text{ km/h}$$

En cambio, si una persona camina con rapidez constante 6 metros en 4 segundos:

$$\text{Rapidez} = 1,5 \text{ m/s}$$

El valor calculado de un metro y medio por segundo está expresado en la unidad en la que se mide la rapidez en Física: m/s (metro por segundo).

Volviendo al ejemplo del inicio, debemos considerar que el micro podría moverse con cierta rapidez, pero hacia la derecha o hacia la izquierda del observador. Para que su movimiento quede bien definido es necesario indicar dos características más: la dirección y el sentido. Por ejemplo, la calle sobre la cual el micro se mueve y hacia qué lado del observador lo hace. La magnitud que aporta esta información se llama **velocidad**. Se podría decir, por ejemplo, que un micro se desplaza con una rapidez de 40 km/h por la calle San Martín hacia el norte. Para suministrar esta información se usan vectores.

Un **vector** es un segmento que indica una orientación mediante una flecha. El largo del vector está relacionado con la magnitud que representa. Así, para indicar una velocidad horizontal hacia la derecha de 20 km/h se dibuja un vector, por ejemplo, de 4 cm de largo, 1 cm por cada 5 km/h.



En la página 36 de este capítulo hay más información sobre los vectores.



## Actividades

1. Un auto se desplaza por una calle hacia la derecha con una rapidez de 60 km/h, dobla en la esquina hacia la izquierda, disminuye la rapidez a 45 km/h y finalmente toma una calle diagonal manteniendo la misma rapidez.

a. Hagan un plano de las tres calles y marquen los vectores que representan la velocidad del auto en las tres situaciones.

b. Según los datos disponibles, ¿cuándo se han producido aceleraciones?



► 1



► 2



► 3



► 4

En la vida cotidiana resulta poco frecuente encontrar objetos que se estén moviendo siempre con la misma velocidad; por lo general su rapidez o la dirección de su movimiento cambian en el transcurso del movimiento.

Volviendo a nuestro ejemplo, si el conductor del micro apretara cada vez más el acelerador, la dirección y sentido de la velocidad serían los mismos pero la rapidez aumentaría. Si por el contrario, el conductor quisiera detenerse frente a un semáforo, debería reducir el valor de la velocidad. Si en otra situación el conductor tuviera que girar en una curva, aun manteniendo la rapidez constante, la dirección y el sentido del vector velocidad cambiarían en el transcurso del tiempo. En todos estos casos, la velocidad no se ha conservado constante.

La **aceleración** es una medida que indica con qué rapidez cambia la velocidad. Siempre que se modifica la velocidad de un cuerpo, se produce una aceleración en el movimiento. Se dice que un cuerpo está acelerado cuando cambia su velocidad. Esto puede suceder cuando:

- va cada vez más rápido;
- se va frenando;
- cambia la dirección del movimiento.

Si por ejemplo, el micro pasara frente al peatón con una rapidez de 10 m/s y luego la aumentara hasta 15 m/s en un tiempo de 2 segundos, la aceleración sería de 2,5 m/s por cada segundo. También podría suceder que el micro mantuviera su rapidez constante en 10 m/s desplazándose en línea recta, por lo cual su aceleración sería cero.

Las variaciones en el velocímetro indican el cambio en la rapidez. El volante permite modificar la dirección y el sentido de la velocidad. En todos los casos, se acelera.



## Un detector de la aceleración

Se puede construir fácilmente un detector de aceleraciones, por ejemplo en un micro. El instrumento solo consta de un hilo y un cuerpo pesado atado en un extremo. Veamos como funciona.

1. Se cuelga el instrumento de la barra que tienen los micros en el techo para sostenerse o se lo fija de alguna otra manera. Cuando el vehículo está detenido, el hilo permanece vertical debido al peso del cuerpo colgado.

2. Si el micro aumenta su velocidad y se mueve por un camino recto, el cuerpo colgado se va hacia atrás.

3. Si el micro, todavía en el camino recto, frena, el cuerpo se va hacia adelante.

4. Si el micro dobla, aun manteniendo su rapidez constante, el cuerpo se va hacia un costado.

Toda vez que el hilo se aparte de la vertical, el micro estará acelerado. Esto quiere decir que si el micro se desplaza con rapidez constante y en línea recta, el hilo permanecerá vertical, como cuando se encontraba detenido.



# Interacciones y fuerzas

## Las interacciones

Las **interacciones** son parte de la vida cotidiana. Por ejemplo, cuando se apoya un vaso de leche sobre la mesa de la cocina, cuando se estruja una esponja para escurrirla, cuando una grúa remolca un auto que se ha descompuesto en la calle o simplemente cuando se levantan papelitos con una regla plástica frotada. Todos estos son ejemplos de interacciones.

Una manera de identificar interacciones es a través de las consecuencias que producen sobre los cuerpos intervinientes en el proceso. El vaso de leche permanece sobre la mesa porque esta lo sostiene; la interacción entre la mano y la esponja hace que esta última se deforme y no pueda retener el agua en su interior; el auto y la grúa se mueven por la calle porque uno ejerce una acción sobre el otro, de la misma manera que los papelitos levantados por la regla que quedan adheridos a ella. Cuando hay interacciones entre dos cuerpos u objetos, se observan deformaciones y cambios en el movimiento.



Una regla de plástico, previamente frotada en un paño, es capaz de levantar pequeños papelitos. Se produce una interacción.



La moto tira del auto y este, a su vez, de la moto. Ambos objetos están interactuando.



Para lograr sacarle el agua a la esponja, tienen que interactuar la mano y el objeto.

A veces los cuerpos no presentan ningún cambio visible y, sin embargo, se han producido interacciones. Por ejemplo, si un cartel se encuentra atornillado a la pared, a primera vista pareciera que no experimenta ningún tipo de modificación en su forma ni en su movimiento. Sin embargo, está interactuando con la pared a través de los tornillos de tal forma que si no estuvieran, caería al suelo.

Para que se produzca una interacción entre dos cuerpos, no siempre es necesario ponerlos en contacto como en el caso de la grúa, del vaso, del cartel o de la esponja. Así, por ejemplo, no es necesario tocar los papelitos con la regla para que estos se adhieran. Con solo acercarla a una cierta distancia, los papeles empiezan a moverse hacia la regla, es decir que también hay interacciones a distancia.





La interacción entre la puerta de la heladera y cada imán es electromagnética.



La interacción entre el cabello y el globo es electrostática.

## Origen de las interacciones

¿Entre qué cuerpos se produce la interacción cuando se suelta una pelota y esta cae al piso? La Tierra y la pelota interactúan de una manera que se conoce con el nombre de interacción **gravitatoria**. Esta forma de interacción es la que ocurre también entre el Sol y cada planeta del Sistema Solar, o entre la Tierra y la Luna.

Los papelitos y la regla plástica también interactúan, pero de una manera diferente a la mencionada en el párrafo anterior.

Cuando se colocan imanes sobre la puerta de la heladera, estos se mantienen adheridos a esta. Estas interacciones que permiten que los imanes no se caigan se denominan **electromagnéticas**.

En el interior de los átomos existen otros tipos de interacciones que se producen a distancias muy pequeñas. No consideraremos estas interacciones en este capítulo.

Las interacciones se clasifican en cuatro: gravitatorias, electromagnéticas, nucleares fuertes y débiles. Las interacciones se distinguen entre sí porque cada tipo de estas se origina en determinadas características de los cuerpos que intervienen.

## Características de las interacciones

Para que se produzca una interacción, cualquiera sea el tipo, deben intervenir dos cuerpos.

Si durante un partido de fútbol uno de los jugadores patea la pelota, interactúa con esta; es decir, realiza una acción sobre la pelota haciendo que se mueva de un sector del campo a otro, y la pelota realiza una acción sobre él que se traduce en la sensación de molestia o dolor en el pie. Cada una de estas acciones está aplicada a uno de los cuerpos que interactúa. Pero no son iguales entre sí: mientras que el pie empuja la pelota hacia adelante, la pelota empuja al pie hacia atrás. Se puede decir que son acciones contrarias.

Cada uno de estos cuerpos realiza una acción sobre el otro como consecuencia de la interacción, de manera que estas serán contrarias entre sí y aplicadas en cada uno de los cuerpos con la misma intensidad. Este fenómeno se conoce con el nombre de **principio de interacción**.

Muchas veces ocurre que a uno solo de los cuerpos que interviene en una interacción se le producen efectos notorios. Por ejemplo, si un chico en patines empuja una pared, él va a retroceder, mientras que a la pared parece no pasarle nada. Sin embargo, la acción de la mano del chico sobre esta la deforma, solo que tan poco que no se nota a simple vista, y por supuesto, no es suficiente para moverla. Por el contrario, la acción de la pared sobre el chico es suficiente para moverlo.

## Actividades

1. Indiquen los cuerpos que interactúan en cada una de las siguientes situaciones:

- a. un adulto hamaca a un nene;
- b. una persona sentada en un banco;
- c. una rama de árbol se cae;
- d. un satélite artificial orbita la Tierra;

- e. un auto avanza por la calle;
- f. un imán se usa para juntar clavos.

2. Indiquen en el punto 1, en qué caso se requiere contacto entre los cuerpos y cuáles se producen a distancia.



## Las fuerzas

En la sección anterior se estableció que cuando dos cuerpos interactúan entre sí, lo hacen de tal forma que:

- ▶ se presenta una acción en cada uno de ellos;
- ▶ las acciones son simultáneas;
- ▶ las acciones son contrarias entre sí.

Si tomamos el caso de un jugador de fútbol, este empuja hacia adelante la pelota aplicando sobre esta una **fuerza**, producto de la interacción con esta. Al mismo tiempo la pelota empuja al pie hacia atrás, es decir, ejerce una **fuerza** sobre el pie pero de sentido contrario. Lo mismo ocurre cuando se tira del extremo de un elástico y este se deforma como consecuencia de la interacción con la mano: hay una fuerza en el elástico y otra en la mano. Por lo tanto, se dice que las interacciones se manifiestan mediante fuerzas aplicadas en los cuerpos intervinientes y que son de sentidos contrarios.

Estas fuerzas se reconocen por sus acciones sobre los cuerpos que interactúan, por ejemplo, deformándolos o cambiando su velocidad. Por ejemplo, la pelota está quieta y una vez aplicada la fuerza, comienza a moverse.

Los cambios de velocidad implican aceleraciones, por lo tanto, las fuerzas pueden producir aceleraciones en los cuerpos sobre los que actúan. En otras palabras, la acción de una fuerza sobre un cuerpo puede hacer que este se mueva cada vez más rápido, más lentamente o que se desvíe de su camino.

Pero no siempre que actúa una fuerza sobre un cuerpo lo acelera. Cuando una persona está apoyada sobre una pared ambos cuerpos interactúan, por lo que hay fuerzas aplicadas en ambos objetos. Sin embargo, ninguno de los dos varía su velocidad, ninguno acelera. Sucede que sobre cada uno de los cuerpos hay otras fuerzas, producto de la interacción con el piso y con la Tierra, que compensan sus acciones: si bien hay fuerzas aplicadas, no hay aceleraciones.



El pie realiza una fuerza sobre la pelota, al mismo tiempo que esta realiza otra sobre el pie, pero en sentido contrario.



La fuerza que la pared hace sobre la persona la sostiene, es decir, no la deja caer hacia atrás, mientras que la persona empuja la pared hacia el otro lado.

Un cuerpo puede interactuar con otros al mismo tiempo, de tal manera que sobre él estén aplicadas fuerzas que se compensen entre sí. En ese caso, no presenta variaciones en su movimiento.







Una fuerza de 1 N es muy pequeña; equivale a la fuerza necesaria para sostener, sin moverlo, un paquete de aproximadamente 100 g.



Si se aplica una fuerza en el extremo móvil de un dinamómetro, el resorte en su interior se estira y marca en la escala el valor de la fuerza aplicada.

## Intensidad de una fuerza

¿Quién hace más fuerza?:

► ¿un campeón olímpico de levantamiento de pesas o un bailarín que sostiene a su compañera?

► ¿un barco remolcador o un velero?

► ¿un jugador profesional de fútbol o un niño que patea una pelota?

Las respuestas son evidentes, pero ahora veamos cuáles son las razones que las justifican.

Cuando el levantador sostiene una pesa de 120 kilogramos sobre su cabeza, realiza sobre esta una fuerza más intensa que la que realiza el bailarín al sostener a su compañera de 45 kilogramos.

Un remolcador puede desplazar un barco de miles de toneladas, algo que no se puede hacer con un velero.

El jugador de fútbol provocará más aceleración a la pelota que un niño.

Hay fuerzas más intensas que otras y eso se nota por sus efectos. ¿Cómo se puede determinar la intensidad de una fuerza o, en otras palabras, medirla?

Para determinar en forma confiable y precisa el valor de una fuerza, es necesario emplear un instrumento apropiado y graduado en una unidad adecuada.

En el Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA), la unidad de fuerza se denomina **newton** (N) en honor al físico inglés Isaac Newton (1642-1727).

Para medir el peso de los cuerpos, que es una fuerza particular, se usa habitualmente la unidad kilogramo fuerza y su submúltiplo, el gramo fuerza. Estas unidades no pertenecen al SIMELA.

De la comparación entre ambas unidades se deduce que un newton equivale a 102 gramos.

El instrumento que se emplea para medir la intensidad de una fuerza se llama **dinamómetro**. Al aplicar una fuerza sobre el instrumento, este, mediante algún sistema mecánico o electrónico, indica su intensidad. En algunos casos, el resultado de la medición se obtiene sobre una escala graduada y, en otros, mediante la indicación digital en una pantalla.

Dado que el peso es una fuerza, la mayor parte de los instrumentos que se usan para pesar son en realidad dinamómetros y no balanzas, como se los llama habitualmente.



El dinamómetro está fabricado con un resorte dentro de un tubo metálico o plástico graduado con una escala conveniente.



## Características de una fuerza

¿Cómo se distingue una fuerza de otra?

Si sobre un cuerpo actúan dos fuerzas cuyas intensidades son de 20 newton cada una, ¿se puede afirmar que ambas son iguales?

¿Las dos producirán el mismo efecto sobre el cuerpo?

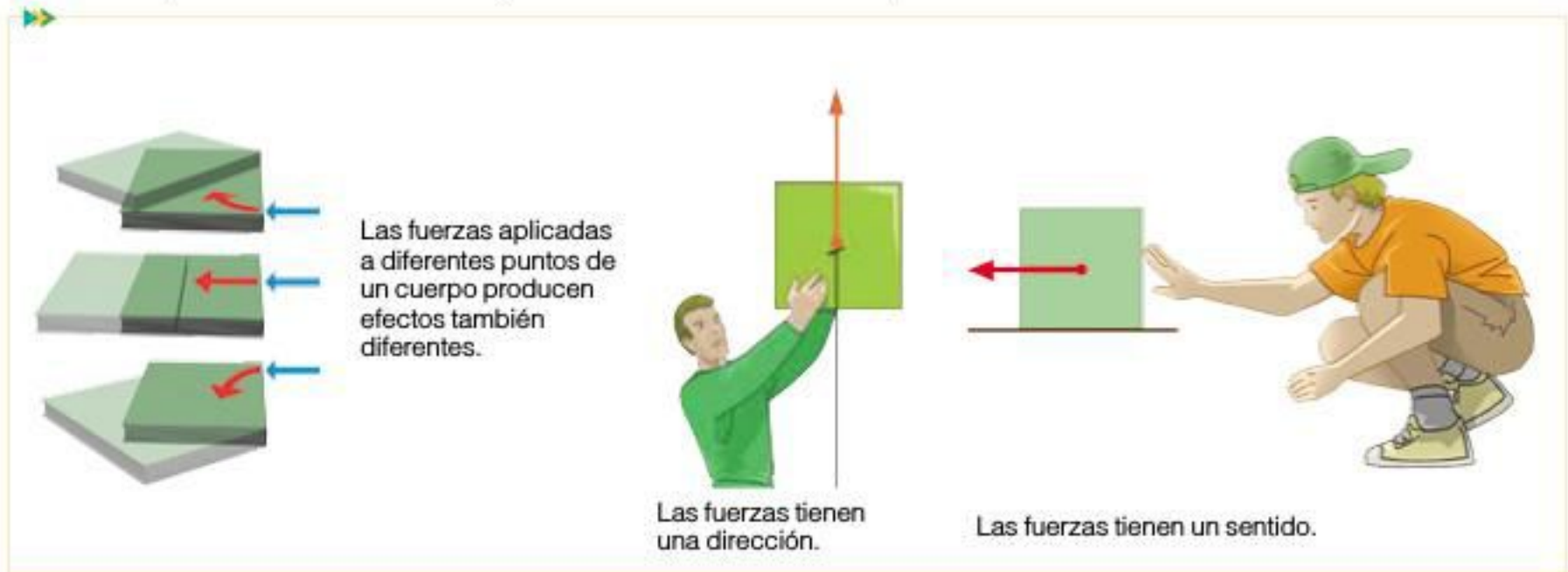
### Carácter vectorial

Si se desea correr un mueble de un lugar a otro es necesario empujarlo. Si el mueble es muy grande y pesado, se deberá empujar con mucha intensidad, pero si se trata de un objeto más liviano, seguramente la fuerza que debe aplicarse es menos intensa. Para moverlo, también se necesita saber hacia dónde se debe correr el objeto. Por eso, indicar solamente el valor de la fuerza no alcanza para conseguir el efecto deseado. No es lo mismo aplicar sobre una caja una fuerza para arriba que para adelante.

Si se desea sacar de la calle un auto que se ha descompuesto, se le puede aplicar una fuerza que lo haga moverse en línea recta, ya sea para adelante como para atrás, de forma que pueda salir del camino en cualquiera de las dos calles laterales. Es decir, no solo son importantes la **intensidad** y la **dirección** de las fuerzas, sino también su **sentido**.



Una de las características de una fuerza es su intensidad.



## Actividades experimentales

### Aplicación de fuerzas

Muchas veces sucede que si se empuja un cuerpo, el efecto que se observa no es el esperado.

**Paso 1.** Tomen una hoja de carpeta y hagan un cilindro, enrollándola y asegurándola con cinta adhesiva.

**Paso 2.** Ponen el cilindro sobre una de las bases y tratan de desplazarlo en algún sentido empujándolo con el dedo. ¿Da lo mismo empujarlo por su parte inferior, media o superior?

**Paso 3.** Coloquen un lápiz sobre la mesa e intenten desplazarlo con un dedo en alguna dirección. ¿Se mueve de igual manera si la fuerza se aplica en algún extremo o en su parte media? Como se observa en la experiencia, es necesario indicar el lugar geométrico del cuerpo en donde se aplica la fuerza, es decir, el **punto de aplicación** de la fuerza.

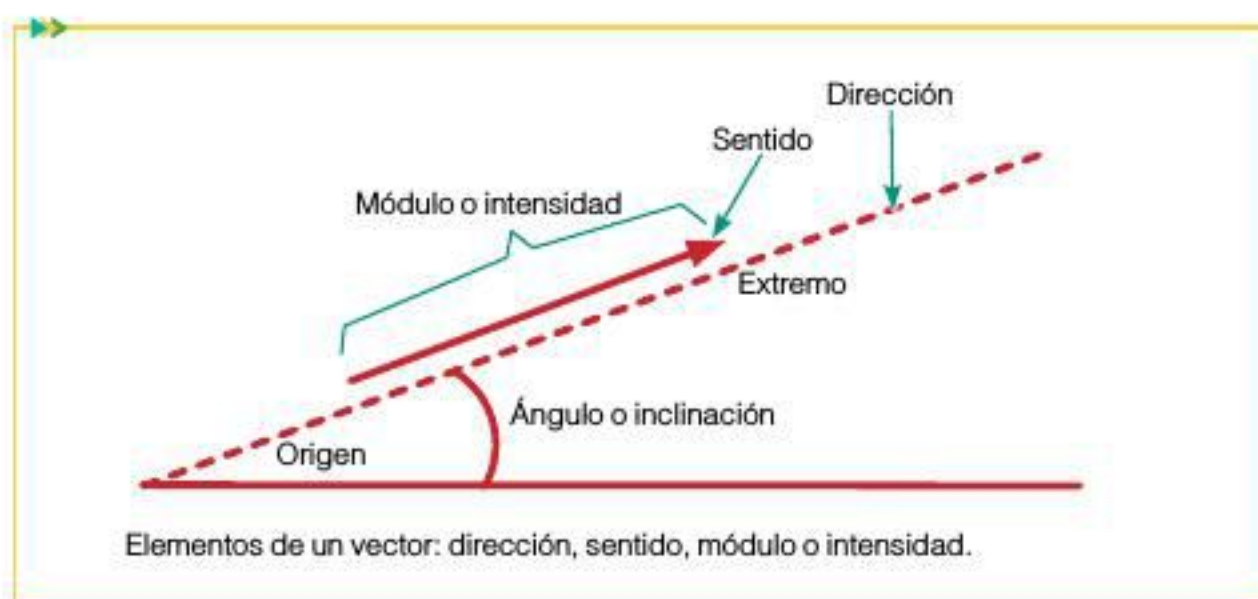


## Representación de una fuerza

Para representar una fuerza es necesario indicar su dirección y sentido, el lugar del cuerpo donde se aplica y su intensidad. Se emplean los **vectores**\* que son elementos matemáticos que tienen las características mencionadas:

- la dirección queda determinada por la recta sobre la que se dibuja el vector que recibe el nombre de recta de acción;
- el sentido, con la indicación gráfica de la punta de la flecha;
- la intensidad o módulo se indica con la longitud del vector;
- el punto de aplicación coincide con el inicio del vector y es el lugar del cuerpo sobre el cual se aplica la fuerza.

Si se tira de un carrito a través de una soga, la dirección de la fuerza que actúa sobre él forma un ángulo con el piso. El valor del ángulo que permite conocer la dirección de una fuerza se mide entre dicha dirección y una superficie horizontal. Tal valor será positivo si el ángulo está medido en forma antihoraria\* y será negativo si es en sentido contrario.



### Glosario

**antihoraria:** de forma contraria al giro que realizan las agujas en un reloj.

**vector:** segmento orientado con dirección, sentido y módulo.

### Actividades

1. Dibujen los vectores que representan las siguientes fuerzas, indicando la escala aplicada en cada caso:

- a.  $F = (230 \text{ N}; 0^\circ)$
- b.  $F = (45 \text{ N}; 90^\circ)$
- c.  $F = (800 \text{ N}; 270^\circ)$
- d.  $F = (0,4 \text{ N}; 30^\circ)$

Así, para representar la  $F = (400 \text{ N}; 0^\circ)$  que se aplica para empujar el mueble, se deberá dibujar un vector que tenga:

- punto de aplicación en un punto conveniente del mueble;
- dirección y sentido que coincidan con el piso, ya que el ángulo es de  $0^\circ$ ;
- módulo o intensidad según la relación entre la longitud del vector representado y el valor de la fuerza que se representa, lo que se conoce como escala.

### Escalas

Para representar una fuerza mediante un vector, se debe seleccionar una escala adecuada. Para ello hay que tener en cuenta el valor de la intensidad de la fuerza y el tamaño deseado para su representación.

Por ejemplo, si se dispone en el cuaderno de un rectángulo de 15 cm por 10 cm para representar un sistema de fuerzas y sus valores son  $F_1 = 500 \text{ N}$  y  $F_2 = 750 \text{ N}$ , se puede elegir una escala de 100 N por cada cm, por lo que  $F_1$  quedará representada por un vector de 5 cm y  $F_2$  de 7,5 cm. En cambio, si en ese mismo lugar hubiese que representar dos fuerzas de intensidades  $F_3 = 0,4 \text{ N}$  y  $F_4 = 0,8 \text{ N}$ , la escala podría ser de 0,1 N por cada cm, de modo que las longitudes de los vectores serían de 4 cm y 8 cm respectivamente.



## Sistemas de fuerzas

Por lo general, cada cuerpo interactúa con otros y, por eso, raramente actúa sobre este una única fuerza.

Por ejemplo, si se quiere representar las fuerzas que actúan sobre un mueble pesado cuando se lo corre, hay que tener en cuenta que interactúa con otros cuerpos como la Tierra, el piso y la mano de la persona que intenta desplazarlo. Por eso se presentan varias fuerzas sobre ellos, que son el producto de cada interacción. Una fuerza hacia abajo, su peso, que proviene de la interacción con la Tierra; una fuerza hacia arriba, que proviene de la interacción con el piso que lo sostiene y otra, de la interacción con la persona que lo empuja.

También puede suceder que una sola fuerza no sea suficiente para modificar la posición del cuerpo y se necesite la acción de varias. Por ejemplo, si se tuviera que empujar una camioneta que quedó detenida en medio de un camino o una ruta, por más intensa que sea la fuerza que el conductor pueda aplicar, sería casi imposible que lograra moverla. Por eso tendría que recurrir a otras personas que lo ayuden a empujar el vehículo o incluso a una grúa.

Cuando esto sucede, es decir, cuando sobre un cuerpo se aplican varias fuerzas al mismo tiempo, se dice que sobre este actúa un conjunto de fuerzas o **sistema de fuerzas**.

Para representar un sistema de fuerzas, se procede de la misma manera que cuando se representa una única fuerza. Se esquematiza el cuerpo en cuestión, se define una sola escala apropiada para representar cada una de las fuerzas y se dibujan los vectores, respetando la escala. En muchos casos, no resulta necesario establecer el tipo de objeto sobre el cual están aplicadas las fuerzas y por ello se considera solo el punto del cuerpo sobre el cual ellas actúan. Ese punto, llamado **punto material**, representa todo el cuerpo, independientemente de su forma y tamaño.

### Fuerzas concurrentes y paralelas

En el ejemplo anterior, todas las fuerzas están aplicadas sobre la camioneta. Otra situación similar sería sostener un farol mediante dos cuerdas. Sobre el farol actúan su peso y la fuerza que ejerce cada soga para sostenerlo. Todas convergen en un punto que representa el farol. Cuando las direcciones de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se cortan en un punto, el sistema de fuerzas se llama **concurrente**.

Si dos personas llevan un cuerpo colgado de una barra, sobre ella actúan tres fuerzas: el peso del cuerpo y las fuerzas hacia arriba que ejercen las personas. Estas tres fuerzas son **paralelas**, no concurrentes.

En la antigua Roma se corrían carreras de carros tirados por cuatro caballos que ejercían sobre el carro un sistema de fuerzas paralelas.



Dos o más fuerzas aplicadas en un mismo cuerpo forman un sistema de fuerzas.

Representación del sistema de fuerzas de la foto suponiendo que cada persona ejerce fuerzas de 600 N y 900 N respectivamente.

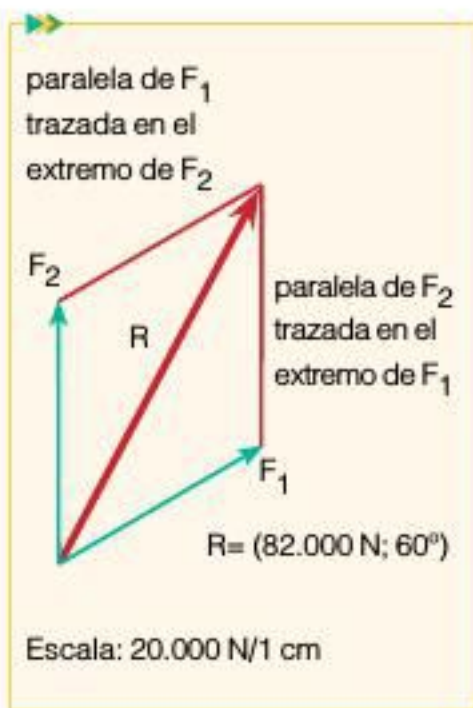


Fuerzas concurrentes.



Fuerzas paralelas.





### Resultante de un sistema de fuerzas concurrentes

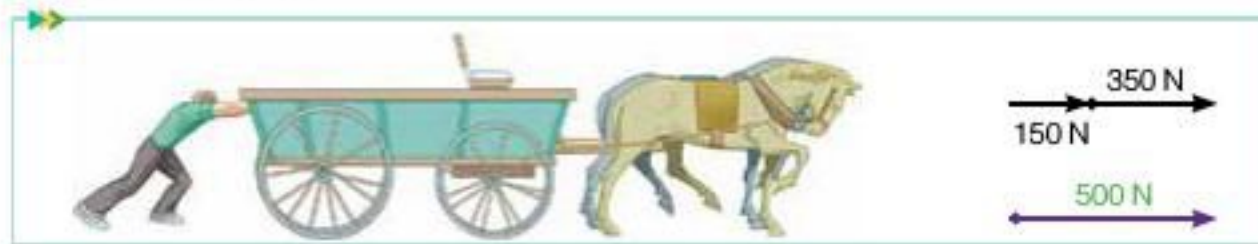
Para que un barco entre en un puerto se utilizan embarcaciones de gran potencia que permiten remolcarlo. Cada una de estas realiza una fuerza con direcciones y sentidos diferentes entre sí, pero que en conjunto dan como resultado el avance del barco. Es como si sobre el barco se aplicara una única fuerza que produce el mismo efecto que los remolcadores. Esta fuerza, por la que se podrían reemplazar todas las que forman un sistema con el mismo efecto, se llama **resultante**.

Una de las formas geométricas de obtener la resultante para un sistema formado por dos fuerzas concurrentes es el **método del paralelogramo**. Este consiste en trazar paralelas a cada una de las fuerzas que lo conforman en el extremo de la otra, formando así un cuadrilátero regular (paralelogramo), en donde la diagonal mayor es la resultante del sistema.

Por ejemplo, si los remolcadores tiraran del barco con  $F_1 = (45.000 \text{ N}; 30^\circ)$  y  $F_2 = (50.000 \text{ N}; 90^\circ)$ , el sistema se resolvería como se muestra en la figura al lateral.

### Resultante de fuerzas de igual dirección

Puede suceder que las fuerzas que se apliquen sobre el cuerpo tengan la misma dirección y sentido. En ese caso, la resultante será de intensidad igual a la suma de las intensidades de las fuerzas intervinientes, con idéntica dirección y el mismo sentido. Por ejemplo, si una persona y un caballo tratan de poner en movimiento un carro, ejerciendo fuerzas horizontales y del mismo sentido con intensidades de 150 newton y 350 newton respectivamente, la fuerza resultante es también horizontal, en el mismo sentido que las aplicadas, y su intensidad sería de 500 newton.



Pero también puede ocurrir que las fuerzas aplicadas tengan la misma dirección pero sentido contrario, como lo que ocurre cuando dos personas tiran de algo con el fin de quedárselo. En esos casos, la resultante tiene una intensidad que es igual a la diferencia de las fuerzas intervinientes, con dirección idéntica y tiene el mismo sentido que la mayor fuerza aplicada.



Cuando sobre un cuerpo actúan más de dos fuerzas también es posible reemplazarlas, con igual efecto, por una resultante. Por ejemplo, en la antigua Roma se corrían carreras de carros tirados por cuatro caballos, denominadas cuadrigas. Las cuatro fuerzas paralelas ejercidas por los caballos producían el efecto equivalente a una única fuerza resultante que actuaría sobre el carro.

### Actividades

1. Dos sogas que forman entre sí un ángulo de  $60^\circ$  soportan, cada una de ellas, un esfuerzo de 1.200 N sin romperse. ¿Cuál es el esfuerzo máximo que pueden hacer sobre el cuerpo al que están aplicadas?
2. Un chico y su perro tiran de los extremos de un palo. Si el perro puede hacer una fuerza de 320 N y el chico de 840 N, ¿quién se queda con él? ¿Cuánto vale la fuerza sobre el palo?
3. Para arrimar una lancha al muelle, dos personas tiran de una misma soga con fuerzas de 540 N y 380 N. ¿Cuál es la fuerza ejercida sobre la lancha?



## Clasificación de fuerzas

Supongan que se desparramaron algunos clavos de hierro sobre una mesa y quieren juntarlos. Se podría optar entre por lo menos dos métodos:

- agruparlos con la mano y luego levantarlos;
- acercar un imán para que los clavos se peguen a este.

En cualquiera de estos dos casos se lograría el objetivo buscado ejerciendo fuerzas sobre los clavos para moverlos de donde estaban y luego levantarlos. Para hacerlo con la mano, es necesario tocarlos, en cambio con el imán, basta con acercarlo para que los clavos se le adhieran.

Cuando la interacción entre dos cuerpos como la mano y los clavos requiere que estos se toquen, las fuerzas se llaman **de contacto**. Por el contrario, si el contacto no es necesario, como entre los clavos y el imán, las fuerzas se llaman **a distancia**.

### Fuerzas de contacto

Como se indicó anteriormente, existen interacciones en las cuales es necesario que los cuerpos estén en contacto, como cuando se pretende empujar una caja, patear una pelota o colgar una lámpara del techo. Existen muchas formas en las que dos o más cuerpos pueden ejercer entre sí fuerzas por contacto. Algunas de estas formas tienen nombres especiales.

Algunos cuerpos tienen la propiedad de deformarse cuando sobre ellos se ejercen fuerzas, pero vuelven a su forma inicial cuando las fuerzas dejan de actuar. Estos cuerpos se denominan **elásticos** y un caso típico es un resorte. Cuando un resorte se deforma, la fuerza que lo hace volver a su forma inicial se llama **fuerza elástica**.

La fuerza que ejerce una soga que se mantiene tensa mientras los cuerpos interactúan se llama **tensión**.

¿A qué se debe que correr un mueble sobre un suelo de baldosas lisas sea más fácil que hacerlo sobre un piso alfombrado? ¿Por qué si se deja caer una hoja de cuaderno al piso y luego se la vuelve a dejar caer hecha un bollo, esta vez lo hace más rápido?

Cuando un cuerpo se mueve respecto de otro hay fuerzas de contacto entre ambos, llamadas **fuerzas de frotamiento** o **de roce**. En los ejemplos propuestos, la fuerza de frotamiento entre la baldosa lisa y un mueble es generalmente menor que entre ese cuerpo y una alfombra. La forma de la hoja, extendida primero y abollada después, hace que el frotamiento con el aire sea diferente.

Cuando un cuerpo sostiene a otro o impide algún movimiento, lo hace mediante fuerzas denominadas **de vínculo**. Es el caso simple de un cuerpo apoyado en una mesa. La fuerza que la mesa ejerce sobre el cuerpo para sostenerlo es una fuerza de vínculo.



La fuerza de vínculo se presenta siempre que un cuerpo sostiene a otro.



La fuerza es de contacto, pero como está vinculada por un resorte, se la conoce como elástica.



La fuerza es de contacto, pero como está vinculada por una cuerda recibe el nombre de tensión, porque la soga se tensa.



Entre los patines y el hielo hay un movimiento relativo, por eso, la fuerza entre ellos es de roce



## Fuerzas a distancia



La fuerza magnética que desplaza las limaduras de hierro no se modifica si entre ellos se interpone un medio material.

Cuando una interacción se manifiesta sin la necesidad de que exista el contacto entre los cuerpos, las fuerzas ejercidas sobre cada uno de ellos se llaman **fuerzas a distancia**.

¿Se preguntaron alguna vez por qué los cuerpos se caen? ¿Cómo está relacionado lo anterior con el hecho de que la Luna no se “escape” y se pierda en el espacio?

La Tierra ejerce fuerzas sobre todos los cuerpos que están a su alrededor, sin importar si estos están apoyados sobre su superficie o alejados de ella. Esta fuerza a distancia entre la Tierra y otros cuerpos celestes se llama **gravitatoria**. Los objetos que están cerca de la superficie terrestre sin estar apoyados o sostenidos caen, es decir, se aceleran hacia el suelo por la acción de una fuerza de origen gravitatorio, llamada peso.

Si se frota un globo de goma con un paño de lana y luego se lo acerca a la cabeza de una persona, este atrae los cabellos sin necesidad de poner en contacto un cuerpo con el otro. El globo realiza una fuerza sobre cada uno de los cabellos, y lo hace a través del espacio que los separa. Estas fuerzas a distancia se llaman **eléctricas** y se estudiarán con más detalle en el capítulo 9.

Asimismo, los imanes producen interacciones y, como consecuencia, fuerzas entre ellos cuando se encuentran a una cierta distancia. Estas fuerzas se denominan **magnéticas**.



La fuerza eléctrica que está presente entre el globo y el agua es a distancia: no se necesita tocar el agua para observar el efecto.

### Actividades

1. Clasifiquen las siguientes fuerzas de acuerdo con las descripciones anteriores y dibújenlas eligiendo una escala adecuada:

- a. Fuerza que hace el piso para sostener a una persona:  $F = (600 \text{ N}; 90^\circ)$
- b. Fuerza que hace la cadena de un remolcador al arrastrar por el río un buque:  $F = (15.600 \text{ N}; 0^\circ)$
- c. Fuerza que se hace al pasar un paño por el piso para sacarle lustre:  $F = (7 \text{ N}; 180^\circ)$
- d. Fuerza que hace regresar al suelo a una persona luego de un salto:  $F = (720 \text{ N}; 270^\circ)$

2. Identifiquen en cada uno de los ejemplos anteriores:

- a. los cuerpos que interactúan;
- b. las fuerzas presentes como producto de la

interacción, indicando la dirección, el sentido, el módulo o intensidad, y el punto de aplicación de cada una de ellas.

3. Indiquen cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas; justifiquen en cada caso sus respuestas.

- a. La plastilina es un cuerpo elástico. ☐
- b. Si se cuelga un cuerpo de un hilo, la tensión puede romperlo. ☐
- c. El frotamiento con el aire hace que los paracaídas caigan despacio. ☐
- d. La Tierra atrae a la Luna mediante una fuerza magnética. ☐
- e. Es difícil caminar sobre hielo porque hay poco frotamiento entre los zapatos y el suelo. ☐



# Gravedad y peso

## La gravedad

Desde la Antigüedad, muchos científicos han estudiado la caída de los cuerpos y los motivos por los cuales esto sucede. Uno de los primeros en interesarse por este tema fue el filósofo griego Aristóteles, hace aproximadamente 2.400 años. Utilizando sus razonamientos, y sin hacer ninguna clase de experimento, Aristóteles llegó a la conclusión de que los cuerpos tenderían a ocupar su lugar natural en el universo. Así, los más “graves” o pesados se moverían hacia el suelo, mientras que los más “leves” o livianos se moverían hacia arriba. También afirmaba que la velocidad con la que los cuerpos caen dependía de su peso, por lo que un cuerpo pesado debería caer más rápidamente que uno liviano, pero manteniendo su velocidad constante durante todo su recorrido hacia el piso. Además, este filósofo consideraba que para que un objeto permaneciera en movimiento, debía existir algo que accionara sobre él. Por ejemplo, en el caso de una flecha, consideraba que el aire que se une por detrás del objeto una vez que esta ha sido disparada la impulsaría hacia adelante.

Muchos años después, Galileo Galilei (1564-1642) contradijo lo enunciado por Aristóteles. Para realizar sus afirmaciones, Galileo no solo utilizó sus razonamientos, sino que realizó numerosas experiencias a partir de las cuales llegó a la conclusión de que los objetos no ocupan un lugar natural en el universo. Además, afirmó que la velocidad con la que los cuerpos caen es independiente de su peso, y que esta no se mantiene constante durante la caída, sino que va aumentando gradualmente.

Supongan que se deja caer un cuerpo, por ejemplo una moneda. En los primeros instantes de su caída, esta debe pasar del reposo a tener una cierta velocidad, lo cual solo puede lograrse si se considera que el objeto ha acelerado, es decir, ha variado su velocidad. Este proceso de aceleración se mantiene durante toda la caída, esto significa que cada vez cae más rápido, hasta que llega al suelo. Para que esto suceda, tiene que existir una acción que cambie el estado de movimiento del cuerpo, una fuerza que sea el efecto visible de una interacción entre el cuerpo que cae y otro, en este caso, la Tierra que lo atrae.

La aceleración adquirida por un cuerpo al caer se denomina **aceleración gravitatoria** por el tipo de interacción que la produce, y su valor medio en las cercanías de la superficie terrestre es de  $9,8 \text{ m/s}^2$  cada segundo. Así, si no existiese el frotamiento con el aire, cuando se deja caer un objeto como una moneda desde lo alto de un edificio, este tendría una rapidez de  $9,8 \text{ m/s}$  un segundo después de su caída; a los dos segundos su rapidez sería  $19,6 \text{ m/s}$ , y así sucesivamente hasta llegar al piso.

► En el capítulo 11 encontrarán más información sobre la gravedad

## Actividades

1. Busquen información acerca de los trabajos de Aristóteles y Galileo sobre los cuerpos en el universo. Luego, compárenlos y discutan las semejanzas y diferencias entre ellos.



La Tierra ejerce una fuerza sobre el pájaro y este, a su vez, ejerce otra sobre la Tierra. Esta es una interacción de origen gravitatorio, donde las fuerzas son a distancia y de atracción.





La pelota regresa a la Tierra por la acción de la fuerza peso.

## Fuerza peso

Como se ha dicho, existe una interacción llamada gravitatoria entre la Tierra y los cuerpos que se encuentran cerca de esta o sobre su superficie. Esta fuerza ejercida por la Tierra sobre los cuerpos se llama **peso**.

¿Cuáles son las características de esta fuerza?

Existen ciertos aspectos que ayudan a caracterizar el peso, es decir a indicar su intensidad, dirección, sentido y punto de aplicación. En cada lugar de la Tierra, el peso de un cuerpo depende de sus características: un elefante es más pesado que un ratón. Además, cuando se deja que un cuerpo se mueva solo bajo la acción de su peso, cae verticalmente. A partir de estas consideraciones, se puede aceptar que las características del peso son las siguientes:

1. La fuerza peso de un cuerpo se orienta hacia el centro de la Tierra. Por eso tiene:

► dirección perpendicular al suelo; esta línea recibe el nombre de **vertical del lugar** y se puede determinar con un hilo y un cuerpo pesado colgado de él. Si se sostiene el extremo del hilo con la mano y se deja colgando el cuerpo en equilibrio, el hilo toma la dirección de la vertical del lugar;

► sentido hacia abajo.

2. Cuando el tamaño del cuerpo no permite tomarlo como puntual, la fuerza peso está aplicada en un punto que se llama **centro de gravedad** del cuerpo.

3. La intensidad es proporcional a una característica del cuerpo llamada **masa** que se analizará a continuación.

Cada cuerpo tiene un peso que es casi constante en cualquier lugar de la Tierra. Esto se debe a que la gravedad varía muy levemente según las regiones del planeta.

Si se dejan caer simultáneamente desde la misma altura una pequeña pelota y una hoja de papel, se ve que la pelota llega primero al suelo y el papel cae planeando. A partir de esta experiencia podría deducirse que la pelota, más pesada, cae más rápido que el papel.

Si se repite la experiencia pero esta vez haciendo un bollo con el papel, se observa que ahora ambos llegan juntos al piso, pese a que el papel sigue pesando lo mismo que antes.

En ambos casos, sobre los dos cuerpos en movimiento actúan dos fuerzas: la fuerza peso debida a la atracción de la Tierra, y la fuerza de frotamiento que ejerce el aire mientras caen.

La fuerza de rozamiento depende de la forma de los cuerpos, que determina la superficie de contacto entre el cuerpo y el aire. Esta fuerza es bastante grande sobre un papel extendido como una hoja y bastante más pequeña sobre cuerpos chicos y esféricos, como la pelota y el bollo de papel. Si el frotamiento es muy bajo, ambos cuerpos caen con la misma aceleración, independientemente de sus pesos. Por otra parte, si no existiera rozamiento con el aire, los cuerpos caerían exactamente con la aceleración de la gravedad.

## Actividades

1. Dibujen las fuerzas que actúan durante el movimiento de cada uno de los siguientes cuerpos.

a. Una nena que salta.

b. Una maceta que se cae desde un balcón.

c. Una pelota que fue pateada por el arquero y está en el aire.





## La masa y las leyes de Newton

Supongan que la pelota del ejemplo de la página anterior pesa 10 N y el bollo de papel, 1 N. Aunque la pelota es atraída hacia la Tierra con una fuerza 10 veces mayor caen juntos, con igual aceleración...

Si un astronauta repite la experiencia en la Luna, la pelota pesaría 1,43 N, el bollo de papel 0,143 N y caerían juntos con la aceleración de la gravedad lunar. Sin embargo, en la Luna la piedra sigue pesando 10 veces más que el bollo. Si se pudiese repetir la experiencia en cualquier planeta, el peso de la pelota sería siempre 10 veces mayor que el del bollo. Por ejemplo, en Júpiter la pelota pesaría 23,2 N y el papel 2,32 N.

Por lo tanto, debe existir alguna otra característica de los cuerpos que los hace ser más o menos pesados. Esa característica se llama **masa** de cada cuerpo, e influye en otros fenómenos que tienen que ver con el movimiento de los cuerpos, aunque no sean caídas.

En el año 1687 el físico inglés Isaac Newton propuso tres leyes que permiten explicar las causas de los movimientos; una de estas leyes se refiere a la masa de los cuerpos.

Según se explica en la **segunda ley de Newton**, los cuerpos que tienen más masa son más difíciles de ser acelerados que los que tienen menos masa. Por ejemplo, se necesita menos fuerza para empujar y acelerar el carrito de supermercado que la necesaria para mover y acelerar un auto.

Pero esta ley no solo indica esto, sino que además permite hacer cálculos a partir de las masas de cada cuerpo.

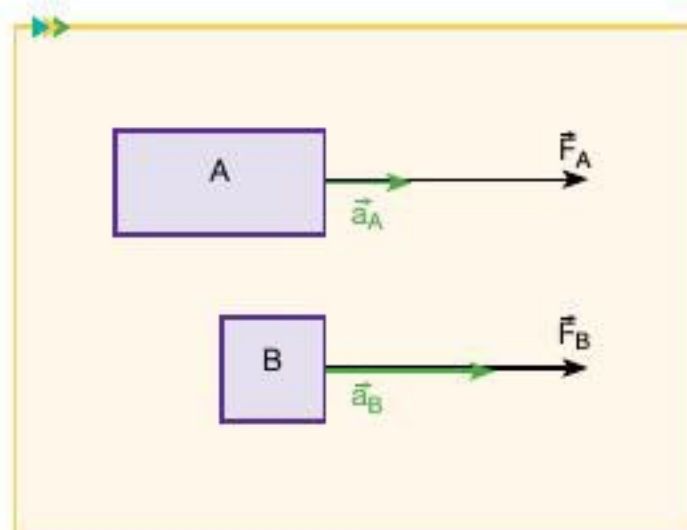
Por ejemplo, al aplicarle al cuerpo A de la figura una fuerza de 2 N, este adquiere una aceleración de 2 m/s cada segundo. En cambio, al aplicarle una fuerza idéntica al cuerpo B, su aceleración es de 1 m/s cada segundo. El cuerpo A es "el doble" de difícil de ser acelerado porque tiene el doble de masa. Esta relación se mantiene constante porque la masa de los cuerpos es característica de cada uno de ellos. Entonces, siempre que se apliquen fuerzas idénticas a los cuerpos A y B, el cuerpo B se acelerará el doble.

Resumiendo algunas características de la masa de los cuerpos se puede afirmar que:

- La masa es una característica de la materia que indica la oposición de los cuerpos a ser acelerados. Cuanto más masa tiene un cuerpo, más difícil es acelerarlo.
- Como la masa de un cuerpo es siempre la misma existe una proporcionalidad entre la fuerza aplicada sobre el cuerpo y la aceleración producida. Por ejemplo, el doble de intensidad de la fuerza implica también el doble de aceleración.
- La masa permite establecer una relación entre el peso del cuerpo y su aceleración cuando se lo deja caer libremente. En cada lugar de La Tierra (o de otros planetas) el doble de masa implica el doble de peso.
- La masa se mide en kilogramos (kg) y para su determinación se utiliza un instrumento conocido como balanza.



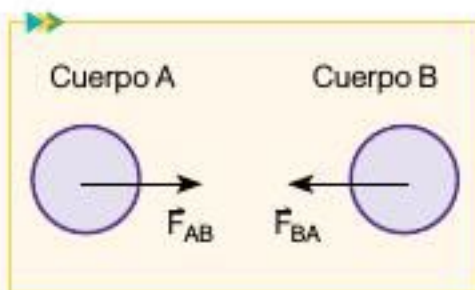
Sir Isaac Newton.







A la tercera ley de Newton o principio de interacción también se la conoce como principio de acción y reacción.



$F_{AB}$  es la fuerza ejercida sobre el cuerpo A por el cuerpo B.  $F_{BA}$  es la fuerza ejercida sobre el cuerpo B por el cuerpo A. Ambas fuerzas tienen igual intensidad.

## Leyes de inercia y de interacción

La primera de las leyes de Newton se denomina también **Ley de Inercia**. La inercia es una propiedad de la materia, de su masa, de mantener constante su velocidad a menos que la interacción con otros cuerpos produzca un cambio.

La primera idea sobre esta ley es sencilla: si un cuerpo se encuentra detenido, permanecerá detenido a menos que otro u otros cuerpos interactúen con él y lo aceleren, es decir que actúen una o varias fuerzas sobre él. Así, al estar detenido, su velocidad es cero y se mantiene en ese valor.

La situación no es tan sencilla cuando los cuerpos se están moviendo: si no actúan fuerzas sobre él, este tiende a mantener su velocidad constante.

Por ejemplo, veamos qué se observa al mirar desde la calle lo que ocurre en un micro con pasajeros de pie. Si el micro frena, los pasajeros tienden a mantener la velocidad que tenían, entonces en el micro se van hacia adelante. Algo similar ocurre si el micro está detenido y se pone en movimiento bruscamente: los pasajeros que estaban quietos tienden a mantenerse quietos, y en el micro se van para atrás.

Otro ejemplo que puede ocurrir en un micro en movimiento es que a uno de sus pasajeros se le caiga un libro que queda a sus pies. ¿Por qué el libro no cae más atrás, si mientras ocurre la caída el micro está avanzando? Esto se explica porque el libro tiene la velocidad del micro y entonces avanza con este.

La tercera ley de Newton es el **Principio de Interacción**. Esta ley indica que las fuerzas siempre provienen de la interacción entre dos cuerpos y se llama ley de interacción.

Cuando dos cuerpos interaccionan, actúa sobre cada uno de ellos una fuerza. Estas fuerzas son de igual intensidad y dirección, pero tienen sentidos opuestos.

## SIMELA

Para describir movimientos se miden longitudes, tiempos, velocidades y aceleraciones. Cada una de estas magnitudes tiene sus unidades correspondientes.

Las unidades aceptadas en la Argentina, por la aplicación de la Ley de Metrología, corresponden al Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA), que coincide con el Sistema Internacional de Medidas (SI).

Las unidades fundamentales de este sistema son las siguientes:

Magnitud	Nombre	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Todas las restantes unidades se obtienen con alguna combinación de las anteriores, por ejemplo la velocidad se mide en m/s y una superficie, en m<sup>2</sup>.



## La presión

¿Resulta sencillo caminar por la arena con zapatos de taco alto? ¿Puede un esquimal mantenerse parado sin hundirse en la nieve? Para cortar manteca, ¿se necesita un cuchillo muy afilado? ¿Por qué las chinches, agujas o clavos tienen punta aguda? Para responder estas preguntas, es necesario definir otra magnitud, la **presión**.

Cuando se camina por la arena o por nieve blanda con zapatos de taco alto, la deformación que se produce en cada una de esas superficies está relacionada con la fuerza que se hace y con la superficie sobre la cual se realiza. Si en lugar de caminar por la nieve con zapatos se lo hace con esquís o raquetas para la nieve, la superficie de la nieve se deforma menos.

Por otra parte, si dos personas tienen la misma superficie de contacto con la nieve pero una es más pesada que la otra, las huellas que dejarán serán diferentes entre sí: la persona más pesada se hundirá más ya que las fuerzas intervinientes también lo son.

Una forma de explicar estas situaciones en las que el efecto de una fuerza sobre una superficie depende tanto de la fuerza como del área, es definir una magnitud llamada **presión** como el cociente entre la intensidad de la fuerza perpendicular a la superficie y el valor de la superficie.

$$P = \frac{F}{S}$$

Si un cajón que pesa 1.000 N está apoyado sobre uno de sus lados que tiene una superficie de 0,25 m<sup>2</sup>, ejercerá sobre el piso la siguiente presión:

$$P = \frac{1.000 \text{ N}}{0,25 \text{ m}^2} = 4.000 \text{ N/m}^2$$

En cambio, si se lo da vuelta y ahora se apoya sobre otro de sus lados de 0,5 m<sup>2</sup> de superficie, ejercerá una presión de:

$$P = \frac{1.000 \text{ N}}{0,5 \text{ m}^2} = 2.000 \text{ N/m}^2$$

Si se considera a una persona parada en la nieve, si bien siempre pesa lo mismo, lo que varía es la superficie sobre la cual está repartido su peso. En el caso de que lleve zapatos, la superficie será mucho más chica que si utiliza esquís o raquetas. Por eso en el primer caso la nieve se deforma más, ya que hay más presión. Lo mismo sucede si la persona camina sobre la arena. Si pretende no hundirse tanto le convendrá usar calzado plano, de modo de aumentar la superficie de contacto y, en consecuencia, disminuir la presión. Para lograr que un clavo entre en la pared se coloca la punta sobre ella y se golpea con el martillo por el extremo contrario. De esa forma, con una fuerza moderada y una superficie muy chica, se alcanza una presión muy grande que perfora la pared.



La deformación de la nieve al ser pisada depende de la superficie de contacto.

La unidad de presión en el SIMELA se llama pascal (Pa). 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>. Una presión de 1 Pa es muy pequeña, por eso se suelen usar múltiplos como el hectopascal (hPa) o el kilopascal (kPa) que corresponden a 100 Pa y 1.000 Pa respectivamente.



## Actividades

1. ¿Para qué se afilan los cuchillos?
2. ¿Por qué duele más un pisotón con zapatos de taco alto que con zapatillas?
3. Si el aire ejerce una presión de 1.013 hPa, ¿por qué no lo notamos?

### La atmósfera

El valor normal de la presión atmosférica también se ha tomado para definir una unidad de presión denominada atmósfera, cuyo valor es precisamente 1.013 hPa, o en otras unidades, 1,033 kilogramos por cada centímetro cuadrado. Así, si por ejemplo la presión de un gas adentro de una garrafa es de 5 atmósferas a temperatura ambiente, su valor es 5,165 kilogramos por cada centímetro cuadrado.



## La presión en los líquidos y los gases

¿Qué se indica en los partes meteorológicos de las emisoras de radio, los diarios o los noticieros de la televisión cuando se informa que la presión es de 1.013 hectopascales?

Los sólidos, líquidos y gases ejercen presión sobre otros cuerpos.

Aunque no se perciba tan directamente, el aire también pesa. A la altura del nivel del mar, el aire pesa aproximadamente 1,3 gramos por cada litro. Aunque esta cifra parece pequeña, dentro de un aula puede llegar a haber unos 80 kilogramos de aire.

El peso de todo el aire está repartido sobre la superficie de todos los objetos que se encuentran en la atmósfera, por lo tanto el aire ejerce una presión que se conoce con el nombre de **presión atmosférica**. El valor normal de la presión atmosférica es de 1.013 hectopascales (hPa) y puede variar a lo largo del día. Para tener una idea acerca del significado del valor de esta presión atmosférica, se puede considerar que es de aproximadamente 10 newton o 1 kilogramo por cada centímetro cuadrado.

Un litro de agua pesa más que un litro de aire, por eso la presión dentro de ella es mayor. Por ejemplo, si un buzo se encuentra a 12 metros de profundidad, recibe más presión por parte del agua que cuando sube a la superficie y soporta la presión de cientos de kilómetros de aire de la atmósfera. Otro ejemplo lo vemos en el caso de una persona que se sumerge muy profundo en la pileta y siente un zumbido en los oídos, producto del aumento de la presión del agua.

Las distintas especies de animales y plantas marinas presentan adaptaciones que les permiten vivir en las profundidades, equivalentes a las que presentan los animales aeroterrestres que viven rodeados de aire.

¿Es igual la presión a 2 metros de profundidad en una pileta que en el océano? ¿Aumenta la presión al aumentar la profundidad?

En el caso de los líquidos y los gases, la presión depende de dos factores. En primer lugar, a medida que la profundidad aumenta, también lo hace la presión.

Por otra parte, la presión también depende del tipo de sustancia en la que se encuentre sumergido el cuerpo en cuestión. Esto se debe a que las distintas sustancias presentan diferencias entre sí. Una de estas es el peso específico, que corresponde al peso que tiene un litro de una sustancia, y que es una propiedad característica de cada una de ellas.

En los fluidos como el agua, la presión depende de la profundidad.

### Para conocer más

Perelman, Y., *Física Recreativa*, Madrid, Mir Ruviños, 1994.

Reid, S. y Fara, P., *El libro de los científicos*, Buenos Aires, Lumen, 1996.

Rojo, A., *La física en la vida cotidiana*, Buenos Aires, Siglo XXI editores, 2007.



## Ideas básicas

- ▶ Las interacciones son acciones mutuas y simultáneas que se presentan sobre dos cuerpos que pueden estar en contacto o no estar. La consecuencia de cada interacción es un par de fuerzas.
- ▶ Las fuerzas son magnitudes vectoriales, lo que implica que tienen una dirección, un sentido y un módulo o intensidad. Los sistemas de fuerzas pueden ser reemplazados por una única fuerza que logre el mismo efecto, llamada resultante del sistema.
- ▶ El peso es una fuerza producto de la interacción de cada cuerpo con la Tierra.
- ▶ La masa es un valor constante para cada cuerpo y que, a su vez, permite establecer una relación directa entre la fuerza aplicada y la aceleración adquirida por dicho cuerpo.
- ▶ La presión resulta del cociente entre la fuerza perpendicular aplicada a una superficie y el valor del área donde se aplica.

## Actividades de integración

1. Una persona que está esperando en un parador sobre el costado de una ruta, ve pasar justo por delante de ella a un micro y un auto que avanzan en sentidos contrarios. ¿Cómo describirían el movimiento de cada uno de los siguientes cuerpos, indicando quién está quieto, quién se mueve y hacia dónde?:

- i. el conductor del auto.
- ii. la persona que está detenida en la ruta.
- iii. un pasajero del micro.

2. Durante un viaje largo, un pasajero del vehículo decide representar la información relacionada con la velocidad que tiene el auto en el que viaja. ¿Le alcanzará con observar y registrar solo el valor que indica el velocímetro del auto? ¿Por qué? ¿Qué otra variable debería tener en cuenta?

3. Para el caso anterior, señalen cómo se debería indicar la velocidad del auto en cada uno de los siguientes casos:

- a. la ruta por delante es completamente recta y el vehículo viaja con una rapidez de 100 km/h;
- b. sigue por el mismo tramo de ruta, pero con una rapidez de 80 km/h porque entra en un pueblo;
- c. se detiene en la estación de servicio a cargar nafta;
- d. gira en una calle perpendicular a aquella por la que venía.

4. Suponiendo que mantengan su velocidad constante, ¿quién va más rápido: una liebre que recorre 100 metros en 5 segundos o un auto que recorre 450 metros en medio minuto?

5. Un chico está subido al caballo de una calesita que gira de tal modo que tarda siempre 25 segundos en dar una vuelta completa. La distancia entre el chico y el eje de la calesita es de 4 metros.

- a. ¿Con qué rapidez se mueve el chico respecto del piso?
- b. ¿Su velocidad es constante o está acelerado?

6. Analicen cada una de las siguientes afirmaciones sobre los movimientos. Para cada una de ellas, se debe indicar si son verdaderas o falsas, y justificar la respuesta. Se debe dar un ejemplo en el caso de las que resulten verdaderas, y un contraejemplo para las que sean falsas:

- a. Un mismo cuerpo puede estar quieto según el punto de vista de una persona, y encontrarse en movimiento según el de otra.
- b. Dos cuerpos pueden tener la misma rapidez pero diferente velocidad.
- c. Dos cuerpos pueden tener la misma velocidad pero diferente rapidez.
- d. Un cuerpo puede mantener su rapidez constante y al mismo tiempo estar acelerado.
- e. Un cuerpo puede estar acelerado y a su vez mantener su velocidad constante.



7. Dos personas intentan correr un armario de lugar. Una empuja desde atrás con una fuerza de 730 N y la otra lo hace tirando a través de una soga con 650 N. Esquematicen la situación e indiquen:

- Los pares de interacción que están presentes.
- Clasifiquen las fuerzas que se presentan en contacto o a distancia. ¿Qué tipo de fuerzas son cada una de estas?
- Dibujen a escala y calculen la resultante del sistema de fuerzas.
- Respondan: ¿se acelera el armario? ¿Por qué?

8. Un cuadro está colgado de la pared por medio de un clavo. Los hilos forman un ángulo entre sí de  $60^\circ$  y soportan una fuerza máxima antes de romperse de 250 N cada uno. ¿Cuál es la mayor fuerza que soporta el clavo?

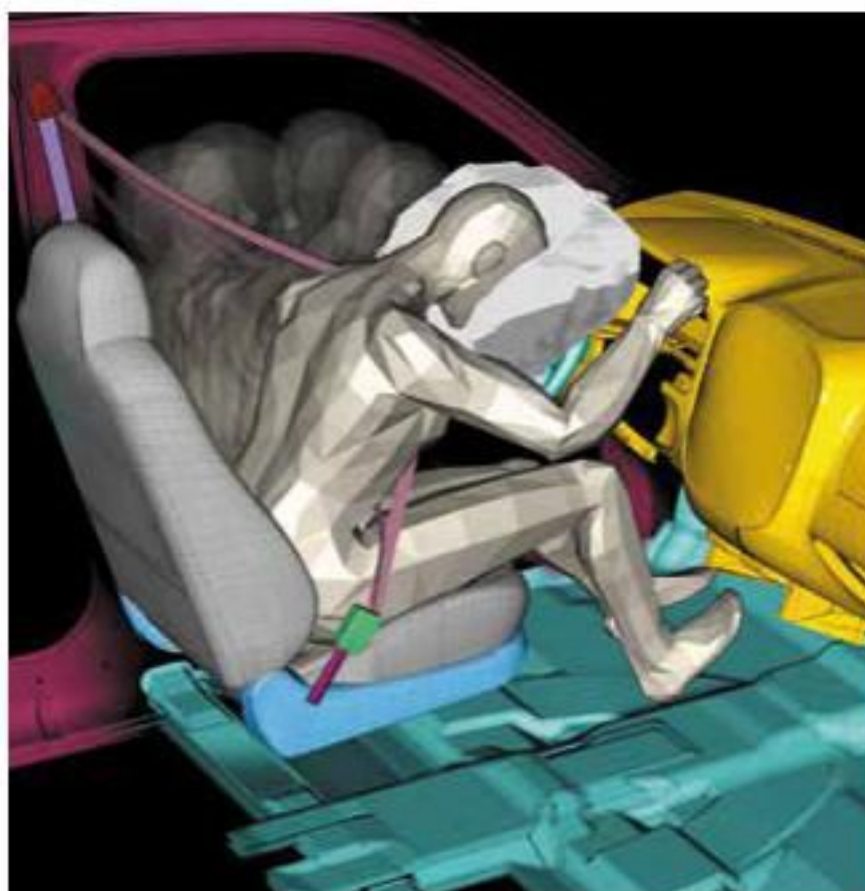
9. Caminando por la playa a la mañana bien temprano se observan muchas huellas. Por su forma y el tipo se pudo reconocer si son de una persona, de un animal o de un auto. ¿Qué características deberían observar en las huellas para saber si se trata de objetos pesados o livianos? A partir de las huellas de dos personas, ¿cómo se podría determinar cuál de las dos es más pesada?



10. Se envía un robot para investigar la superficie de Marte. En la superficie terrestre el artefacto pesa 5.200 N, de los cuales 520 N corresponden a su motor eléctrico. Al llegar a Marte, el peso del robot es de 2.000 N debido a la menor atracción gravitatoria. ¿Cuánto pesa el motor en Marte? ¿Se modificaron las masas del robot y de su motor al pasar de la Tierra a Marte? ¿Por qué?

11. Para remolcar un auto que se quedó atascado en el barro, se necesita una fuerza de 5.000 N. Dos personas lo hacen mediante dos sogas atadas a los paragolpes de sus propios vehículos. ¿Cómo harán menos esfuerzo, con las sogas casi paralelas o formando entre ellas un ángulo de  $45^\circ$ ? Justifiquen su respuesta mediante la construcción de gráficos que ilustren cada una de las situaciones.

12. Los automóviles cuentan con cinturones de seguridad, apoyacabezas y *airbags* como sistemas de seguridad. Pensando en la ley de inercia y observando el vehículo desde la calle, ¿para qué creen que sirve cada uno de estos sistemas de seguridad?



13. Un chico pega un salto hacia arriba y cae en el mismo lugar 0,7 segundos después. En ese lapso, el lugar donde salta giró 350 metros debido a la rotación de la Tierra. ¿Por qué el chico cae en el mismo punto y no desplazado 350 metros si el piso se corrió esa distancia?



# La energía

## 3

### Contenidos

- > Qué es la energía
- > La energía se presenta en distintas formas
- > Conservación y degradación de la energía

La palabra energía, muy usada en el lenguaje cotidiano, puede adquirir diferentes significados según quién la utiliza y cómo es usada. Por ejemplo, no es lo mismo “poner energía para correr” que el sentido que toma la palabra en un documento de la Secretaría de Energía.

Sin embargo en el lenguaje científico, el significado de este concepto y sus propiedades están claramente definidos. Por eso, cuando los físicos, los químicos o los biólogos utilizan el término “energía”, se están refiriendo a lo mismo. La energía y sus propiedades son conceptos básicos para todas las ciencias experimentales que estudian la naturaleza y sus fenómenos desde distintos puntos de vista.

La energía también es un concepto importante para la tecnología. Por ejemplo, una central de generación eléctrica, un automóvil o un celular son sistemas de transformación de energía.

En este capítulo se irá desarrollando el concepto de energía desde el punto de vista de la física, así como las diversas formas en las que se presenta, y sus principales propiedades.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C3](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C3)



### EN ESTE CAPÍTULO...

Se estudiarán las formas en que se presenta la energía y algunas de sus propiedades.





La batería suministra energía para el funcionamiento de todas las aplicaciones de un celular moderno.

### Actividades

Realicen una encuesta a sus padres, hermanos y demás familiares. Pregunten si saben qué es la energía.

1. A partir del resultado obtenido, expliquen por qué creen que es el concepto científico más popular.
2. Analicen cada una de las definiciones de energía que les dieron, teniendo en cuenta:
  - a. cuántos pudieron responder rápidamente;
  - b. cuántas respuestas pudieron definir la energía sin nombrar objetos que la contengan.
3. Escriban un informe sobre la encuesta realizada que incluya el análisis de las respuestas y las conclusiones a las que llegaron.

## La energía

La energía es un componente fundamental del universo. Por ejemplo, permite encender las luces de las ciudades, calentar las casas, poner en funcionamiento máquinas y motores, mover los autos, comunicar a las personas a través de teléfonos y computadoras. Incluso, la energía es la gran responsable de la vida en la Tierra.

Debido a su valor, la energía es uno de los conceptos más importantes en los ámbitos de todas las ciencias y tecnologías. Muchos de los temas estudiados por la Biología, la Química, la Medicina y la Informática, entre otras disciplinas, se relacionan con la energía. En particular, la Física se ocupa de esta de una manera especial y completa.

La palabra energía se usa cotidianamente. Por ejemplo, los diarios anuncian nuevas medidas para solucionar la crisis energética, o se pueden encontrar avisos que publicitan ciertos alimentos para comenzar el día con más energía. A pesar de ser uno de los conceptos científicos más populares, es uno de los más difíciles de definir.

En los diccionarios podemos encontrar varias definiciones para esta palabra, como la que figura en los libros de Física: "La energía es la capacidad de un cuerpo para producir un trabajo". Pero lejos de aclarar, estas definiciones dificultan la comprensión del término. Para entender qué es la energía, podemos pensar dónde se la encuentra, y qué se puede hacer con ella.

Hay energía en los seres vivos, en las cosas, en los lugares y espacios físicos. Pero lo que realmente interesa son sus efectos cuando algo sucede.

El Sol, los alimentos, las pilas, la nafta poseen energía. Si la transmiten a otros cuerpos, pueden producir cambios en estos. Para que las cosas sucedan se debe transmitir o transformar energía. Se puede decir entonces que la energía es una propiedad o característica de los objetos que les permite transformar, es decir, producir cambios y modificaciones en otros cuerpos, incluso en sí mismos.



La radiación solar permite que las plantas realicen el proceso de fotosíntesis para producir su propio alimento.



La combustión de los alimentos dentro del cuerpo nos proporciona la energía que necesitamos para realizar esfuerzos.



## La energía se puede medir

Intuitivamente, nos podemos dar cuenta de que una pila tiene menos energía que una batería de auto. Hay cuerpos o sistemas que tienen más o menos energía que otros, o que pueden transmitir mayores o menores cantidades de energía. Si bien los procesos para medir la energía son variados e indirectos, es decir que se calculan a partir de la medición de otras magnitudes, se puede determinar distintas cantidades de energía. Para ello es necesario establecer una unidad de medición.

En el SIMELA (Sistema Métrico Legal Argentino), la energía se mide en **joule** (J), en honor al físico inglés James Joule (1818-1889).

Un joule es la energía que se necesita para levantar un paquete de 100 g desde el piso hasta una mesa de aproximadamente 1 m de altura. Entonces, para levantar un paquete de 1 kg (por ejemplo de azúcar) hasta la misma altura, se necesitan 10 J de energía.

El joule, nuestra unidad legal de energía, tiene un valor demasiado chico para muchas de las mediciones que hay que realizar. Por ejemplo, la energía que incorporamos al tomar un helado está en el orden de los 600.000 joule y, por supuesto, si medimos la energía suministrada por una central eléctrica en joules, la cifra es enorme.

Nuestro sistema legal SIMELA también admite múltiplos y submúltiplos de la unidad. Así como cuando las distancias son grandes en lugar de medirlas en metros lo hacemos en una unidad 1.000 veces mayor, el kilómetro, con el joule ocurre lo mismo: si la cifra es muy alta, en lugar del joule se utiliza el kilojoule (kJ) que equivale a 1.000 joule. En el ejemplo del helado, este tiene una cantidad de energía, llamada valor calórico en los alimentos, de 600 kJ.

Para expresar el valor nutritivo de los alimentos, así como el de otras transferencias de energía, se acostumbra utilizar otra unidad de medida, llamada caloría. Una caloría (cal) equivale a 4,18 joule y, por lo tanto, una kilocaloría (kcal), mil veces mayor, es igual a 4,18 kJ.



La energía aportada por un helado tiene un valor de muchos miles de joule.

Información Nutricional		
Porción 39g (3 gall.) Porciones/envase: 6		
	Porción	%VD*
Valor Energético	165 kcal-691 kJ	8
Carbohidratos	25 g	8
Proteínas	4,3 g	6
Grasas totales	5,3 g	10
Grasas Saturadas	0,4 g	2
Grasas Trans	0 g	
Colesterol	0 mg	0
Fibra Alimentaria	2,5 g	10
Sodio	107 mg	4

\*% Valores Diarios con base a dieta de 2000 kcal, u 8400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.

Por costumbre en el primer caso y por legislación en el segundo, los alimentos expresan su valor nutritivo en ambas unidades, kcal y kJ.

## Unidades de energía

Otras ramas de las ciencias e incluso algunas especialidades de la Física, emplean otras unidades de energía.

► Las compañías de energía eléctrica usan el **kilowatt-hora** (kW-h), para indicar la cantidad de energía utilizada (1 kW-h equivale a 3.600.000 J).

► En la industria de la refrigeración se usa también la **frigoría** (equivalente a absorber o quitar 1 cal) y la **BTU** (Unidad Térmica Británica).

► En la Física nuclear se utiliza el **electrón-volt**, ya que las cantidades de energía que se emplean son muy pequeñas para medirlas en J.

## Actividades

1. Pidan las facturas del servicio eléctrico que llegan a sus casas correspondientes a los últimos 4 o 5 períodos, y busquen la información que indique la cantidad de energía eléctrica empleada. ¿Hay diferencia entre los meses de verano y los de invierno? ¿A qué piensan que se debe esto?





## Potencia

Además de intercambiar o transformar distintas cantidades de energía, los cuerpos también pueden hacerlo con mayor o menor rapidez. Si se encienden una plancha y una lamparita durante la misma cantidad de tiempo, la plancha transforma mucha más energía eléctrica que la lamparita, ya que intercambia grandes cantidades de energía en un lapso de tiempo menor. Muchas veces, la rapidez con la que se realizan las transformaciones energéticas es más importante que la cantidad de energía implicada.

La **potencia** es una magnitud que expresa la rapidez con que se realiza un intercambio de energía: indica la cantidad de energía intercambiada por intervalo de tiempo. El intervalo de tiempo es la unidad de tiempo, y se utiliza el segundo. Por lo tanto, la potencia indica la cantidad de energía intercambiada por segundo.

La unidad de medición de la potencia es el watt (W), en honor al mecánico e ingeniero escocés James Watt (1736-1819), quien realizó grandes aportes al estudio de las máquinas de vapor durante el siglo XVIII.

Un cuerpo que tiene una potencia de 1 W intercambia 1 J de energía en 1 segundo. Esto equivale, por ejemplo, a que se levante un cuerpo que pesa 100 gramos a un metro de altura en un segundo.

Como en el caso de la unidad de energía, el watt tiene muchas veces un valor muy grande. Para evitar expresar la potencia en cifras de miles o de millones de watt, también se utilizan múltiplos como el kilowatt (kW) que equivale a 1.000 watt, o el megawatt (MW) que equivale a un millón de watt.

La potencia de un motor o de un artefacto doméstico permite calcular la cantidad de energía intercambiada durante su funcionamiento. Por ejemplo, un ventilador de 100 watt de potencia transforma 100 joule de energía eléctrica en mecánica en un segundo. Si este artefacto funciona durante 10 minutos (lo que equivale a 600 segundos), transforma 600 veces más energía, es decir, 60.000 joule.

La mayor parte de los cálculos de energía se realizan como en el caso anterior, multiplicando la potencia del sistema por el tiempo de uso. Por esta razón, los artefactos eléctricos y los motores tienen siempre una etiqueta que indica su potencia. Las empresas distribuidoras de energía eléctrica calculan el valor de la energía entregada a cada cliente en una unidad que es el kilowatt por hora (kWh). Por ejemplo, una plancha con potencia de 1.500 watt (1,5 kW) funcionando durante una hora requiere 1,5 kWh de energía eléctrica.

### Actividades

1. Busquen en la información que traen distintos electrodomésticos que tengan en sus casas el dato de su potencia. Con esta información, realicen un análisis para determinar qué artefactos conviene tener menos tiempo encendidos para disminuir el consumo de energía eléctrica.

### Los caballos de potencia

A veces los mecánicos se refieren a la potencia de un motor en términos de caballos o caballos de fuerza. Existen dos unidades, llamadas caballo vapor (CV) y caballo de fuerza o *horsepower* (HP), de valores muy parecidos entre sí. Estas unidades de origen antiguo, aún se siguen utilizando.

Las unidades CV y HP surgieron en el siglo XVIII cuando hacia 1770 aparecieron las primeras máquinas de vapor. Entonces, sus inventores debían indicar a cuantos caballos podían reemplazar estas máquinas en las tareas que se realizaban en minas o molinos. Tomando las medidas comparativas correspondientes, ambas tienen valores similares: el CV equivale a 735 W y el HP, a 746 W.



## ¿De dónde viene la energía?

Todas las personas, desde que nos levantamos hasta que nos vamos a dormir, usamos grandes y distintas cantidades de energía. Esta proviene de varias fuentes:

- ▶ La energía que los seres vivos necesitamos para vivir se obtiene de los alimentos que consumimos.
- ▶ La energía de la nafta, el gasoil u otros combustibles proviene del petróleo.
- ▶ La energía que se emplea para calefaccionar o cocinar puede provenir del gas natural.
- ▶ La energía eléctrica que se usa en las casas se puede generar en las centrales hidroeléctricas a partir de la energía del movimiento del agua.

El petróleo, el gas, los alimentos, las corrientes de agua, son algunos ejemplos de distintas **fuentes de energía**. Estos son cuerpos con grandes cantidades de energía que puede ser transmitida a otros cuerpos para muchas finalidades.

Algunas de estas fuentes de energía son renovables, es decir que se pueden aprovechar sin que su uso las agote. Otras, por el contrario, son no renovables, lo que significa que su uso va agotando las reservas existentes en nuestro planeta.

Las fuentes de energía renovable son:

- ▶ **solar**: nos llega directamente por la radiación del Sol;
- ▶ **biomasa**: obtenida de la fermentación y combustión de sustancias orgánicas;
- ▶ **hidráulica**: aprovechada a partir del movimiento del agua;
- ▶ **eólica**: obtenida por el movimiento del aire;
- ▶ **mareomotriz**: provocada por los movimientos de las mareas;
- ▶ **geotérmica**: proveniente de las grandes reservas térmicas en el interior de la Tierra.

Las fuentes de energía no renovable son:

- ▶ **petróleo**
  - ▶ **carbón**
  - ▶ **gas natural**
- } se los llama combustibles fósiles porque se originaron de los restos de plantas y animales que vivieron en la Tierra hace millones de años;
- ▶ **nuclear**: se obtiene en las reacciones de **fusión\*** y **fisión\*** de los núcleos atómicos de algunos elementos.

De todas estas fuentes previamente mencionadas, la más importante es la solar. Su relevancia no se debe únicamente a que es la que proporciona la mayor cantidad de energía, sino también a que casi todas las otras derivan de ella, y las únicas excepciones son las energías geotérmica, mareomotriz y nuclear.



En el parque eólico Antonio Morán, ubicado en Comodoro Rivadavia, se produce energía eléctrica a partir de la eólica.



La energía almacenada en los combustibles fósiles como el petróleo, permite obtener varios tipos de energía.



Complejo Hidroeléctrico Yacyretá-Apipé, sobre el río Paraná, en la provincia de Corrientes.



La mayor parte de la energía eléctrica utilizada en Islandia proviene de energía geotérmica.

## Glosario

**fisión**: en este proceso se rompe un núcleo pesado, y se obtienen como resultado dos más livianos.

**fusión**: es el proceso por el cual dos núcleos atómicos livianos se unen y forman otro más pesado.





En el interior del Sol, los núcleos atómicos de hidrógeno se unen y forman núcleos atómicos de helio, y se generan grandes cantidades de energía.

### Glosario

**refracción:** es la desviación que se produce en la dirección en la que se propaga la luz o cualquier otra radiación electromagnética, cuando cambia el medio por el que esta se transmite.



Las redes tróficas son cadenas alimentarias que están conectadas entre sí.

### Actividades

1. Relean la descripción de las redes tróficas. ¿Pueden explicar por qué la energía del petróleo y combustibles fósiles proviene de la energía solar?

### El Sol brinda su energía

Se sabe que la vida en la Tierra no existiría sin el Sol; este astro es considerado fuente de vida y la principal fuente de energía de nuestro planeta.

El Sol es un gran reactor nuclear. En su interior se produce un tipo de reacción particular llamada fusión nuclear. Una de las consecuencias de esta reacción es la liberación de grandes cantidades de energía. Una pequeña proporción de esta energía llega a nuestro planeta a través del espacio.

Cuando esta energía llega a la atmósfera, una parte de esta se refleja y vuelve al espacio. Pero, alrededor de un 70% se refracta\* y penetra en ella. Más de la mitad de toda esa energía es absorbida por la Tierra para luego ser emitida por radiación. La cantidad restante es la energía que realmente se emplea para la mayoría de las actividades cotidianas que se realizan.

Por ejemplo, cuando la energía solar evapora el agua de los ríos y mares o funde los hielos, genera el ciclo del agua: las lluvias aumentan el caudal de los ríos y, a su vez, el movimiento de las aguas de estos cuerpos de agua permite producir energía hidroeléctrica al mover turbinas. Así, la energía que llega desde el Sol se ha convertido primero en energía cinética y, luego, en energía eléctrica.

El calentamiento del aire de la atmósfera provoca su movimiento, es decir el viento. Se origina así la energía eólica, que puede ser utilizada con diversos fines.

Aunque en una muy pequeña proporción (un 0,02%, es decir, solo 2 joule de cada 10.000 que llegan desde el Sol), la energía solar también permite que las plantas realicen el proceso de fotosíntesis. Estas y algunas bacterias son los únicos seres vivos que pueden transformar la energía solar en energía química a través del proceso de fotosíntesis. Luego, la energía química es transmitida de un organismo de un nivel trófico al del siguiente a través de una cadena trófica. Finalmente, los restos de plantas y animales muertos devuelven a la tierra los minerales y sales. Las cadenas tróficas parten de la energía solar, que es la que en primer lugar permite transformar la energía lumínica en energía química.

La radiación solar también puede ser usada de forma no convencional. Los colectores solares son espejos curvos que concentran la radiación y permiten calentar grandes depósitos de agua para consumo doméstico, por ejemplo para calefaccionar un ambiente o generar energía eléctrica.

Las celdas fotovoltaicas transforman la radiación solar en energía eléctrica, mediante un proceso llamado efecto fotoeléctrico.



La energía eólica permite poner en movimiento un velero.



Cuando se derriten los hielos de las altas montañas, aumenta el caudal de los ríos; esta energía se utiliza en las centrales hidroeléctricas para la producción de energía eléctrica.



Los relojes de Buenos Aires poseen una celda fotovoltaica que genera energía eléctrica.



## La energía se presenta en varias formas

La energía puede obtenerse de varias fuentes, presentarse de muchas maneras y usarse para fines muy diversos. Por esto, existen distintos criterios para su clasificación. Por ejemplo, si se tiene en cuenta cuál es la fuente de la que se la obtiene, la energía se divide en renovable o no renovable.

A medida que la ciencia comenzó a ocuparse formalmente de su estudio, los físicos se dieron cuenta de que algunos tipos de energía se debían a las mismas causas, o que se manifestaban de maneras similares, y por lo tanto podían ser explicados con los mismos modelos. A raíz de esto, los científicos acordaron utilizar una clasificación de dos formas de energía: cinética y potencial.

### Energía cinética

Todos los cuerpos tienen energía debido a su movimiento, denominada **energía cinética**. Por ejemplo, la energía eólica es energía cinética del aire; la hidráulica y la mareomotriz, del agua. Un auto tiene energía cinética mientras se mueve.

Esta energía depende, entre otras cosas, de la velocidad a la que se mueve un cuerpo: cuanto mayor sea su velocidad, mayor será su energía cinética.

La energía se puede transferir a otros cuerpos en un choque, tras el cual se modifica su forma o velocidad. En el juego de *pool*, cuando una bola en movimiento choca a otra que está quieta, le puede transmitir parte de su energía cinética y hacer que esta última se mueva, y modifique su velocidad. La energía cinética de un cuerpo se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

En la que **m** es la masa del cuerpo, y **v** su velocidad, que está elevada al cuadrado en la fórmula.

Por ejemplo un atleta de 70 kg de masa que corre con una rapidez de 10 m/s tiene una energía cinética que se puede calcular con la ecuación anterior:

$$E_c = 70 \text{ kg} \cdot \frac{(10 \text{ m/s})^2}{2} = 3.500 \text{ joule}$$

### Energía potencial

En un sentido más general, se denomina **energía potencial** a aquella que se almacena en un cuerpo "a la espera" de ser utilizada en algún momento posterior. Por ejemplo, los alimentos tienen energía que se puede liberar en el interior del cuerpo, las pilas al ser conectadas a un circuito pueden entregar energía para su funcionamiento, un libro en un estante tiene energía que puede devenir en energía cinética si se lo deja caer, un resorte comprimido o un arco tensado para lanzar una flecha almacenan energía que se libera cuando se los suelta. Todas estas son energías que están almacenadas en distintos cuerpos debido a la posición en la que estos se encuentran, a su composición química o a deformaciones, y tienen la posibilidad de transformarse en otras formas de energía si se dan las circunstancias adecuadas.



Al abrir un juego de *pool*, parte de la energía cinética de la bola blanca se transmite durante el choque a las otras bolas, que estaban detenidas.



Si un corredor aumenta su velocidad al doble, su energía cinética aumenta cuatro veces. En cambio, si la velocidad disminuye a la tercera parte, su energía disminuye nueve veces. ¿Pueden explicar por qué sucede esto?





Los libros ubicados en el estante más alto tienen más energía potencial gravitatoria que los que se encuentran en el estante inferior. ¿Pueden explicar por qué?



La combustión del gas libera energía química que permite aumentar la energía interna de la leche.

### Actividades

1. Indiquen en cada caso qué tipo/s de energía/s creen que hay en:
  - a. una pelota que rueda por el piso;
  - b. un chocolate;
  - c. una pelota que pasa por arriba del arco;
  - d. una lamparita encendida;
  - e. una bandita elástica estirada.

### Tipos de energía potencial

En la energía potencial se pueden distinguir los siguientes tipos.

- **Elástica:** es la energía que pueden almacenar los elásticos y resortes cuando se los comprime o estira. Al soltarlos, esta se transforma en energía cinética que puede utilizarse para algún trabajo.
- **Gravitatoria:** para levantar un libro desde el piso hasta el estante inferior de una biblioteca, se necesita menos energía que para levantarlo hasta el más alto. Del mismo modo, si se cae al piso desde el estante más alto, chocará con mayor velocidad que si cae desde el más bajo. La energía almacenada en un cuerpo que está más alto es mayor que la de uno que se encuentra más bajo. Esta energía adquirida por la posición respecto del suelo se llama **energía potencial gravitatoria** y, por lo general, el nombre "energía potencial" se refiere a este tipo de energía. Esta energía existe donde hay gravedad (donde los cuerpos pesan), y se calcula con la siguiente fórmula:

$$E_p = P \cdot h$$

Donde **P** es el peso del cuerpo, y **h** es la altura a la que se encuentra el cuerpo tomada desde un nivel de referencia (como el nivel del mar o el piso). Por ejemplo, un libro que pesa 15 newton y está a 2 metros de altura desde el piso, tiene una energía potencial gravitatoria que se calcula utilizando la ecuación:

$$E_p = 15 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 30 \text{ J}$$

### Otras formas de energía

- **Química:** en los alimentos, los combustibles y las pilas, la energía proviene de su composición química, es decir, de su estructura atómica. Cuando ocurre una transformación química en el cuerpo, esta energía queda disponible para su utilización. Por ejemplo, los cuerpos que entregan energía al combustionar poseen energía química: en el caso del gas que llega a los domicilios para cocinar o calefaccionar, este combustiona cuando entra en contacto con el oxígeno del aire y se le acerca una chispa, y entrega su energía en forma de calor.
- **Eléctrica:** es la energía que se transmite a través de la corriente eléctrica. Cuando se enchufa un artefacto eléctrico, y el circuito comienza a funcionar, la energía eléctrica se transmite a través de la corriente, para transformarse en movimiento, luz, calor, sonido o alguna otra forma de energía.
- **Nuclear:** la energía nuclear proviene de las transformaciones producidas en el núcleo de algunos átomos que poseen núcleos radiactivos. Estos núcleos sufren transformaciones espontáneas en las que emiten grandes cantidades de energía. Estas transformaciones pueden provocarse intencionalmente para utilizar la energía liberada con distintos fines: la fusión y fisión nuclear liberan energía que puede usarse en aplicaciones medicinales y tecnológicas.
- **Interna:** es la energía que tiene un sistema debido a la energía cinética de las partículas que lo forman, y a la que proviene de la posición relativa de estas. Por ejemplo, en un gas la energía interna proviene del movimiento de las moléculas que lo forman, y además, depende de su temperatura.



## La energía se conserva

Desde la Antigüedad, los seres humanos hemos utilizado la energía para realizar todo tipo de actividades. Cada día encendemos distintas luces y lámparas, ponemos en funcionamiento la radio y el televisor, nos trasladamos en autos y colectivos, calefaccionamos o refrigeramos las casas, encendemos motores y maquinarias de las fábricas para realizar los trabajos, y nos comunicamos por teléfonos y computadoras, entre otros ejemplos. Desde el mismo origen del universo, la energía es transformada. El aumento poblacional y los avances tecnológicos han hecho que las cantidades de energía necesarias y utilizadas sean cada vez mayores. Entonces podemos preguntarnos, ¿hasta cuándo se podrá seguir usando la energía? ¿Se acabará en algún momento? ¿Cuándo? ¿Cuánta energía hay en el universo?

El estudio de las transformaciones de la energía permitió comprobar que en todo proceso, la cantidad de energía al comienzo es igual a la cantidad total al final, siempre que se cumpla la condición de que el sistema esté cerrado. Esto significa que la energía se transforma sin pérdida ni ganancia neta, es decir, se conserva.

Un sistema cerrado es aquel en el que los cuerpos que lo forman no intercambian energía con otros. Por ejemplo, si se coloca agua fría y agua caliente dentro de un termo, en un tiempo breve las masas de ambos cuerpos (el agua y el termo) constituirán el sistema cerrado. Entonces, la energía solo se intercambiará entre estos. Tal como dijimos previamente, en este ejemplo la cantidad total de energía del sistema cerrado es siempre la misma. Puede cambiar su forma o transferirse de un cuerpo a otro, pero el balance total se mantiene constante.

Esta propiedad de la energía se conoce como el **Principio\* de Conservación** o **Primera Ley de la Termodinámica**, y rige todos los fenómenos de la naturaleza, desde los que ocurren a nivel atómico hasta los que involucran a los cuerpos más grandes, como las galaxias. Esta ley constituye uno de los principios fundamentales de la Física, ya que permite resolver infinidad de problemas. Cuando los científicos se encuentran con una transformación en la cual la cantidad total de energía final es menor que la inicial en un sistema cerrado, saben que debe existir otro cuerpo donde debe encontrarse la cantidad que falta. Del mismo modo, si hay un exceso de energía en el estado final, esto significa que en ese proceso intervino algún cuerpo que no se tuvo en cuenta, pero que entregó parte de su energía al sistema, ya que resulta imposible que la energía total aumente o disminuya.

La expresión matemática de este principio es la que muestra que en una transformación, la **variación\*** o el cambio en la cantidad de energía es cero. Esto equivale a decir que luego de un proceso en el cual no se agregó ni quitó energía al sistema, esta no sobra ni falta, sino que la cantidad se mantiene constante.

$$\text{energía final} = \text{energía inicial}$$

En términos de variación, esto se expresa:

$$\text{variación de energía} = \text{energía final} - \text{energía inicial} = 0$$



Cuando un chico patea una pelota, el sistema cerrado está formado por el chico, la pelota, la Tierra que atrae a ambos y el aire que roza con la pelota.

### Glosario

**principio:** enunciado científico que no se deduce de otros enunciados o teorías, sino que es válido porque la naturaleza muestra que es así. Los principios no se explican, sino que se comprueban experimentalmente.

**variación:** determina el cambio de una magnitud durante un proceso. Matemáticamente se calcula haciendo la diferencia entre los estados final e inicial del proceso, es decir:

Variación = valor final de la magnitud – valor inicial de la magnitud.





### Ejemplos de intercambio de energía

Si se mantiene encendida durante 10 minutos una lamparita de 60 W, esta utiliza 36.000 J de energía eléctrica, transformando 11.000 J en luz y los restantes 25.000 J en energía interna o térmica del filamento y la bombilla.

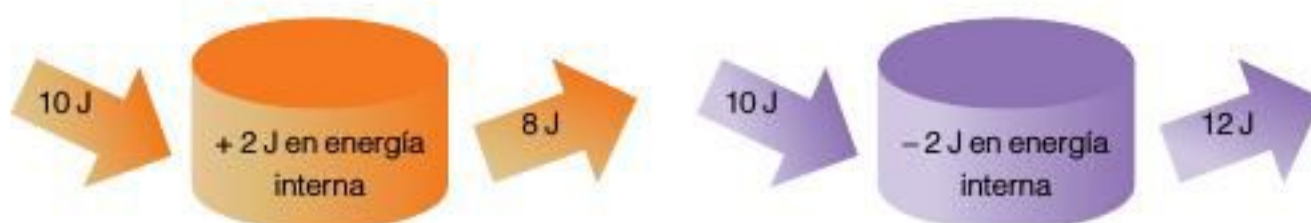
Entonces, la energía final del sistema es la suma de la energía en forma de luz más la energía térmica de la lamparita. Como vimos, esto puede expresarse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{energía final} - \text{energía inicial} &= 0 \\ (11.000 \text{ J} + 25.000 \text{ J}) - 36.000 \text{ J} &= 0 \end{aligned}$$

En este ejemplo, tal como indica el Principio de Conservación, la energía total del sistema no varía, ya que los cuerpos solo intercambian energía entre sí.

Pero si ocurre que alguno de los cuerpos del sistema intercambia energía con otros cuerpos exteriores, entonces la cantidad total de energía del sistema puede variar.

Por ejemplo, si un sistema recibe 10 J de cualquier tipo de energía y entrega 8 J, este sistema aumenta su energía interna en 2 J. Si en cambio recibe 10 J y entrega 12 J, habrá disminuido su energía interna en 2 J.



James Prescott Joule

Durante la primera mitad del siglo XVIII, varios científicos sugirieron la existencia del Principio de Conservación de la Energía, entre ellos Julius Robert Mayer (Alemania, 1814-1878). Pero el enunciado de este principio, en 1847, se le adjudica a James Prescott Joule (Inglaterra, 1818-1889), entre otras cosas, por la simpleza de sus experiencias.

Joule, un empresario de la industria cervecera, fue uno de los más notables físicos de su época. Este científico realizó investigaciones en el campo de la electricidad y la termodinámica, y también estudió la naturaleza del calor y descubrió su relación con el trabajo mecánico. Este último hallazgo le permitió plantear la equivalencia entre las unidades caloría y joule, y el Principio del Conservación de la Energía. Por sus trabajos recibió muchos honores de universidades y sociedades científicas de todo el mundo.

### Actividades

1. Cuando se cae un libro desde un estante, la energía potencial gravitatoria que tenía por estar a cierta altura, se va transformando en energía cinética. A medida que se acerca al piso, su energía potencial disminuye y su energía cinética aumenta de tal manera que el valor total se mantiene constante: lo que pierde en energía

potencial gravitatoria lo gana en energía cinética. Pero cuando choca contra el piso, y queda tirado, ya no tiene energía potencial gravitatoria (está en el piso) ni energía cinética (está quieto), por lo tanto su energía vale cero. ¿Dejó de cumplirse el Principio de Conservación de la Energía? ¿Cómo lo explican?



## La energía se degrada

En cada transformación de energía se pueden obtener nuevas formas de energía o transmitirla de un cuerpo a otro, manteniendo constante su cantidad. Teniendo en cuenta los intercambios energéticos entre todos los cuerpos intervinientes, en las transformaciones de energía la cantidad total se mantiene constante.

En la actualidad, es frecuente escuchar que los gobiernos discuten y acuerdan estrategias para disminuir el consumo de energía y solucionar la crisis energética, y los científicos buscan constantemente nuevas fuentes de energías alternativas. Si la cantidad de energía es siempre la misma, ¿a qué se debe la crisis energética mundial? ¿Por qué preocupa la cantidad de petróleo que queda en la Tierra? ¿No se puede reutilizar la energía obtenida de los combustibles fósiles? ¿Por qué no busca la ciencia la manera de reutilizar la energía?

Las respuestas a estas preguntas se obtienen de otro principio que rige las transformaciones de energía.

Por ejemplo, si un nadador se deja caer de un trampolín, su energía potencial gravitatoria se transforma en energía cinética, cumpliendo con el Principio de Conservación. Una vez que se sumerge en el agua y queda flotando en la superficie, esa energía se transforma en energía cinética del agua, por que el impacto aumenta su temperatura elevando su energía interna. Además, la energía sonora se transmite en el aire. Nuevamente, la suma de todas las energías se conserva, pero esta vez no es posible utilizarla para realizar ningún otro cambio. El aumento de la energía interna y cinética del agua no puede transferirse de nuevo al nadador para devolverle la energía cinética con la que cayó al agua. Tampoco puede volver a transformarse en energía potencial inicial retornándolo a lo alto del trampolín, como si fuera una película vista al revés. Si bien esto último no puede ocurrir y resulta irrazonable, no contradeciría el principio de conservación de la energía: la suma de las energías del agua y del sonido producido al caer sería igual a la inicial arriba del trampolín. Entonces, la cantidad de energía se conservaría en el sistema pero no serviría para lo mismo.

De todo lo anterior surge el segundo principio que rige las transformaciones de energía: en los procesos, se conserva la cantidad de energía, pero no su calidad. Esto significa que cada vez que se produce una transformación de energía, esta se **degrada**\*, es decir, se convierte en formas menos útiles.

### 2° Principio de la Termodinámica

La degradación es una forma muy sencilla de explicar el 2° Principio de la Termodinámica. En la primera mitad del siglo XIX, Rudolf Clausius (1822-1888), Nicolas Sadi Carnot (1796-1832), y Lord Kelvin (1824-1907) enunciaron este principio de distintas formas, equivalentes entre sí. Luego, durante la segunda mitad del siglo XIX, la Segunda Ley de la Termodinámica fue enunciada de un modo más general como una nueva variable, llamada entropía.

### Glosario

**degradar:** reducir o desgastar las cualidades de algo.



Mientras está parada sobre el trampolín ubicado a unos 6 metros por encima del nivel del agua, la nadadora de 65 kg tiene unos 4.000 J de energía potencial gravitatoria, más cierta cantidad de energía interna y química.



Cuando se deja caer, parte de esa energía potencial se transforma en energía cinética, manteniéndose siempre la suma de ambas en 4.000 J. Al sumergirse, parte de la energía es entregada al agua, otra parte se transforma en ruido y otra es cedida al ambiente. Nuevamente, la energía total del sistema se mantiene constante.





Caldera industrial.

## Glosario

**disipar:** desperdigar, malgastar, desvanecer.



La energía química del combustible se convierte en energía cinética del auto y del motor, además de disiparse calentando metales de algunas piezas del auto, agua y el aire.

## Energía utilizable

La energía más concentrada o utilizable está más organizada, mientras que la energía no utilizable es menos organizada. Por lo tanto, la energía pasa siempre espontáneamente de un estado más ordenado a otro estado de mayor desorden, es decir, se degrada.

Por ejemplo, cuando se enciende una caldera, la energía química del gas se puede utilizar para aumentar la energía interna del agua. Pero también una parte de esta energía calienta las paredes de la caldera y el aire que las rodea, con lo que varía su energía interna. En consecuencia, esta última no puede ser utilizada para otra transformación. En cambio, la energía interna del agua puede usarse para otro fin (como calefaccionar una casa a través de sistemas de radiadores) pero no es posible aprovecharla para un trabajo igual al que podría hacerse con la energía química del gas, porque se ha degradado.

En todo proceso, siempre existe una parte de la energía que se pierde o se **disipa\*** en forma de energía interna del aire o de los objetos abarcados. Esa forma de energía tampoco es aprovechable. La energía interna del aire y del ambiente es una forma muy desorganizada de energía, que no puede volver a utilizarse.

Aunque es posible reducir la disipación, es decir que se puede disminuir la cantidad de energía que se transforma en energía interna del aire y de los objetos, es inevitable en todos los casos que una parte de la energía se degrade.

## Muerte térmica del universo

La crisis energética no solo se debe al consumo y al agotamiento de los recursos no renovables, sino también a la disipación y degradación de energía. Es probable que la cantidad de energía total del universo sea constante, pero como las energías ordenadas se convierten permanentemente en energías menos concentradas, una gran parte de la energía nunca se recupera.

Como resultado de este proceso natural, con el tiempo (probablemente millones de años) toda la energía del universo habrá pasado al estado de máximo desorden. En otras palabras, esta se habrá degradado y no quedará energía útil disponible para realizar nuevas transformaciones. Sin energía que pueda transformarse o transmitirse, no habrá posibilidad de cambios. Esta predicción científica se conoce como **muerte térmica del universo**, ya que pronostica una crisis final, insuperable. La cantidad de energía será la misma, pero su calidad no permitirá realizar ningún trabajo ni actividad.

## Actividades

1. Revisen la actividad de la página 58 y respóndanla nuevamente, teniendo en cuenta la degradación de la energía.



## Ideas básicas

- ▶ Un cuerpo tiene energía cuando puede producir cambios en sí mismo o en otros cuerpos.
- ▶ La potencia es la rapidez con la que se intercambia energía.
- ▶ La energía se presenta de muchas formas, como eléctrica, nuclear, química, cinética e interna, entre otros tipos.
- ▶ La energía puede transformarse de una forma a otra, y también transmitirse de un cuerpo a otro.
- ▶ En toda transformación, la cantidad total de energía del sistema no cambia, se conserva. Además, al menos una parte se degrada.

## Actividades de integración

1. El texto dice: "Pero fuera del ámbito científico, también se usa la palabra energía diariamente. Los diarios anuncian nuevas medidas para solucionar la crisis energética; algunas publicidades aseguran que con ciertos alimentos comenzarán el día con más energía".

- a. ¿En qué otras situaciones cotidianas usan ustedes la palabra energía?
- b. ¿Cuáles de esas acepciones de la palabra energía tienen relación con el significado científico?
- c. En esos casos, ¿con qué formas de energía, según la clasificación que hace la Física, se relacionan?

2. Busquen en la factura del servicio eléctrico que llega a sus domicilios cuánto cuesta 1 kW.h. Averigüen cuál es la potencia de algunos artefactos domésticos que tengan en sus casas y estimen cuánto tiempo por día están funcionando. Luego, hagan un cálculo estimativo de cuánto pagan por el uso diario de cada uno de estos.

3. La combustión de 1 litro de nafta en el motor de un auto libera 40 millones de J (40 MJ): el 35% se utiliza en el sistema de refrigeración del mismo motor, el 30% en energía cinética y el otro 35% se disipa como calor liberado al ambiente. Estimando cuánta nafta se carga en un tanque lleno, respondan:

- a. ¿Qué cantidad de energía se utiliza realmente en el movimiento del auto?
- b. ¿Cuánta de la energía aportada por la nafta se degrada y se disipa como calor?
- c. ¿Gasta más energía el auto cuando enciende la radio, las luces o el aire acondicionado? ¿De dónde creen que sale esa energía? Para responder, tengan en cuenta su conservación.

4. Investiguen cuál de los siguientes alimentos envasados tiene mayor valor calórico. Expresen esos valores en kilojoule tal como figura en sus envases.

- a. leche
- b. galletitas dulces
- c. gaseosa cola

5. Cuando a fines del siglo XVIII los fabricantes de máquinas de vapor quisieron calcular a cuántos caballos podían reemplazar estas, se hicieron mediciones en Inglaterra y Francia. La potencia de un caballo en Inglaterra (*horsepower*) dio por resultado 1 HP = 745,7 watt en términos actuales. Por su parte, los caballos franceses (caballo vapor) dieron un valor 1 CV = 735 watt. Justifiquen si la diferencia entre estas dos unidades es importante. Tengan en cuenta que, por ejemplo, una lámpara de bajo consumo puede tener una potencia de 13 watt.

6. La energía eléctrica se distribuye en nuestro país mediante el Sistema Interconectado Nacional (SIN), que está formado por todas las centrales generadoras de energía eléctrica y las redes de distribución. Según las necesidades, el SIN va distribuyendo esta energía a los lugares de uso.

- a. Investiguen cuáles son las fuentes de energía que alimentan el sistema eléctrico de nuestro país.
- b. ¿Cuáles de ellas son renovables?

7. Una liebre de 1,5 kg de masa comienza a correr y al poco tiempo alcanza una rapidez de 10 m/s.

- a. ¿Cuál es el valor de su energía cinética?
- b. ¿Cuál será el valor de esta energía si duplica el valor de su rapidez?
- c. ¿Tiene además alguna otra forma de energía? ¿Cuál?



8. El carrito de una montaña rusa se eleva mediante un motor hasta el punto más alto y luego se lo deja en libertad. A partir de argumentos relacionados con la conservación de la energía, expliquen:

- ¿Por qué se lo debe soltar en el punto más alto?
- ¿En qué lugar es mayor su velocidad?
- ¿Podría llegar a una altura mayor de aquella desde la que fue lanzado?
- Cuándo se encuentra en algún punto intermedio de su trayectoria, ¿qué formas de energía tiene? ¿Cómo están relacionadas estas energías con la que tenía el carrito al partir en su punto más alto?



9. El principio de conservación y el metabolismo.

El ser humano (y todos los seres vivos) necesitan energía para vivir; esa energía se obtiene de los alimentos y luego se transforma básicamente en energía interna y cinética. El Principio de Conservación de la Energía también rige el metabolismo, estableciendo un balance entre la energía consumida y la energía utilizada para las actividades. Cuando esta variación de energía es nula, significa que toda la energía proveniente de los alimentos se usó para el mantenimiento de la temperatura corporal (energía interna), el funcionamiento de los órganos vitales y la realización de trabajos, esfuerzos y sonido (energía cinética). Cuando la variación entre la energía consumida y la utilizada no es cero, pueden pasar dos cosas: si se consumió menos de lo que se usó, el organismo recurre a combustionar las reservas almacenadas en forma de grasas; si, en cambio, se usa menos de lo que se ingirió, la energía química sobrante se almacena en el organismo en forma de grasas.

En la siguiente tabla se muestra la potencia (en watt) de un chico de 50 kg al realizar algunas actividades:

Actividad	Potencia (W)
Reposar	60
Dormir	55
Caminar	250
Andar en bicicleta	350
Nadar	550
Correr	900

a. Una barra de chocolate de 50 gramos aporta aproximadamente 1.000.000 joule (1.000 kWj). ¿Cuánto tiempo debería realizar este chico cada actividad para utilizar totalmente la energía suministrada por el chocolate?

b. Si camina durante media hora, ¿cuál será el balance energético?

10. Indiquen las formas de energía que se pueden reconocer en los siguientes ejemplos:

- Un molino comienza a girar y bombea agua desde un pozo.
- Un auto que está detenido en la parte inferior de una barranca, comienza a moverse y subir.
- Una linterna está apagada y se enciende.
- Sobre una hornalla apagada se encuentra una olla con agua. Se enciende la hornalla y se calienta el agua.

11. La energía mecánica de un cuerpo es la suma de sus energías cinética y potencial. Una maceta de 2 kg de masa que pesa aproximadamente 20 newton y se encuentra a 10 metros de altura apoyada en un balcón, comienza a caer.

- ¿Qué formas de energía tiene la maceta antes de caer? ¿Cuánto vale su energía mecánica?
- Cuando ha caído 5 metros su velocidad es de 10 m/s. ¿Qué formas de energía tiene en ese momento y cuánto vale su energía mecánica?
- ¿Qué formas de energía tiene la maceta justo en el momento de tocar el piso?
- Si se desprecia la energía perdida durante la caída por el frotamiento con el aire, ¿cuánto vale la energía mecánica de la maceta en el momento de tocar el piso?



# Transferencia de energía

## 4

### Contenidos

- > La energía puede pasar de un sistema a otro
- > Intercambio de energía por trabajo
- > Calor y temperatura
- > Cómo se transmite el calor
- > Radiación

Las manifestaciones más evidentes de la energía se observan cuando esta se transfiere de un cuerpo a otro y se producen cambios en uno o ambos sistemas. Como consecuencia de la transferencia de energía, un cuerpo se puede calentar, enfriar, ponerse en movimiento o iluminarse, entre otras situaciones.

Si bien existen múltiples ejemplos de transferencia de energía, los físicos la clasifican en tres formas.

Cuando un cuerpo le transfiere energía a otro ejerciendo fuerzas sobre este, por ejemplo empujándolo o deformándolo, se dice que la transferencia se realizó bajo la forma de trabajo.

Si la transferencia de energía se produce debido a una diferencia de temperaturas, la forma se llama calor, como cuando un cuerpo se calienta o se enfría.

Una última forma de transferencia de energía es a través de ondas que viajan desde un cuerpo emisor a otro que las recibe. Esta modalidad es llamada radiación. Por ejemplo, la señal que llega a un teléfono celular para que este comience a sonar es transmitida por radiación.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C4](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C4)



### EN ESTE CAPÍTULO...

Se estudiarán las formas en que se transmite la energía de un cuerpo a otro, y se desarrollarán ejemplos para profundizar la comprensión de estos fenómenos.



## La energía puede pasar de un sistema a otro

### Glosario

**sistema:** cuerpo o conjunto de cuerpos que se analizan o estudian. Puede ser cualquier porción del universo que se aísla según las necesidades del problema. Para estudiarlo, se lo separa del entorno, en forma real o imaginaria.

Para realizar cualquier actividad en una casa se necesita energía, que proviene de varias fuentes y es de varios tipos. ¿Cuáles son las fuentes de energía que existen en sus casas? ¿Qué sucede con esas energías? ¿De dónde vienen y hacia dónde van?

La energía, como característica o propiedad de algunos cuerpos, puede almacenarse, transformarse o transferirse.

Mientras se mantiene sin cambios dentro del mismo cuerpo, se la almacena para ser usada en otro momento. Por ejemplo, las pilas o baterías, los combustibles y los alimentos almacenan energía química.

Pero la verdadera utilidad de la energía que posee un cuerpo es la capacidad que tiene para producir cambios en otro cuerpo o en sí mismo. Para esto, es necesario que la energía se transforme o se transfiera. Es decir, para que las cosas sucedan, la energía debe transformarse de un tipo a otro, o transferirse de un cuerpo a otro.

La energía se transforma cuando cambia de una forma de manifestarse a otra. Por ejemplo, la combustión de los alimentos permite que la energía química se transforme en energía cinética y térmica dentro del cuerpo humano. En este caso, la energía se transformó dentro del objeto, pero también puede transformarse cuando pasa de un cuerpo a otro.

La energía se transfiere cuando pasa de un cuerpo o **sistema\*** a otro. Este intercambio de energía entre los cuerpos o sistemas es una de las propiedades más importantes de la energía, ya que es la que permite modificar otros cuerpos.

### Actividades

1. Observen los siguientes ejemplos y respondan:
  - a. ¿De qué manera se produce el intercambio de energía en cada caso?
  - b. ¿Cómo se realiza la transferencia de energía de uno de los cuerpos al otro?
  - c. ¿Hay una manera particular de transmitir cada forma de energía?



Luego de estar un rato al fuego, la sartén está bien caliente; aumentó su energía interna. Cuando se coloca la comida fría sobre esta, la sartén le transfiere parte de su energía interna, y así la calienta y la cocina. Hubo un intercambio de energía entre ambos cuerpos.



Antes de encestar, el jugador de básquet posee energía interna, química y cinética. Cuando lanza la pelota, le entrega la energía necesaria para modificar su velocidad y posición. En consecuencia, esta adquiere energía cinética y potencial gravitatoria. Se produjo un intercambio parcial de energía entre el jugador y la pelota, por la fuerza que el jugador aplicó al lanzarla.



## Formas de transferencia de energía

Después de un rato de encender una estufa, la temperatura de la habitación donde esta se encuentra se modifica. La estufa aumenta la energía interna del aire y otros cuerpos que están en el cuarto mediante la entrega de energía a estos. En el intercambio de energía que hay entre la estufa y el ambiente, la cantidad de energía entregada por la estufa es igual a la recibida por el ambiente.

El control remoto envía señales al televisor para cambiar de canal, y modificar el volumen o las características de la imagen. La señal que emite el control remoto intercambia energía entre este dispositivo y el televisor.

En todos estos ejemplos, uno de los cuerpos o sistemas le entrega parte de su energía a otro, para que se produzcan modificaciones en el que la recibe.

Si bien hay muchas formas o tipos de energía, hay solo tres maneras en las que esta pueda ser transmitida de un cuerpo a otro.

Cuando la transferencia de energía se realiza aplicando fuerzas, se denomina **trabajo**. Por ejemplo, un jugador de fútbol ejerce fuerza sobre la pelota para entregarle energía.

En el ejemplo de un alimento que se cocina en una sartén, la transferencia de energía se produce al poner en contacto dos cuerpos que se encuentran a diferentes temperaturas. Esta forma de transmitir energía se llama **calor**.

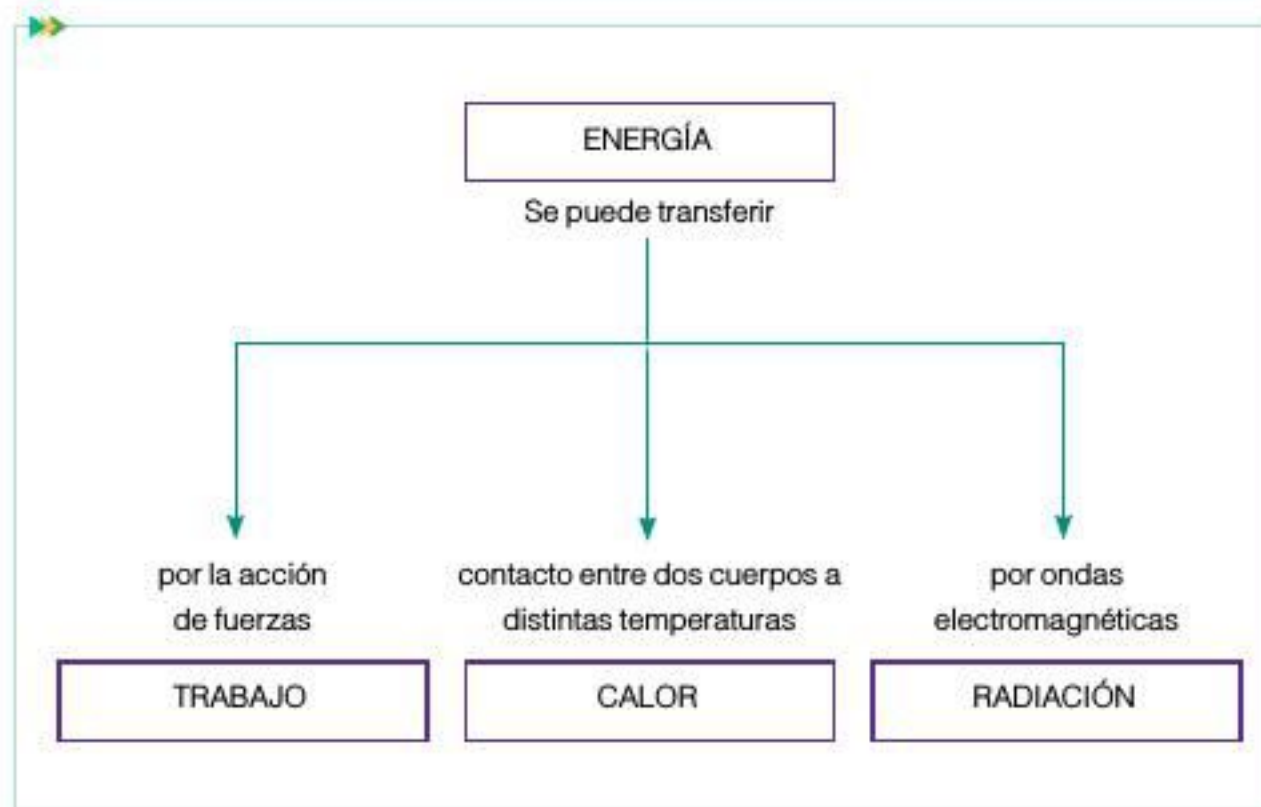
En el caso de un control remoto, las ondas infrarrojas que provienen del dispositivo transmiten la energía hasta el televisor. La forma de transmitir energía a través de ondas electromagnéticas se denomina **radiación**.



Estufa infrarroja.



El control remoto transmite ondas al televisor.



Por lo general, en la vida diaria la transferencia de energía se produce por dos o tres de estas formas simultáneamente, como en el caso de la estufa infrarroja. Por un lado, la estufa está a una temperatura mucho más alta que el ambiente y por lo tanto, le transmite energía en forma de calor; pero además, esta es una fuente de emisión de ondas infrarrojas, por lo que también transmite energía por radiación a todos los objetos que hay en la habitación.

### Actividades

1. Cuando se coloca un alimento en la heladera, ¿se produce intercambio de energía? ¿De qué manera?



## El trabajo mecánico

En todos los ejemplos que aparecen en esta página, un cuerpo ejerce fuerza sobre otro. Sin embargo, no en todos los casos la energía se transfirió por trabajo. ¿Por qué? ¿En cuáles se realizó trabajo y en cuáles no? ¿Qué sistema modificó a otro?



El atleta realiza una fuerza muy grande para levantar las pesas.



El motor de la grúa realiza fuerza sobre la carga para levantarla.



La señora ejerce fuerzas sobre las bolsas para sostenerlas.



El árbol ejerció fuerza sobre el auto: lo frenó y abolló.



A pesar de empujar con mucha fuerza, la mujer no logra mover el mueble cargado.



El superhéroe aplicó su súper fuerza sobre el tren y lo frenó con éxito.

Veamos qué ocurrió en cada situación. El levantador de pesas modificó la posición de las pesas; el superhéroe, al frenar el tren, modificó su velocidad; la grúa modificó la altura y estado de movimiento de la carga; el árbol modificó la velocidad y la forma del auto. Para poder realizar las modificaciones en cada caso, todos los objetos necesitaron transferirles energía a los otros cuerpos. Esa energía fue transmitida a través de la fuerza aplicada.

Sin embargo, en los otros casos, a pesar de haber aplicado fuerzas, estas no produjeron modificaciones en los otros cuerpos. Ni el mueble ni las bolsas que lleva la señora cambiaron su posición, su velocidad o su forma. En estos casos, podemos decir que no hubo transferencia de energía.

Como mencionamos en la página 65, cuando la transferencia de energía se produce aplicando fuerzas se llama **trabajo**. La energía intercambiada se mide en la misma unidad de energía, es decir, en J (joule).

Para simbolizar el trabajo se utiliza la letra L (mayúscula) inicial de la forma latina *laborem*.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, podemos concluir que el levantador de pesas realizó trabajo sobre la barra, por lo que aumentó la energía potencial gravitatoria de las pesas; el superhéroe realizó trabajo sobre el tren, y disminuyó su energía cinética; la grúa realizó trabajo sobre la carga, y aumentó su energía potencial y su energía cinética; y el árbol realizó trabajo sobre el auto, y modificó su energía cinética y su forma.

Pero la mujer que empuja el mueble y la señora que sostiene las bolsas no realizaron trabajo. ¿Por qué? Porque sus acciones no modifican la energía de los otros cuerpos. El esfuerzo muscular no implica realizar un trabajo si no hay intercambio de energía. Seguramente, sus músculos se habrán fatigado y hasta puede que sientan cierto dolor y cansancio, pero no habrán transferido parte de su energía al mueble o a las bolsas. Para que un cuerpo realice trabajo sobre otro, debe desplazarlo o deformarlo, es decir, producir modificaciones en él.



## Intercambio de energía por trabajo

En la imagen que se ve, para levantar la carga de 100 kg hasta la mitad del recorrido (aproximadamente 1 m), el pesista tuvo que realizar un trabajo de 1.000 J.



Luego, para lograr levantarlas hasta encima de su cabeza (unos 2 m), debió realizar un trabajo total de 2.000 J. Si el pesista aumentara la carga a 200 kg, necesitaría el doble de energía para levantarlas, por lo tanto el trabajo realizado sería de 4.000 J.

Lo previamente explicado nos permite concluir que el trabajo realizado es proporcional a la fuerza que se aplica y al desplazamiento que produce.

Así, el superhéroe necesita utilizar menos energía y, por lo tanto, realizar un trabajo menor para frenar un auto que para frenar un tren o un avión.

Volvamos al ejemplo del atleta: al mismo tiempo que él realizó trabajo sobre la barra, cambió la altura de las pesas con lo que se modificó la energía potencial de estas. El pesista intercambió energía con las pesas al realizar trabajo sobre ellas. Debido a que la energía se conserva, como vimos en el capítulo 3, las pesas aumentaron su energía en la misma cantidad que el trabajo realizado por el deportista. Es decir que el trabajo realizado es igual al cambio de la energía de las pesas. De esta manera, la energía de las pesas aumentó en 4.000 J, igual al trabajo realizado por el pesista. En otras palabras, el deportista y las pesas intercambiaron 4.000 J de energía en forma de trabajo.

Cuando un cuerpo aumenta su energía, el trabajo realizado por la fuerza toma un valor positivo. El levantador de pesas realiza un trabajo positivo, ya que entregando energía a las pesas, aumenta su energía potencial.

En cambio, cuando el cuerpo disminuye su energía, el trabajo realizado por la fuerza se indica con un valor negativo. Cuando el auto choca contra el árbol, disminuye la energía cinética del auto, por lo tanto el árbol realiza un trabajo negativo. En este caso, también se dice que el trabajo fue disipativo, ya que parte de la energía cinética del auto se disipó en el aire y en el asfalto en forma de calor, y el resto de la energía se usó en deformar el auto.

### Actividades

1. Relean los ejemplos de la página 66, del superhéroe que frena el tren y la grúa que levanta la carga. Analicen en cada caso si hubo aumento o disminución de la energía. Luego, indiquen si el trabajo realizado fue positivo o negativo.
2. ¿Se realiza el mismo trabajo para subir las escaleras que para bajarlas? ¿Por qué en un caso el cuerpo se cansa más que en el otro?



La mano realizó trabajo sobre la lata, ya que modificó la posición relativa entre las partículas y, por lo tanto, modificó su energía interna.



Al comprimir o estirar un resorte, también se modifica su energía potencial elástica.



Si bien es más fácil y cómodo subir un cuerpo por una rampa que levantarlo verticalmente, en ambos casos el trabajo es el mismo. ¿Por qué?







Nuestra piel no es un detector confiable del estado térmico de los cuerpos.



Para calibrar un termómetro, se toman como estados térmicos de referencia el punto de fusión del hielo, al que se le asigna el valor  $0^{\circ}\text{C}$ , y el de ebullición del agua, al que se le asigna el valor  $100^{\circ}\text{C}$ . El intervalo entre ellos se divide en 100 partes iguales, cada una de estas, de  $1^{\circ}\text{C}$ . Los valores que se encuentran por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$  se indican con números negativos.

## Calor

### Temperatura y energía interna

Si nos paramos descalzos sobre una alfombra o sobre un piso de cerámica, percibimos sensaciones diferentes: las baldosas parecen estar frías y la alfombra, caliente. ¿Qué provoca esta diferencia en la percepción? ¿Qué temperatura tiene cada una? ¿Qué indica la temperatura de un cuerpo?

Para modificar la temperatura de un objeto, se le debe entregar o quitar energía. Por lo general, si se le entrega energía a un cuerpo, este aumenta su temperatura, ya que esta pasa a ser una energía propia del objeto, llamada energía interna. Al aumentar la energía interna del cuerpo, aumenta su temperatura, cambia su estado térmico. La temperatura es un indicador de la energía interna de un cuerpo.

La energía interna de un cuerpo es la que se debe al movimiento y las posiciones de las partículas que lo forman. Esta forma de energía es una característica de todo el cuerpo, ya que indica la suma de todas las energías cinéticas y potenciales de sus partículas: cuando estas se mueven más rápido, la energía interna del cuerpo es mayor; cuando por el contrario las partículas se mueven más lentamente, su energía interna es menor.

De esta manera, la energía interna está relacionada con el estado térmico de un cuerpo, es decir, con su temperatura.

El tacto es un sentido que permite percibir el estado térmico de un cuerpo. Sin embargo, este no es del todo confiable, ya que pueden producirse diferencias influidas por sensaciones anteriores o por las características de los materiales. Volviendo a nuestro ejemplo inicial, esto explica las sensaciones que percibimos al pararnos descalzos en las distintas superficies.

El termómetro es el instrumento que permite medir la temperatura de manera objetiva. Para eso, está graduado en alguna escala de medición que determina valores numéricos.

La escala usada en la Argentina es la **Celsius**, cuya unidad es el grado Celsius:  $^{\circ}\text{C}$ . Además de la escala Celsius, para determinaciones y cálculos científicos se usa la escala **Kelvin o absoluta**, cuya unidad es el grado Kelvin: K.

Un intervalo de un grado Celsius equivale a un grado Kelvin; esto significa que al aumentar la temperatura de un cuerpo en  $10^{\circ}\text{C}$  Celsius, también aumenta en 10 K. La diferencia entre ambas es que están desplazadas, es decir que no coinciden en la numeración. Esto se debe a que la escala Kelvin tiene ubicado el valor 0 K en el límite inferior de las temperaturas que puede alcanzar la materia. Este valor coincide con  $-273^{\circ}\text{C}$ . De esta manera:



$$0 \text{ Kelvin (K)} = -273 \text{ Celsius (}^{\circ}\text{C)}$$

Así, una temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$  equivale a 283 K, y una de  $27^{\circ}\text{C}$  a 300 K. Si la temperatura de un cuerpo aumenta en  $17^{\circ}\text{C}$ , por ejemplo de  $10^{\circ}\text{C}$  a  $27^{\circ}\text{C}$ , en la escala de kelvin aumenta en la misma cantidad, pasando de 283 K a 300 K.



## Transferencia de energía por calor

Para modificar la energía interna de un cuerpo, se le debe entregar o quitar energía, es decir, producir un intercambio de energía con otro cuerpo.

Por ejemplo, para calentar la mamadera de un bebé, se la coloca durante cierto tiempo dentro de un recipiente con agua caliente. El agua caliente le cede parte de su energía interna a la leche fría, y así modifica su temperatura.

Para tomar mate se necesita calentar el agua a la temperatura adecuada. Si ponemos a calentar agua en una pava sobre una hornalla, los gases en combustión entregan la energía necesaria al agua de la pava, con lo que aumenta su temperatura.

El agua caliente y los gases incandescentes de la hornalla se encuentran a una temperatura mayor que los otros cuerpos. Cuando se ponen en contacto dos cuerpos que se encuentran a distinta temperatura, espontáneamente se produce un intercambio de energía desde el cuerpo más caliente hacia el cuerpo más frío. Esta manera de transferir energía se llama **calor**.

El calor es la forma de intercambiar energía entre dos cuerpos que se encuentran a distintas temperaturas, como se indica en el gráfico la página 65. De este modo, se modifica la energía interna de los otros cuerpos.

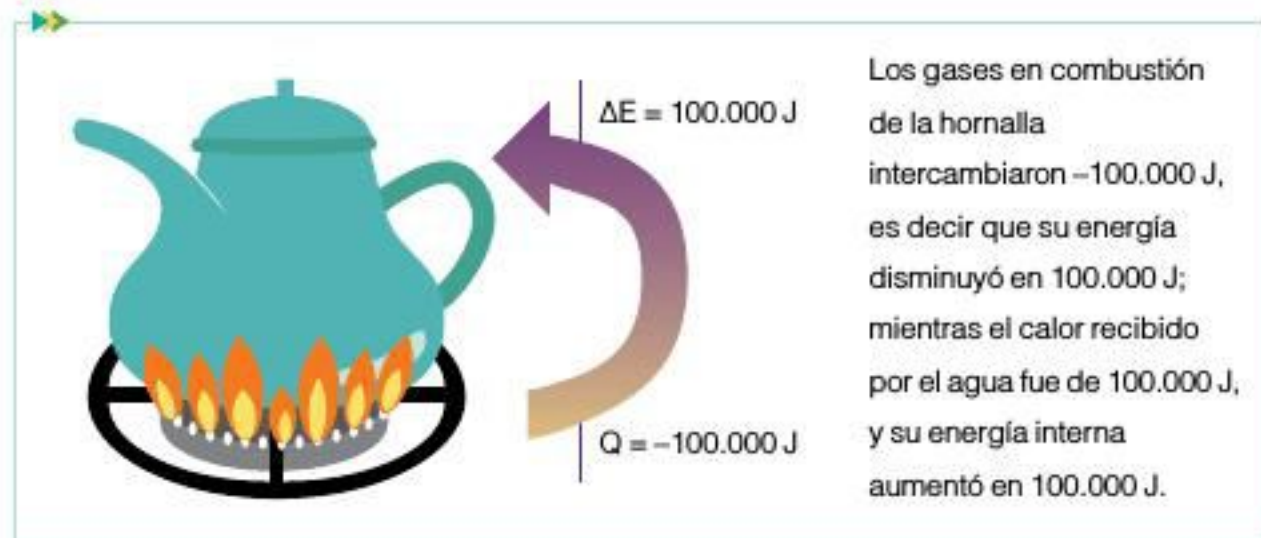
Así, en los ejemplos anteriores el calor transmitido modificó la energía interna de la leche y del agua de la pava.

Para simbolizar la cantidad de calor intercambiada, se utiliza la letra  $Q$  (en mayúscula). Como representa una cantidad de energía intercambiada, su unidad de medida también es el joule (J).

Como en el caso del trabajo, en el intercambio por calor también se debe tener en cuenta el Principio de Conservación de la Energía. De esta forma, la cantidad de calor es igual al cambio de la energía interna de cada uno de los dos cuerpos intervinientes.

Por ejemplo, si al colocar la pava sobre la hornalla el calor intercambiado fue 100.000 J, esto significa que el gas le entregó esa cantidad de energía al agua de la pava. El gas disminuyó su energía y el agua la aumentó en 100.000 J.

El intercambio de energía por el mecanismo de calor entre dos cuerpos se realiza siempre desde el de mayor temperatura hacia el de menor temperatura. El cuerpo más frío recibe o gana energía y el más caliente entrega o pierde energía. Para distinguir estas dos situaciones de entregar o recibir energía en forma de calor, se considera con un valor positivo a la cantidad de calor recibido por un cuerpo o sistema, y con un valor negativo al calor cedido.



El agua caliente cede energía a la leche contenida en la mamadera.



El agua de la pava recibe energía de la combustión.



Cuando se saca una torta del horno, se la deja enfriar simplemente en contacto con el ambiente. La torta caliente le transfiere energía al aire del ambiente, que se encuentra más frío.

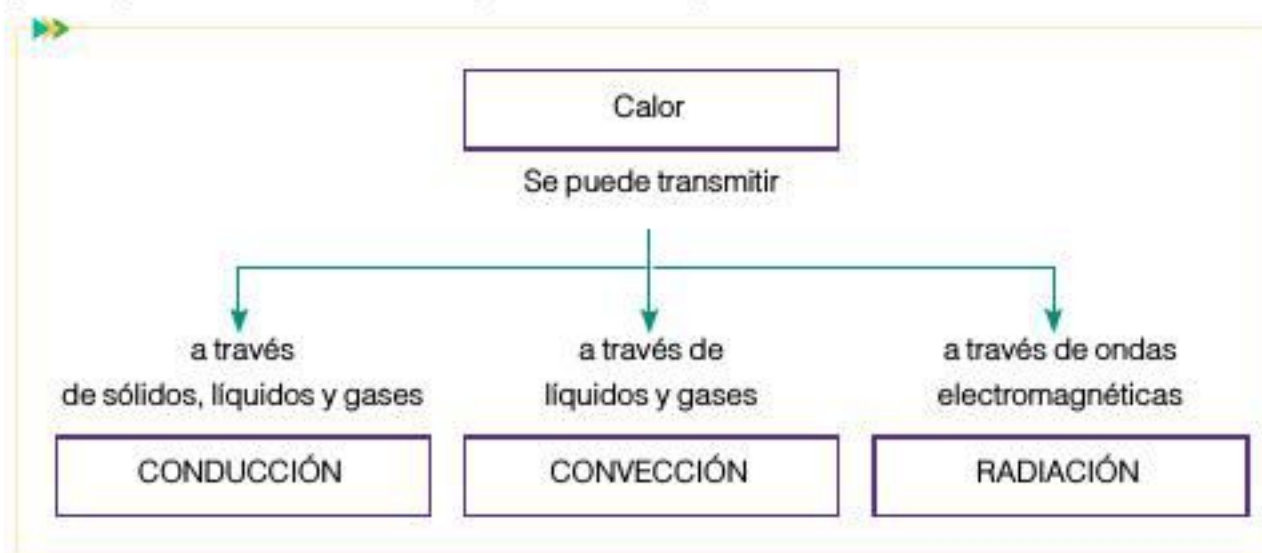


## Cómo se transmite el calor

En todas las fotos de esta página se produce una transferencia de energía por calor, ya que los cuerpos que intercambian energía están a diferentes temperaturas. Pero, ¿esa energía llega a cada cuerpo de la misma manera?



La transferencia de energía por calor está presente en casi todas las actividades de la vida cotidiana: al cocinar los alimentos, al calefaccionar las casas, al refrigerar bebidas, al exponerse al sol. En cada una de estas actividades hay transmisión de calor. Sin embargo, esta no siempre se realiza de la misma manera. Existen tres formas de transmitir el calor: **conducción**, **convección** y **radiación**. Por lo general, en un mismo proceso se producen las tres formas juntas, pero muchas veces alguna de ellas prevalece sobre las otras.



Conducción de la energía.

### Conducción

Para no quemarse, los cocineros evitan revolver la comida que está sobre el fuego con una cuchara metálica, porque la energía se transmite desde la comida caliente hacia la cuchara fría y luego, a través de ella, hasta el extremo que está fuera de la olla. Este proceso de transmisión del calor se denomina **conducción**. En la conducción, la transmisión de energía se produce desde la zona de mayor temperatura hacia la de menor temperatura, sin movimiento de materia.

Microscópicamente, al sumergir la cuchara en la comida caliente aumenta la energía interna de esa región de esta, con lo que aumenta la energía cinética de las partículas del metal, por lo que estas vibran más rápido. Entonces, las que tienen más energía transmiten parte de esta a las partículas que tienen menos energía, las cuales a su vez intercambian energía con las siguientes. Así, la energía se conduce a través de toda la cuchara, hasta llegar a la zona que está en contacto con la mano.



## Buenos y malos conductores

Si en el ejemplo anterior se utiliza una cuchara de madera o de plástico en lugar de una de metal, la energía no llega a la mano o bien tarda mucho en hacerlo. Los materiales están formados por distintos tipos de partículas que están dispuestas de diferentes maneras, lo que hace que cada sustancia conduzca el calor de manera diferente. Estas diferencias permiten que los materiales puedan ser clasificados en buenos y malos conductores del calor.

Los metales son muy buenos conductores del calor, en cambio la madera, algunos plásticos y el papel son malos conductores.

En realidad, esta clasificación no es absoluta, sino que un material es buen o mal conductor en comparación con otro. Por ejemplo, el vidrio es mal conductor comparado con un metal, pero es mejor conductor que la goma.

Cuanto más lenta sea la transmisión del calor, mejor aislante térmico es un material. No existe el aislante perfecto, sino que algunos materiales tardan mucho tiempo en conducir el calor o retrasan mucho la transferencia de calor hacia el otro extremo. Estos materiales resultan útiles en los casos en que se necesita aislar un cuerpo.

Retomemos el ejemplo de pisar descalzos el piso de cerámica y la alfombra. Lo que ocurre es que si bien ambos están a la misma temperatura, el piso de cerámica es mejor conductor que la alfombra y, por lo tanto, el pie le entrega más rápidamente energía al piso y percibe la sensación de frío.

Así como los metales son buenos conductores del calor, los gases no lo son. En particular, el aire (que es una mezcla de gases) es un muy buen aislante térmico. Por ejemplo, en zonas de inviernos de muy bajas temperaturas se colocan ventanas con doble vidrio para que el aire que queda encerrado entre estos actúe como aislante. En la confección de prendas de abrigo también se utilizan telas u otros productos que retengan aire.

Otra de las variantes que influyen en la transmisión de calor por conducción, es el área de la superficie de contacto: cuanto mayor es la superficie, más rápido se transmite el calor. Por ejemplo, una papa caliente tarda en enfriarse. Pero si se la corta en rodajas, esta se enfría más rápidamente porque la superficie de contacto entre la papa y el aire aumenta.

Los animales también disipan calor a través de la superficie de contacto con el exterior. Por ejemplo, las orejas de los zorros de distintos climas poseen adaptaciones relacionadas con este concepto. En las zonas de elevadas temperaturas, estos animales tienen orejas grandes que ayudan a disipar el calor. Por el contrario, los zorros que habitan en zonas muy frías tienen orejas pequeñas para limitar la transmisión de calor desde el cuerpo hacia el ambiente.



Los zorros del desierto y los que habitan el Ártico tienen orejas de tamaños muy diferentes.



En general, los cocineros usan cucharas de madera o con mangos de plástico para evitar quemarse las manos.



Algunas prendas de abrigo utilizan dos recubrimientos, entre los que se colocan ciertos materiales porosos como goma espuma o plumas, que contienen aire que permite la aislación térmica del medio.





Al calentar el agua en la olla se producen corrientes de convección.



Las estufas se colocan en la parte inferior de una habitación, para que las corrientes de convección calienten todo el ambiente.

## Glosario

**fluido:** tanto los líquidos como los gases carecen de forma propia, por eso adoptan la forma del recipiente que los contiene. Tienen así la propiedad de fluir libremente y, debido a esto, se los denomina fluidos.

## Convección

Los **fluidos\*** son malos conductores del calor; en estos el calor se propaga fundamentalmente por **convección**. En este proceso, la transmisión del calor se produce a través de corrientes que se generan dentro del mismo fluido llamadas **corrientes de convección**. Para observarlas, basta con colocar agua y unos granos de arroz en un recipiente y calentarlo al fuego de una hornalla. Cuando el líquido comienza a calentarse, se empieza a notar cierto movimiento del agua. Al comienzo, este movimiento es desordenado, pero luego los granos de arroz son arrastrados por las corrientes producidas por el agua. Si el recipiente es transparente, se puede observar la circulación de las corrientes de convección dentro de este.

Cuando se coloca una olla sobre la hornalla, el fuego le transmite calor al fondo del recipiente y este a las capas inferiores del agua, por conducción. Estas capas se calientan y disminuye su densidad, entonces comienzan a ascender. Su lugar es ocupado por las capas de agua más frías que descienden porque tienen más densidad. El fondo del recipiente calienta las nuevas capas de agua fría, y se repite todo el proceso. Las corrientes de convección generan así un movimiento de circulación que permite calentar toda el agua del recipiente. En este caso, la energía se transmite con movimiento de materia.

La convección es un proceso que se produce en cualquier fluido. Las corrientes de convección de la atmósfera provocan vientos y corrientes de aire ascendentes que son aprovechadas por los aladeltistas, los planeadores y las aves para mantenerse en vuelo sin desgaste de energía.

La brisa marina también se produce por las corrientes de convección del aire. Durante el día, la arena se calienta más fácilmente que el agua, por lo tanto el aire que se encuentra sobre esta se eleva y una corriente proveniente del mar ocupa su lugar. A la noche, el proceso se invierte, y se produce una brisa desde la playa hacia el mar.



En las zonas marítimas, la brisa es un moderador del clima.

El calentamiento de la tierra provoca corrientes de convección en la atmósfera, que aprovechan algunas aves y aparatos de vuelo sin motor.





## Abrigarse o aislarse

Como el calor es definido como una energía en tránsito, el término frío no tiene sentido para la Física. Es decir, si se transmite energía entre dos cuerpos que tienen distintas temperaturas, esta se llama calor. Si no se produce tal transmisión, entonces no hay fenómeno para estudiar.



En los desiertos, la diferencia de temperaturas entre el día y la noche es extrema. Los habitantes usan muchas capas de ropa para aislar su cuerpo del ambiente. Así soportan el calor del día y las bajas temperaturas de la noche.



En las casas se utilizan distintas estrategias de aislamiento para que no salga calor de su interior. Cuando una casa se enfría, se debe a que la energía se ha escapado en forma de calor.

En la realidad, las personas sentimos frío en invierno y calor en verano. Las sensaciones de frío o de calor son parte de la vida y no se pueden ignorar. Estas se relacionan con la conducción del calor desde el cuerpo hacia el ambiente o viceversa. Si se toca un objeto que está a la temperatura de la piel, no se produce intercambio de energía y, por lo tanto, no se percibe sensación de frío ni de calor. Si en cambio se toca un objeto que está más caliente que el cuerpo, el calor se transfiere desde el objeto hacia la piel, lo que provoca la sensación de calor. Pero si el objeto está más frío, el calor pasa desde el cuerpo hacia el objeto: la pérdida de energía produce la sensación de frío. La rapidez con que se produce este intercambio de energía entre la piel y el objeto aumenta las sensaciones de frío o calor.

En invierno, para no sentir frío, se debe evitar el intercambio de energía desde el cuerpo hacia el aire del ambiente, que se encuentra a menor temperatura. Este intercambio se produce a través de la piel por conducción. Cuando nos abrigamos, no estamos calentando el cuerpo, sino manteniéndolo aislado del aire exterior. Se utilizan las telas y la lana porque son malos conductores y, por lo tanto, transmiten mal el calor. Los mejores abrigos son aquellos que retienen aire entre sus fibras o pelos: dado que el aire en reposo es muy mal conductor del calor, y las fibras no permiten la convección, estas prendas evitan el intercambio de energía.

En verano se debe evitar la transferencia de energía desde el ambiente hacia el cuerpo. Si la temperatura exterior no es muy elevada, es suficiente usar ropas livianas. Pero si las temperaturas superan los  $40^{\circ}\text{C}$ , lo mejor es usar una vestimenta que aisle el cuerpo, como cuando hace frío.

## Sorprendente ►

### Sensación térmica

La sensación de frío o de calor no depende solo de la temperatura del aire. Hay otros factores, por ejemplo el viento y la humedad, que influyen en que podamos disipar energía en forma de calor más o menos rápidamente.

El cuerpo humano mantiene una pequeña capa de aire adherida a su piel que lo aísla parcialmente. Cuando hay viento, esta capa es desplazada y la piel en contacto más directo con el aire disipa calor más rápido. Es decir, se siente más frío.

Si el termómetro marca  $10^{\circ}\text{C}$  y hay un viento leve de  $10\text{ km/h}$ , la sensación sería equivalente a una temperatura de  $7,5^{\circ}\text{C}$  sin viento. El aumento de la humedad en el aire dificulta la disipación térmica realizada mediante la transpiración.





## Radiación

Para hacer un asado, una vez que el asador prendió el fuego, distribuye las brasas por toda la base de la parrilla. Un buen parrillero sabe que si coloca la carne en algún sector de la parrilla que no tenga brasas, esta no se cocina. Incluso, si quiere retrasar la cocción de algún trozo, lo aparta y lo coloca en algún lugar que no esté expuesto al carbón encendido. ¿En qué se basa esta estrategia de los asadores? ¿De qué manera llega la energía desde las brasas hasta el asado?

La cocción del asado no se realiza por conducción ni por convección.

Este es uno de los casos en los que la energía se transfiere de un cuerpo a otro sin que exista una sustancia o material que lo transporte. Tampoco se aplican fuerzas ni se ponen en contacto dos cuerpos a diferentes temperaturas. En esos casos, la transmisión se produce a través de **ondas electromagnéticas**.

Dentro de las ondas electromagnéticas se encuentran las ondas de radio, microondas, radiación\* infrarroja, la luz visible, radiación ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Una característica en común de estas ondas es que no necesitan un material que les permita trasladarse, sino que pueden hacerlo aun en el vacío.

La energía que se transmite por radiación se llama **energía radiante**. Para simbolizarla se suele utilizar una *R* (mayúscula cursiva). Lo mismo que el trabajo y el calor, se mide en joule (J).

En algunos casos, esta energía radiante modifica la temperatura del otro cuerpo y, por lo tanto, se la considera una forma de transferencia de calor. Se la denomina **radiación térmica**.

El carbón encendido emite radiación infrarroja que permite cocinar la carne.

### Emisión y absorción de energía radiante

Si bien todos los cuerpos emiten energía radiante, algunos irradian más cantidad que otros. Cuanto mayor es la temperatura de un cuerpo, mayor es la cantidad de energía radiante emitida por unidad de tiempo. Si se acerca la mano a una plancha caliente, se puede percibir la radiación que emite. Un tostador de pan al calentarse sobre la hornalla emite radiación que se percibe a una distancia de más de 15 o 20 cm.

Cuando un cuerpo está suficientemente caliente, una parte de la energía radiante que emite está en la región de las ondas de luz visible, como ocurre en el filamento de una lamparita incandescente o en las resistencias de las estufas eléctricas.

Cuando la energía radiante llega a un cuerpo, esta puede ser absorbida, reflejada o transmitida. Lo que ocurra con esta energía depende de la superficie y características del cuerpo, así como del tipo de radiación. Por ejemplo, las superficies brillantes reflejan casi toda la radiación que les llega, mientras que las oscuras o negras reflejan muy poca radiación, y absorben casi toda la energía.

## Glosario

**radiación:** esta palabra tiene varios significados para la Física. En este caso se usa para designar una forma de propagación de la energía.

En Física atómica, se la aplica a la emisión de núcleos radiactivos, como el uranio y el radio.

Calentar un clavo "al rojo" significa que su temperatura se eleva lo suficiente como para que el cuerpo emita luz de color rojo. Si se lo calienta a temperaturas mayores puede llegar a verse naranja, luego amarillo, e incluso llegar al "rojo blanco".





## La radiación como transferencia de calor

La energía del Sol llega a la atmósfera luego de haber atravesado el espacio vacío. Por este motivo, esta no pudo haberse transmitido por conducción ni por convección. El Sol emite ondas electromagnéticas que, mediante el proceso de radiación, atraviesan la atmósfera y llegan a la superficie de la Tierra.

La radiación puede atravesar algunos objetos que son transparentes, por ejemplo, la atmósfera, el vidrio y capas delgadas de agua. Si se colocan al Sol en un lugar reparado del viento, pueden percibir calor por la radiación solar. Lo mismo sucede cuando se colocan detrás de un vidrio.

La radiación se produce mediante ondas electromagnéticas emitidas por los cuerpos. Por esta razón, para que un cuerpo reciba la radiación térmica debe estar enfrentado al cuerpo emisor de la misma manera que un cuerpo, para ser iluminado, debe estar enfrentado con una linterna. Si la linterna apunta en otra dirección o hay un obstáculo entre el cuerpo y la linterna, este no estará iluminado. Con la radiación ocurre lo mismo. Por ejemplo, las estufas infrarrojas calientan mucho más cuando se está expuesto directamente a su radiación. Si se coloca una de estas estufas en el medio de una habitación, los cuerpos que estén enfrentados a esta estarán a mayor temperatura que aquellos que estén detrás de esta.

## La radiación como transferencia de energía

En otras situaciones, la energía radiante provoca modificaciones en otros cuerpos, pero no a causa de la temperatura. Veamos algunos ejemplos.

Los controles remotos de los televisores o de los equipos de audio emiten radiación infrarroja que les permiten activar las funciones del aparato y modificar sus características.

Las radios son equipos receptores de ondas de radio que, al recibir su energía, pueden transmitir una señal o sonido.

Si bien también aumentan la temperatura de las comidas, los hornos a microondas cocinan o aumentan la temperatura de las comidas modificando las propiedades de los alimentos.

Los teléfonos celulares funcionan porque la señal viaja a través de ondas desde la antena emisora hasta la antena receptora. Esta señal es energía radiante.

Los rayos X son otra forma de radiación, cuyos usos están vinculados con la medicina. Luego de atravesar el tejido corporal, impactan en una placa e imprimen la imagen.

En todos estos ejemplos hay transferencia de energía por radiación desde un cuerpo hacia otro.



La radiación electromagnética puede atravesar algunos cuerpos transparentes, como el vidrio.

## Actividades

1. Tomen dos latas y quítenles el papel que las recubre. A una, píntenla o recúbranla de negro. Coloquen hielo de igual tamaño dentro de cada lata y expongan ambas al sol. ¿Tardó el mismo tiempo en derretirse el hielo en las dos latas? Expliquen por qué.



En verano se recomienda utilizar ropa clara que resulta más fresca, ya que absorbe muy poca energía radiante. Por el contrario, en invierno se suele usar ropa oscura, que absorbe casi toda la radiación, y favorece la transferencia de energía, lo que provoca la sensación de calor.



## La energía que llega desde el Sol



En el interior del Sol, la temperatura es cercana a 15.000.000 C°.

Las particulares condiciones de temperatura y presión que existen en el Sol resultan adecuadas para producir un fenómeno llamado **fusión nuclear**, por el cual el hidrógeno se convierte en helio. Como consecuencia de este proceso, se desprende una gran cantidad de energía, que es enviada al espacio en forma de radiación.

Teniendo en cuenta el tamaño y la posición de la Tierra respecto del Sol, resulta que la proporción de energía solar que recibe es relativamente poca. Para poder entenderlo mejor, si imaginamos el Sol del tamaño de una pelota de fútbol, la Tierra tendría aproximadamente el tamaño de un grano de arroz ubicado a 23 metros del centro del Sol. Esto hace que nuestro planeta reciba solo una mil millonésima parte de la energía emitida por el Sol.

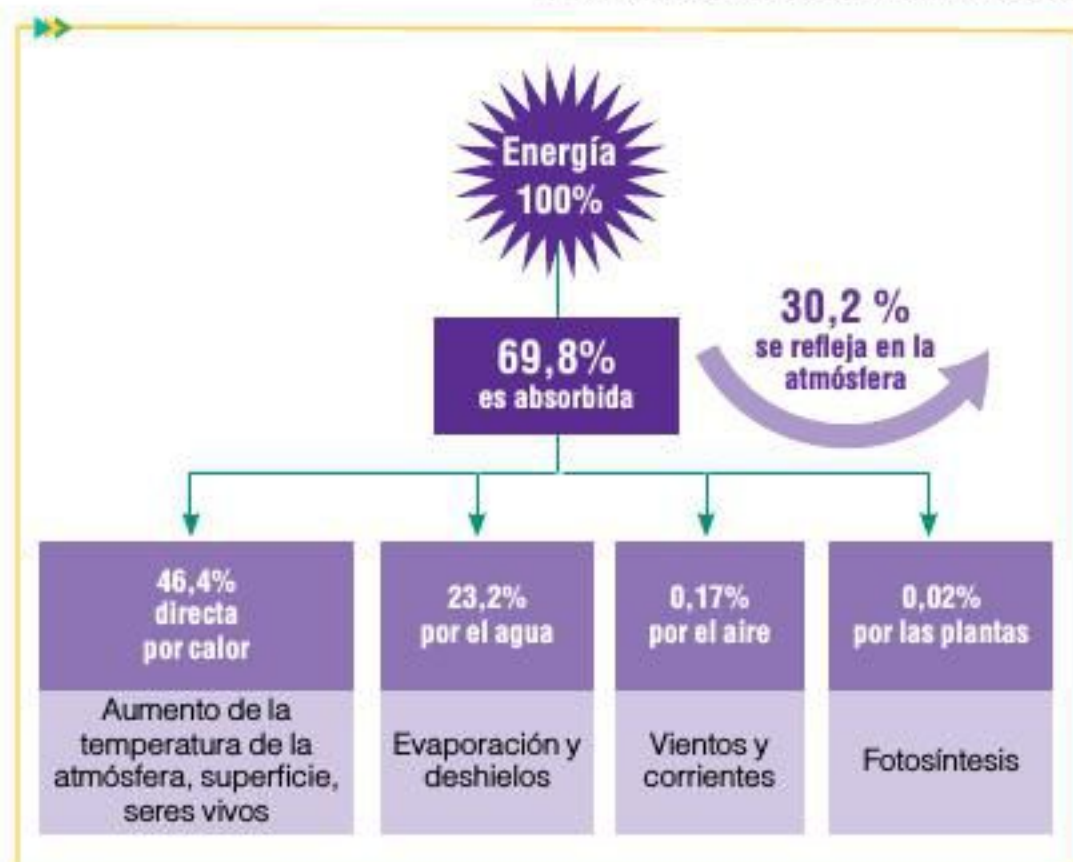
Pero, ¿qué ocurre con esta energía que llega del Sol?

Aproximadamente el 30% de la energía solar que llega por radiación al límite superior de la atmósfera terrestre, es reflejada al espacio exterior nuevamente. El 70% restante, como se ve en la figura, se utiliza para mantener las condiciones generales de temperatura en la atmósfera y provocar fenómenos como los vientos, para evaporar el agua de ríos y mares, y motorizar así el ciclo del agua. Una muy pequeña proporción es utilizada por los seres vivos que la emplean para el proceso de fotosíntesis.

Sin embargo, casi todos los tipos de energía que utiliza el hombre provienen del Sol. Los combustibles fósiles, la energía hidroeléctrica, la energía eólica y la energía de los alimentos, entre otras, derivan de la energía solar. A continuación, veamos algunos ejemplos.

La energía del Sol provoca el deshielo de las altas cumbres, por lo que aumenta el cauce de los ríos, que luego pueden ser aprovechados para obtener

energía hidroeléctrica. Los vientos, producto de las diferencias de temperaturas de la atmósfera, permiten mover las aspas de molinos y obtener energía eléctrica a partir de la eólica. Mediante la fotosíntesis, las plantas fabrican su propio alimento, que queda almacenado como energía química en el almidón y los azúcares, y que luego serán el alimento de los otros niveles de la cadena alimentaria. Los animales y las plantas enterrados en las profundidades de la Tierra durante millones de años, se transformaron en los combustibles fósiles: petróleo, carbón y gas; cuyas grandes cantidades de energía química provienen también del Sol.





## Ideas básicas

- ▶ La energía se transmite de un cuerpo a otro mediante tres mecanismos: trabajo, calor y radiación.
- ▶ El trabajo es la forma de transferir energía mediante la acción de fuerzas.
- ▶ La temperatura es una manifestación de la energía interna de un cuerpo.
- ▶ El calor es la forma de transferir energía espontáneamente entre dos cuerpos que se encuentran a distinta temperatura.
- ▶ La energía puede transmitirse por calor mediante los procesos de conducción, convección y radiación.
- ▶ La radiación es la forma de transferir energía mediante ondas electromagnéticas.

## Actividades de integración

1. Analicen de qué manera se transmite la energía en cada uno de los siguientes casos.

- ▶ El Sol ilumina la Tierra.
- ▶ Se refresca una habitación con aire acondicionado.
- ▶ Un chico arrastra su carrito de juguetes.
- ▶ Se coloca una bolsa de agua caliente en la cama.
- ▶ El motor del ascensor lo eleva desde la planta baja hasta el último piso.

2. Una persona trata de mover un mueble. Para lograrlo, ejerce sobre este una fuerza de 120 N durante 30 segundos sin éxito: el mueble no se mueve. ¿Cuánto vale el trabajo realizado? ¿Cuál fue el intercambio de energía entre la persona y el mueble?

3. Realicen la siguiente experiencia para confirmar uno de los motivos por los cuales es más adecuado usar el termómetro en lugar de la mano para medir temperaturas. Procedimiento:

Coloquen en un recipiente agua caliente (que no queme) y en otro, agua con cubos de hielo. Pongan durante uno o dos minutos una mano en cada uno de ellos, y luego rápidamente coloquen ambas manos en un recipiente con agua de la canilla. ¿Registran igual sensación térmica en ambas manos? ¿Cómo pueden explicar esto?

4. Expliquen a partir de la transmisión del calor las siguientes cuestiones, discutiendo y justificando cada respuesta.

a. ¿Por qué las estufas se colocan en la parte inferior de las habitaciones?

b. ¿Es cierto que al colocarse varias prendas más finas se puede estar más abrigado que usando solo una más gruesa?

c. ¿Es cierto que una frazada "da calor"? ¿Hasta qué temperatura puede aumentar el aire en el interior de una cama en la que hay una persona tapada con una frazada?

5. El comportamiento de los animales se debe a una multiplicidad de causas, entre las cuales pueden incluirse aquellas relacionadas con la transmisión del calor. Expliquen desde ese punto vista, el siguiente comportamiento de las serpientes. Para aumentar su temperatura, las serpientes se extienden al sol, y luego de un rato se dirigen a una zona de sombra, donde quedan enroscadas.



6. ¿Por qué un litro de agua se calienta más rápidamente colocándolo en un recipiente sobre una hornalla encendida que si se coloca un mechero también encendido desde la parte superior del recipiente?



7. Se colocan a la noche en una heladera un recipiente de plástico con comida y una lata de gaseosa. A la mañana siguiente, ambos cuerpos se encuentran a la misma temperatura, que a la vez coincide con la que hay en el interior de la heladera. ¿Por qué al tomarlos la lata parece más fría que el plástico?

8. Indiquen la o las maneras de transmisión del calor que identifican al cocinar cada uno de los siguientes alimentos:

- ▶ un asado al asador;
- ▶ verduras al vapor;
- ▶ milanesas con papas fritas;
- ▶ pollo al horno;
- ▶ bife a la plancha;
- ▶ fideos;
- ▶ café con leche (calentado en el microondas).

9. Una nave espacial desciende en la Luna. ¿Por qué no puede intercambiar calor por convección con el exterior?

10. ¿Creen que es una buena idea envolver una lata de gaseosa fría con una bufanda de lana para que mantenga su temperatura?

11. Cuando un niño o adulto tiene fiebre y la temperatura corporal no baja con los antitérmicos, el médico suele indicar colocar paños fríos en la frente y axilas. ¿Cuál es la razón de este procedimiento?



12. Mediante algunas experiencias sencillas se pueden observar algunas de las características de la conducción del calor en metales. Para poder realizarlas necesitarán:

- ▶ dos trozos de alambre de diferentes materiales pero igual grosor (pueden ser dos agujas de tejer del mismo número pero de diferentes metales);
- ▶ una vela;
- ▶ 4 o 5 chinches.



a. Una de las experiencias consiste en utilizar las chinches para detectar cómo se conduce el calor en la aguja de tejer. Para esto sigan los siguientes pasos:

- ▶ Peguen con cera blanda de la vela 4 o 5 chinches, dejando aproximadamente 3 cm entre cada una de ellas.
- ▶ Una vez hecho esto, se coloca un extremo de la aguja al fuego de la vela y se espera a que se caigan las chinches.

¿Por qué no caen todas al mismo tiempo? ¿Cómo se puede describir lo que va ocurriendo en la aguja para que las chinches caigan en el orden en que lo hacen?

b. Ahora se busca observar si ambas agujas de diferentes materiales conducen el calor de igual manera. Para ello deben seguir los siguientes pasos:

- ▶ Peguen una chinche en cada aguja de tejer, a unos 7 cm de un extremo.
- ▶ Luego, coloquen simultáneamente ambas puntas al fuego.

¿Cuál cayó primero?

¿Se puede determinar mediante esta experiencia cuál de los dos metales es mejor conductor del calor?

13. ¿Existen algunos termos para mantener los líquidos fríos y otros para mantenerlos calientes? Expliquen desde el punto de vista físico cuál es la función de un termo.



# La materia y la energía

## 5

### Contenidos

- > Los materiales
- > Estados de la materia
- > Leyes de los gases
- > Cambios de estado
- > Modelo cinético-corpúscular

El entorno está repleto de materiales muy variados. Cada uno tiene sus particularidades: pueden ser frágiles, tener color, poseer texturas y fragancias características; los hay sólidos, líquidos y gaseosos.

La curiosidad por conocer detalles de lo que no se puede observar a simple vista nos lleva a buscar explicaciones a fenómenos cotidianos como los siguientes:

¿Por qué el agua sale de una manguera formando un chorro y los contenidos de un desodorante en aerosol se esparcen al presionar la válvula?

¿Qué se necesita saber para poder evitar que un globo o un neumático exploten?

¿Por qué se reemplazaron las ruedas de piedra de los vehículos por neumáticos llenos de aire?

¿Cómo conviene colgar la ropa en la soga para que esta se seque más rápido?

Con la información de este capítulo se podrán responder estas preguntas y muchas más.

### EN ESTE CAPÍTULO...

Se describirán características, usos y propiedades de los materiales. Se desarrollará el modelo cinético-corpúscular para comprender las características de los estados de la materia, del comportamiento de los gases y para explicar lo que ocurre durante los cambios de estado.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C5](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C5)







Algunas bandejas están hechas con madera y material cerámico.



Los perfumeros antiguos se fabricaban con vidrio, un material metálico y goma.

## Los materiales del entorno

Desde que se levantan de la cama hasta que salen camino al colegio, ustedes usan varios instrumentos tan cotidianos que ni se fijan en ellos. Cada uno de estos objetos está diseñado para que se lo emplee con un fin o varios fines determinados.

Conocer las características de los materiales y comprender por qué son escogidos ciertos materiales para elaborar objetos específicos nos puede ayudar a decidir con qué conviene construir algo.

### Objetos, materia, materiales

Las siguientes actividades muestran que para diseñar los objetos se tiene en cuenta su uso o función. Por ejemplo, una cuchara no sirve para peinarse pero sí para revolver el café con leche.

La elección de los materiales con que se construyen esos objetos es entonces un paso necesario en el proceso de producción.

A veces, un mismo objeto puede ser elaborado con varios materiales. Por ejemplo, una puerta (objeto) puede ser toda de hierro (material), pero también puede estar hecha con varios materiales, como madera y bronce.

### Actividades

Existen muchos objetos empleados en la vida diaria y una gran variedad de materiales. El material o los materiales que componen un objeto tienen relación directa con el uso que se le da.

Organizados en grupos, analicen las situaciones 1, 2 y 3.

1. Mencionen los objetos que se usan en cada situación y los materiales que puedan identificar.
2. Describan las características de esos objetos y su función. Luego, ordenen la información en el siguiente cuadro.

Objeto	Material/es	Características del objeto	Uso/función

3. Intercambien los datos con sus compañeros para ampliar las observaciones.
4. Analicen si un mismo objeto, cuando es elaborado con otro material, mantiene sus características y puede cumplir las mismas funciones.
5. Elaboren conclusiones al respecto y compártanlas en clase.



Situación 1.



Situación 2.



Situación 3.



## Los materiales y sus usos

Para explorar las ventajas y desventajas de los materiales que pueden conformar un mismo objeto, les proponemos que realicen algunos ensayos.

Al realizar un ensayo, tener los datos bien organizados facilita la elaboración de conclusiones.

### Necesitarán:

**Caja 1.** Cuchara metálica, cuchara de metal con mango de plástico, cuchara de madera, cuchara de plástico (descartable). En lo posible, que tengan tamaños semejantes.

**Caja 2.** Bandeja de cartón, bandeja de telgopor, bandeja de madera, bandeja de plástico descartable, bandeja de vidrio, bandeja metálica.

**Caja 3.** Plato de madera, plato de metal, plato de plástico rígido, plato de plástico descartable, plato de vidrio.

**Caja 4.** Hoja de papel, hoja de cartulina o cartón, hoja de papel de aluminio (de los que se usan para cocinar), folio de plástico.



►►1



►►2



►►3



►►4

**Paso 1.** Seleccionen un objeto real para estudiarlo. Identifiquen su posible uso, aplicación o función.

**Paso 2.** Hagan una lista con los materiales que conforman los objetos que hay dentro de la caja.

**Paso 3.** Examinen los objetos y descríbanlos, midan sus dimensiones y registrenlas. Si disponen de una balanza, pesen los objetos. Ensayen la resistencia a los golpes, la dureza de cada material tratando de rayarlo y la plasticidad tratando de producir deformaciones. También exploren su resistencia frente a la humedad (prueben colocando sobre ellos agua o algún objeto mojado con agua).

**Paso 4.** Organicen los resultados obtenidos y enumeren las características que brinda, en especial, cada material al objeto en estudio.

**Paso 5.** Identifiquen qué propiedades son características del material y cuáles son del objeto o cuerpo\*.

**Paso 6.** Establezcan las ventajas y desventajas que cada material brinda a los objetos en cuestión y las aplicaciones que le darían a cada uno de ellos.

### Glosario

**objeto o cuerpo:** una porción limitada de materia.



## Propiedades de la materia y de los materiales



Cable fabricado con cobre.

### Actividades

1. Mencionen alguna propiedad específica de cada uno de los siguientes materiales:

- ▶ acero;
- ▶ polietileno;
- ▶ aluminio;
- ▶ vidrio.

Presión atmosférica normal  
 $1.013 \text{ hPa} = 1 \text{ atm}$

Los materiales se emplean según el uso y la aplicación que se les dará a los objetos que se construyen con estos, o según las necesidades o requerimientos que se tengan de dichos objetos. Cada material, entonces, provee ciertas características al objeto y estas, a su vez, provienen de las propiedades que cada material tiene. Estas propiedades se denominan **propiedades específicas**.

La conductividad eléctrica es también ejemplo de una propiedad específica. Así, el cobre es un buen conductor eléctrico mientras que la madera no lo es, cualquiera sea la cantidad de cobre o de madera considerada.

Algunas de las propiedades específicas pueden ser detectadas directamente por nuestros sentidos y no tienen valores numéricos. Estas son denominadas **propiedades organolépticas**, como por ejemplo el olor y el sabor.

Las **propiedades** que **caracterizan a los materiales** y que tienen valores numéricos corresponden a las denominadas magnitudes\* **intensivas**. Por ejemplo, es propio del agua hervir a los  $100^\circ\text{C}$  cuando la presión atmosférica es la normal, cualquiera sea la cantidad de agua que esté al fuego.

La densidad también es una propiedad intensiva. La densidad es la relación entre la masa y el volumen de un material. Por ejemplo, la densidad del hierro es  $7,9 \text{ g/cm}^3$ . Esto significa que cualquiera sea la cantidad de hierro que se tenga, por cada  $\text{cm}^3$ , este tendrá una masa de  $7,9 \text{ g}$ .



Podemos identificar algunos materiales a través de su olor o sabor característicos.

Las **propiedades** cuyo valor depende de la cantidad de materia\* considerada corresponden a magnitudes **extensivas**. Así, por ejemplo, el volumen es una propiedad extensiva, ya que su valor depende del lugar que ocupa en el espacio la cantidad de materia considerada. Si una determinada cantidad de cobre tiene un volumen de  $5 \text{ cm}^3$ , entonces el doble de cantidad de cobre ocupará  $10 \text{ cm}^3$ . También son propiedades extensivas la masa y el peso.

### Glosario

**magnitud:** todo aquello que se puede medir. Son magnitudes, por ejemplo, la longitud y el tiempo, y no lo son la risa o la tristeza.

**materia:** todo lo que ocupa un lugar en el espacio, tiene peso y masa.

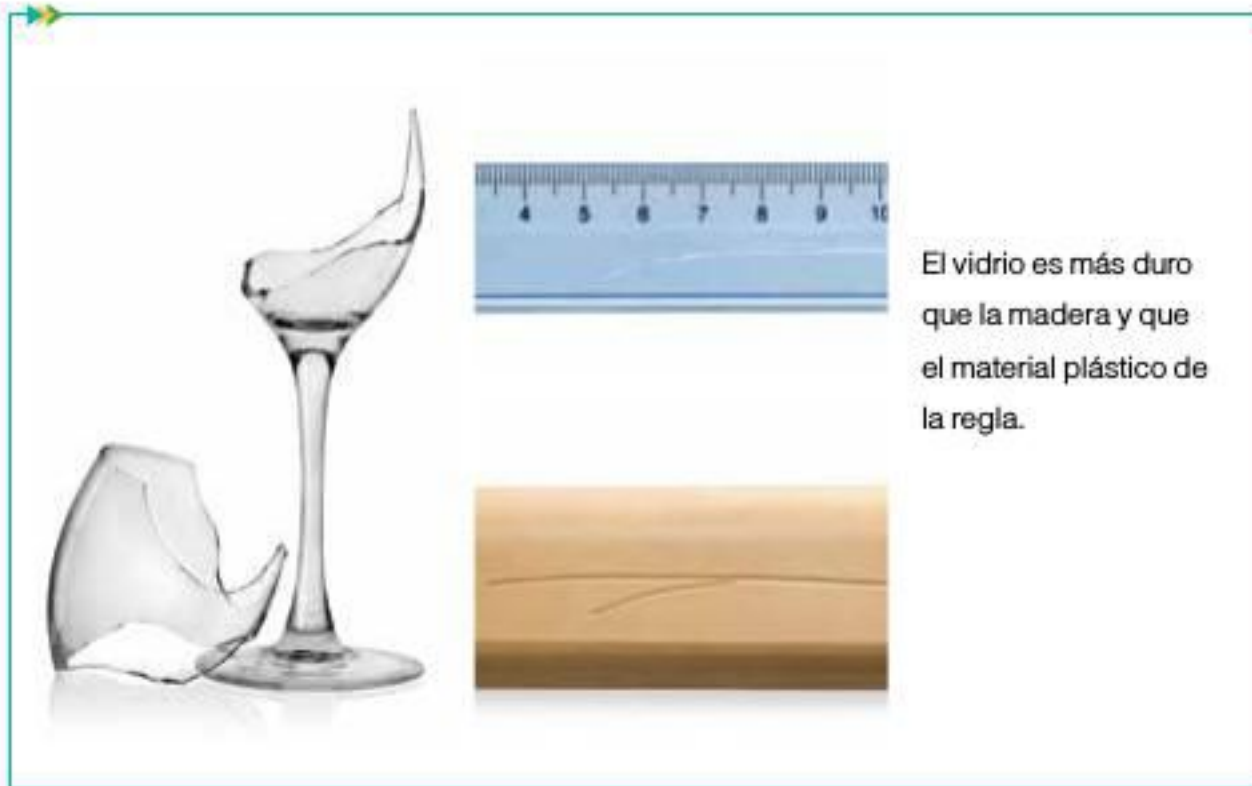


## Las propiedades de los materiales y sus usos

Si queremos construir un objeto, nos interesan fundamentalmente las propiedades intensivas de los materiales. Sabemos que ante una fuerza externa, algunos materiales se deforman, otros se quiebran, algunos pueden estirarse y otros mantienen su forma. También se puede comprobar que algunos son más fáciles de atravesar con un objeto punzante que otros, y que no todos se rayan con la misma facilidad. Esto se debe a que los materiales difieren en sus características.

Un chicle y una bandita elástica pueden estirarse y deformarse, pero no se quiebran. Sin embargo, al finalizar el ensayo, solo la bandita elástica recupera su forma original.

El material del chicle tiene **plasticidad**, porque al ejercerse una fuerza sobre este, el chicle se estira, deformándose hasta cierto punto. Pero al dejar de ejercerla, el material no recupera su forma original, es decir que la aplicación de una fuerza sobre este provoca una deformación permanente.



La goma de la bandita elástica tiene **elasticidad**, porque cuando se le aplica una fuerza se estira hasta cierto punto y, cuando se deja de ejercerla, el material recupera su forma original. La deformación provocada por la fuerza es momentánea y solo ocurre mientras esta es aplicada.

También se obtienen diferentes resultados si se rayan y se pinchan varios materiales con un objeto punzante. Esto se debe a que no todos tienen la misma **dureza**. La dureza de un material depende de su resistencia a la penetración o al rayado.

Además de conocer si es posible deformar o rayar un material, también es importante conocer su resistencia a los golpes. Cuando es muy resistente, se dice que el material es tenaz. La **tenacidad** es la propiedad que posee un material que lo hace resistente a la rotura por choque. El acero es un material tenaz.

Por el contrario, un material es frágil si se quiebra con facilidad cuando se lo golpea, es decir, la **fragilidad** de un material está relacionada con la poca resistencia a la rotura por choque.

### Actividades

1. Para moldear objetos, ¿deben emplearse materiales que presenten plasticidad o elasticidad?
2. Mencionen cinco objetos para los que sea necesario usar materiales elásticos.
3. ¿Un material elástico es también plástico?
4. Ordenen los siguientes materiales según su dureza: acero, manteca, madera. Justifiquen el ordenamiento propuesto.



Las cerámicas son materiales frágiles.





Los materiales metálicos son buenos conductores del calor, por eso se emplean para elaborar utensilios para cocinar y calentar alimentos.



El telgopor es un material aislante, por eso se emplea para mantener fríos los helados.

## Más propiedades, más usos

Existen objetos diversos como papel de aluminio, hilos de cobre y cucharas de acero inoxidable. Esto es posible porque los materiales metálicos se pueden moldear, ya que si se los calienta a muy altas temperaturas tienen plasticidad.

Esta **plasticidad** se manifiesta a través de la **maleabilidad** y la **ductilidad**.

Cuando un material es muy **maleable** es muy fácil hacer con él hojas muy delgadas. Cuando un material es muy **dúctil**, si se aplica una fuerza de estiramiento pueden formarse hilos muy delgados.



**Maleabilidad:** propiedad de algunos materiales con los que se puede elaborar láminas muy delgadas.



**Ductilidad:** propiedad de algunos materiales con los que se puede elaborar alambres muy finos.

La **conductividad térmica** también es una propiedad específica de los materiales.

Se puede comprobar que los líquidos fluyen (se desparrraman), pero no todos lo hacen con la misma rapidez. Si se colocan gotas de varios líquidos sobre una placa de vidrio y se la inclina suavemente, se comprueba que algunos corren más rápidamente que otros. Esto se debe a que presentan distintas **viscosidades**\*

Los líquidos **más viscosos** ofrecen mayor resistencia al movimiento y por eso se mueven más lentamente, es decir, presentan **menor fluidez**. Los **menos viscosos**, por el contrario, fluyen con mayor velocidad.

### Glosario

**viscosidad:** medida de la resistencia que tiene un líquido para deslizarse.

### Actividades experimentales

#### La viscosidad

##### Necesitarán:

► un gotero; ► un plato; ► agua; ► aceite; ► miel:

Para comparar la viscosidad de diferentes líquidos, realicen el siguiente ensayo.

**Paso 1.** Con un gotero coloquen sobre un plato una gota de agua, una de aceite y otra de miel, inclínenlo y observen cómo se deslizan sobre él.

**Paso 2.** Usen el segundero del reloj para medir el tiempo que tardan en recorrer una misma distancia y luego armen un cuadro comparativo para registrar las observaciones.

**Paso 3.** Ordénelos según su viscosidad creciente.



## Los materiales y la conducción del calor

Ana quiere preparar dulce de leche y sabe que deberá revolver la preparación sobre el fuego por bastante tiempo. Por eso debe decidir qué tipo de cuchara le conviene usar. Les proponemos ayudarla en su elección.

### Necesitarán:

- ▶ un jarro con agua muy caliente;
- ▶ una varilla de vidrio;
- ▶ una cuchara de acero inoxidable;
- ▶ una cuchara de metal con mango de plástico;
- ▶ una cuchara de madera;
- ▶ una cuchara de plástico descartable;
- ▶ una tira de papel de aluminio;
- ▶ cable de cobre;
- ▶ una tira o barrita de telgopor.

En lo posible, traten que todos los objetos (menos el jarro) tengan longitudes semejantes.



**Paso 1.** Entrelacen los hilos de cobre que sacaron del cable, de manera que quede una trenza compacta.

**Paso 2.** Retuerzan una tira de papel de aluminio de manera que quede compacta y no se doble al apoyarla en el borde del jarro.

**Paso 3.** Dentro del recipiente con agua bien caliente, coloquen las cucharas (sin sumergir los mangos), la varilla de vidrio, la tira de telgopor y las barras fabricadas con el papel de aluminio y con los hilos de cobre.

**Paso 4.** Transcurrido 1 minuto, toquen la parte no sumergida de cada uno de los elementos. Comparen y registren las sensaciones obtenidas en cada uno de los casos.

**Paso 5.** Elaboren sus propias conclusiones.

Algunos de los mangos y ciertos extremos de los objetos no sumergidos dentro del agua se calentaron más que otros. Incluso puede que alguno de estos haya mantenido su temperatura inicial. Esto demuestra que entre los materiales ensayados, algunos son mejores conductores del calor que otros, y que algunos son aislantes térmicos. Teniendo en cuenta los resultados de este experimento, ¿cuál de los materiales le recomendarían usar a Ana? ¿Por qué?

## Actividades

1. En el interior de los cables que se usan para las conexiones eléctricas hay cobre. ¿Qué propiedades de este material justifican su aplicación?
2. ¿Por qué la salsa blanca o la polenta, que deben cocinarse largo tiempo al fuego, se revuelven con cucharas de madera y no de metal?



## Los estados de la materia

► En la página 97 podrán encontrar más información sobre otro estado de la materia: el plasma.

La materia puede presentarse en distintos estados. Los más comunes son tres: sólido, líquido y gaseoso. Cada uno posee características y propiedades que lo identifican. Algunas de esas características pueden detectarse mediante los sentidos.

### Describir lo que se percibe con los sentidos

Con el sentido de la vista es posible describir objetos mediante la observación. Así se pueden percibir algunas **propiedades macroscópicas** (observables a simple vista), tanto de los objetos como de los materiales con los que estos están hechos. Dos de estas propiedades son la forma y el volumen\*.

### Propiedades macroscópicas de los sólidos y de los líquidos

Habitualmente se observa que un objeto sólido puede ser movido de lugar o colocado dentro de un recipiente y, salvo que se rompa o se lo presione muy fuerte, su forma no se altera. Además, un objeto sólido siempre ocupa el mismo lugar en el espacio, por lo tanto, su volumen se conserva. Esto se debe a que la materia en **estado sólido** presenta **forma y volumen propios**.

En el caso de los líquidos, la situación es diferente. Se puede corroborar que al trasvasar a varios recipientes una cantidad dada de un líquido, el volumen total se conserva. Sin embargo, la forma que este adquiere en cada caso es la del recipiente que lo contiene. Más precisamente, si no lo llena, solo adquiere la forma de la parte que ocupa de este, y la superficie libre siempre es horizontal. Como conclusión, es posible afirmar que la materia en **estado líquido** se caracteriza por **conservar el volumen pero no posee forma propia**. Los líquidos adoptan la forma de la parte del recipiente que los contiene.

### Formas y volúmenes

Es conveniente que recordemos los nombres y características de algunas formas que pueden tener los cuerpos y cómo calcular su volumen a partir de sus dimensiones.

### Glosario

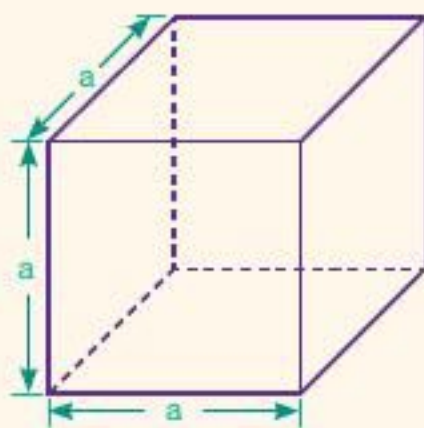
**volumen:** lugar que ocupa un cuerpo en el espacio.

#### Para recordar

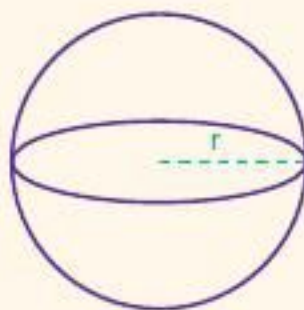
$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1.000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ L}$$

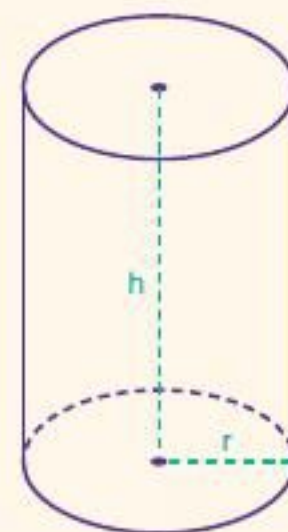
$$\pi = 3,1416$$



$$\text{Volumen de un cubo: } V = a^3$$



$$\text{Volumen de una esfera: } V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$



$$\text{Volumen de un cilindro: } V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$



## Para explorar las propiedades de los sólidos y de los líquidos

### Necesitarán:

- ▶ dos objetos pequeños de formas geométricas regulares, como una bolita de vidrio (esfera) y un cilindro macizo;
- ▶ un objeto de forma irregular, por ejemplo una llave;
- ▶ tres probetas o recipientes medidores;
- ▶ una botella;
- ▶ una regla.



### Parte A: Para explorar propiedades de los sólidos y de los líquidos

**Paso 1.** Observen los tres objetos, registren sus formas y, en los casos en que sea posible, calculen su volumen tomando las medidas necesarias.

**Paso 2.** Coloquen los tres objetos en distintos lugares, incluso dentro de recipientes, y observen si su forma varía.

**Paso 3.** Para el cuerpo cuyo volumen no pudieron determinar por medición directa de sus dimensiones, determinen el volumen por desplazamiento de líquido. Coloquen agua en el recipiente medidor. Registren el volumen de agua y luego sumerjan allí el objeto cuyo volumen quieren medir (el agua debe cubrir completamente el objeto).



Registren el nuevo volumen, que es el del agua más el del cuerpo. La diferencia entre este volumen y el original corresponde al volumen del cuerpo.

**Paso 4.** Repitan el paso 3 con uno de los dos primeros cuerpos. Comparen los valores obtenidos en los pasos 1 y 3 para ese mismo cuerpo. ¿Fueron iguales?

**Paso 5.** Elaboren conclusiones.

### Respondan:

- ¿Podrían determinar el volumen de un corcho según el paso 3? Inténtelo. ¿Qué ocurrió?
- ¿Cuál de los métodos sería el adecuado para determinar el volumen de un esfera de telgopor? ¿Por qué?
- ¿Podrían calcular el volumen de un trozo de azúcar según el paso 3? ¿Por qué?

### Para resumir:

Elaboren un texto que explicita las condiciones que deben darse para que sea más conveniente usar uno u otro método (paso 1 o paso 3) para medir el volumen de un cuerpo, y en qué casos no se puede usar alguno o ninguno de ellos.

### Parte B: Para anticipar propiedades

**Paso 1.** Pongan agua en uno de los medidores. Registren el volumen. Con cuidado, pasen el agua a una botella. ¿Dónde se ubicó el agua? ¿Qué forma adquirió? ¿Mantuvo la forma del medidor?

**Paso 2.** Vuelvan el agua al medidor, ¿cambió el volumen del agua?

**Paso 3.** Anticipen las propiedades de la materia en estado gaseoso, respecto de la forma y el volumen.



## Explorar propiedades de los gases

Para poner a prueba las anticipaciones que realizaron respecto de los gases en la actividad de la página 87, pueden realizar el siguiente ensayo.

### Necesitarán:

- ▶ dos jeringas de plástico de distinta capacidad;
- ▶ una manguera de goma flexible de más de 30 cm de largo;
- ▶ regla y calculadora.

**Paso 1.** Armen el dispositivo como se indica en la figura.

**Paso 2.** Tomen la jeringa de plástico más grande y muevan el émbolo de la otra jeringa hasta su máxima capacidad graduada. Registren este volumen. ¿Qué hay dentro de la jeringa?

**Paso 3.** Conecten la otra jeringa al otro extremo de la manguera de manera que ambas queden conectadas. Presionen el émbolo. ¿Qué observan?

Repitan la operación ahora con la otra jeringa y registren sus observaciones. Suelten la jeringa llena y presionen el émbolo. ¿A dónde fue a parar el gas? ¿Qué volumen tiene ahora?



Esquema del dispositivo armado con las jeringas.

## Propiedades macroscópicas de los gases

Al encerrar parte del aire de una habitación en una jeringa se lo limita, y entonces el gas adquiere el volumen del recipiente. Al armar el dispositivo de la actividad anterior y presionar el émbolo, el volumen registrado en la otra jeringa disminuye. Como el gas no puede "escaparse" (el dispositivo está cerrado), el aire ocupa todo el lugar que puede, llenando la manguera y luego la jeringa (lo cual explica la variación). Al desconectar la jeringa llena y presionarla, el gas puede expandirse por toda la habitación, y adquiere un nuevo volumen.

En **estado gaseoso**, la materia no presenta **forma ni volumen propios**. Al ocupar todo el lugar disponible, adquiere la forma y el volumen del recipiente que lo contiene, expandiéndose por completo dentro de él.

## Leyes para los gases

El volumen de una masa gaseosa depende de la temperatura y de la presión a la que se encuentra. Boyle, Gay Lussac y otros científicos observaron las similitudes de comportamiento de los gases, y enunciaron las leyes de los gases.

### Ley de Charles y Gay Lussac

Por observación directa, es posible examinar qué ocurre con el volumen de una masa de gas si se modifica su temperatura.

Debido a que el gas no conserva su forma, es posible hacer globología, es decir, armar figuras modelando con distintas formas globos inflados.





## Para explorar la relación entre el volumen y la temperatura, en una masa gaseosa

### Necesitarán:

- ▶ un tubo de ensayo;
- ▶ un globo pequeño para colocar en la boca del tubo (sirven los que se usan como "bombitas de agua");
- ▶ un recipiente en el que quepa el tubo cubierto hasta las tres cuartas partes de su altura;
- ▶ agua caliente para colocar dentro del recipiente hasta la altura mencionada;
- ▶ pinza de madera.



**Paso 1.** Coloquen un globo en la boca del tubo de ensayo. Anoten qué suponen que ocurrirá si sumergen el tubo en agua caliente.

**Paso 2.** Sujeten el tubo con la pinza de madera y sumérjanlo dentro del agua caliente. Registren lo ocurrido. ¿Coincidió con lo que esperaban?

**Paso 3.** Sin dejar de sujetar el tubo, quítenlo del baño de agua caliente.

**Paso 4.** Repitan los pasos 2 y 3. ¿Cambió la cantidad de gas en algún caso? ¿A qué suponen que se debe lo que observaron? Anoten las conclusiones que extrajeron del experimento y compárenlas con las de sus compañeros.

A presión constante se puede corroborar que si se incrementa la temperatura de una cierta masa de gas, su volumen aumenta.

Se comprueba que, a presión constante, hay una relación de proporcionalidad directa entre el volumen y la temperatura absoluta de una masa gaseosa. Esta afirmación es una manera de enunciar la **Ley de Charles y Gay Lussac**.

En 1787, el francés Jacques Charles realizó sus trabajos tomando como punto de partida los trabajos de otros científicos anteriores a él (por ejemplo el francés Guillaume Amontons). Charles notó que a presión constante, el volumen de un gas disminuía a medida que bajaba la temperatura.

En 1802 otro francés, Joseph Louis Gay Lussac, publicó un trabajo en el que enunció la ley. En la publicación, este investigador mencionó el trabajo de Charles y entonces la ley se conoce con el apellido de ambos científicos.

Como vimos en el capítulo 4, además de la escala de temperaturas Celsius, que es la que usamos habitualmente, existe una escala de temperaturas absolutas o escala Kelvin. La Ley de Charles y Gay Lussac tiene su expresión matemática, en la cual las temperaturas se expresan en grados Kelvin (K; que no llevan el ° a la izquierda como en los °C).



$$\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1}$$

V y T son el volumen y la temperatura absoluta **iniciales**;  
V<sub>1</sub> y T<sub>1</sub> son el volumen y la temperatura absoluta **finales**.

### Gay Lussac "se fue para arriba"...

En 1782, los franceses Joseph y Jacques Montgolfier inflaron un enorme globo con aire caliente y lograron que ascendiera. En 1804, Joseph Gay Lussac subió en un globo similar hasta 6.800 m para tomar muestras de aire a diversas alturas. ¡Todo sea por la ciencia!

La proporcionalidad entre el V y la T de una masa gaseosa a P constante solo se cumple si la T está medida en la escala absoluta o Kelvin.



$$124\text{ }^{\circ}\text{C} = (124 + 273)\text{ K} = 400\text{ K}$$

$$\frac{V}{T} = \frac{V}{T}$$

Escala en $^{\circ}\text{C}$	Escala en K
100 $^{\circ}\text{C}$	373 K
0 $^{\circ}\text{C}$	273 K
-273 $^{\circ}\text{C}$	0

### Actividades

1. Se quiere duplicar el volumen de una masa gaseosa que está a 500 K. ¿A qué temperatura expresada en  $^{\circ}\text{C}$  se la debe calentar? Consideren que la presión no cambia.

$$\frac{P}{V} = \frac{P}{V}$$

### Para recordar

Si se aumenta la presión sobre una cierta masa de gas, disminuye proporcionalmente su volumen, siempre que la temperatura no varíe.

Veamos un ejemplo para que quede bien claro.

Si cierta masa de gas, a presión constante, llena un recipiente de 20 litros de capacidad a la temperatura de 124  $^{\circ}\text{C}$ , qué volumen ocupará la misma masa de gas si, manteniendo constante la presión, se eleva la temperatura hasta 600 K?

#### Datos

**Antes** de calentar: 20 litros (volumen **inicial**) y 124  $^{\circ}\text{C}$  = 400 K (temperatura **inicial**).

**Después** de calentar:  $V_1$  litros (volumen **final**, desconocido) y 600 K (temperatura **final**).

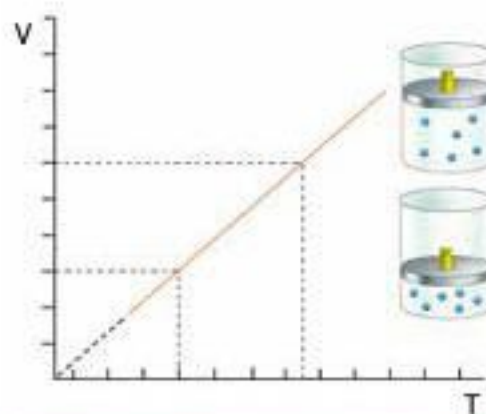
Si se usa la fórmula:  $\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1}$  y se reemplaza con los datos, queda:

$$\frac{20\text{ l}}{400\text{ K}} = \frac{V_1}{600\text{ K}} \quad (V_1 \text{ es volumen desconocido})$$

Despejando la incógnita y realizando los cálculos, resulta:

$$V_1 = \frac{600\text{ K} \cdot 20\text{ l}}{400\text{ K}} \quad V_1 = 30\text{ litros}$$

#### Representación gráfica de la Ley de Charles y Gay Lussac



### Ley de Boyle y Mariotte

Esta ley fue el resultado de estudiar el comportamiento de una masa gaseosa cuando, a temperatura constante, varía la presión que se ejerce sobre esta.

A partir de resultados experimentales se concluyó que si se aumenta la presión sobre una masa gaseosa, el volumen disminuye. Es posible comprobar experimentalmente que entre la presión y el volumen de una masa gaseosa a temperatura constante, existe una proporcionalidad inversa. Esta ley fue enunciada en la segunda mitad del siglo XVII.

La expresión matemática de la Ley de Boyle y Mariotte es la siguiente:

$$P \cdot V = P_1 \cdot V_1$$

$P$  y  $V$  son la presión y el volumen **iniciales**;

$P_1$  y  $V_1$  son la presión y el volumen **finales**.



## Para explorar la relación entre la presión y el volumen en una masa gaseosa

### Necesitarán:

- ▶ una jeringa grande;
- ▶ masilla plástica;
- ▶ objetos pequeños de pesos diferentes (piedritas, monedas o pesas pequeñas).



**Paso 1.** Muevan el émbolo de la jeringa para que ingrese en ella cierta cantidad de aire. Registren este volumen.

**Paso 2.** Sellen la punta de la jeringa con masilla, de modo que no pueda entrar ni salir aire.

**Paso 3.** Coloquen el objeto más pequeño sobre el émbolo y registren nuevamente el volumen de aire. Repitan la operación con todos los objetos (de menor a mayor peso) y registren los volúmenes de aire dentro de la jeringa.

Cuando colocan los objetos sobre el émbolo (también llamado pistón), están aumentando la presión sobre el aire contenido en la jeringa. ¿Qué ocurre con los volúmenes a medida que incrementan la presión sobre el émbolo? ¿Cambió la masa de aire?

Con relación a este experimento, podrán ver un interesante video en <https://www.youtube.com/watch?v=QUoBA3Hzms0>

## ¡Otra ley "con doble apellido"! ¿Por qué será?

El físico alemán Otto von Guericke inventó en 1654 una bomba de aire (se podría decir que fue una antecesora de las actuales bombas de vacío). Años después, fascinado con ese invento e intentando mejorarlo, el químico irlandés Robert Boyle realizó varios experimentos. Uno de ellos lo llevó al descubrimiento de la proporcionalidad inversa entre la presión y el volumen de una cierta masa de gas.

¿Y por qué la ley también lleva otro apellido? Sucede que fue el físico francés Edme Mariotte quien especificó que la temperatura debe permanecer constante para que se cumpla la ley. ¡Pavada de detalle!



Robert Boyle.

### Actividades

1. Lean el siguiente problema.

En un recipiente se colocan 20 litros de aire a una presión de 1 atmósfera (1 atm). Si se aumenta la presión del gas (sin que cambie la temperatura) hasta alcanzar un valor de 2 atmósferas, ¿cuál será el volumen final de la masa de aire?

Pueden resolver este problema reemplazando los datos en la expresión matemática de la Ley de Boyle

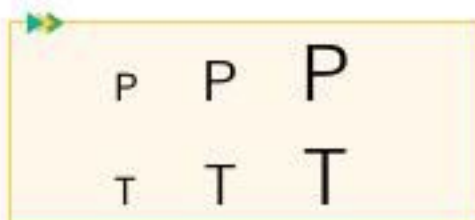
y Mariotte, despejando la incógnita, o pueden hacerlo mentalmente, considerando la proporcionalidad inversa entre el volumen y la presión.

2. Expliquen por qué...

- a. es necesario atar el extremo de un globo para mantenerlo inflado;
- b. las ollas a presión tienen una válvula de seguridad.



## Los aerosoles y la Segunda Ley de Gay-Lussac



Los envases de aerosol suelen contener leyendas de este estilo “No arrojar al incinerador o al fuego”. ¿Por qué? Si se calienta el envase, aumenta la temperatura del gas que contiene. Si aumenta la temperatura, aumenta la presión del gas, y si la presión aumenta mucho, el envase... ¡estalla!

Entre la temperatura y la presión de una masa gaseosa también existe una relación. Gay Lussac demostró experimentalmente que la presión de una masa gaseosa a volumen constante es directamente proporcional a su temperatura absoluta. Esta relación es conocida como **Segunda Ley de Gay Lussac**.

La expresión matemática que vincula la presión y la temperatura absoluta de una masa gaseosa a volumen constante es:

$$\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1}$$

## El gas ideal y la ecuación de estado

Las tres leyes son válidas cuando los gases están a bajas presiones y altas temperaturas.

En caso de que existan cambios simultáneos de la presión, la temperatura y el volumen de una masa gaseosa, las expresiones matemáticas, en forma individual, no son útiles para realizar los cálculos necesarios para conocer los nuevos valores de presión, temperatura y/o volumen luego del cambio. En ese caso se cumple una relación que se expresa mediante la llamada **ecuación de estado del gas ideal**:

$$\frac{P \cdot V}{T} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

P, V y T son la presión, el volumen y la temperatura absolutas iniciales;  
P<sub>1</sub>, V<sub>1</sub> y T<sub>1</sub> son la presión, el volumen y la temperatura absolutas finales.

Se denomina **gas ideal** a aquel que cumple con las tres leyes mencionadas, cualquiera sea la temperatura y la presión a la que se encuentre. ¿Existe el gas ideal? No, es un modelo.

## ¿Aire líquido?

Es posible licuar el aire, es decir, hacerlo pasar por un proceso para que este quede en estado líquido.

El aire líquido, que presenta una leve tonalidad celeste, fue obtenido por primera vez a fines del siglo XIX. Para licuar una masa de aire es necesario comprimirla hasta reducir su volumen a menos del 1% de su volumen original, y bajar su temperatura hasta llegar a valores cercanos a -200 °C (lo que equivale a 73,15 K).

Una curiosidad es que si se introducen en aire líquido, materiales como el cartón o la goma, estos se vuelven quebradizos. Por ejemplo, si una pelota de goma, luego de haber sido introducida en aire líquido, golpea contra el piso o una pared, se rompe como si fuera de vidrio.



## Modelo cinético-corpúscular

Sólidos, líquidos y gases difieren en sus características.

Para comprender y explicar las características de los estados de agregación de la materia se emplea el llamado **modelo cinético-corpúscular**. Este es un modelo científico que asume la **discontinuidad de la materia**. Es decir, considera que la materia está formada por partículas muy pequeñas en constante movimiento.

Tan pequeñas que a simple vista no se detectan. ¡Claro!, a veces no alcanza con un "vistazo"...

La materia es discontinua. La conforman partículas diminutas y entre ellas hay **vacío** (no hay otras partículas). Las partículas interactúan de diversas maneras. Justamente de esas interacciones dependen las características de cada estado de agregación.

### Modelizar lo invisible

Para modelizar lo que no se puede ver a simple vista se puede armar representaciones sencillas y, a la vez, coherentes con los modelos científicos. Son los llamados **modelos escolares**.

El término **cinético** se relaciona con el movimiento.

**Corpúsculo** es una partícula pequeña.

### ¡Qué horror!

El gran filósofo griego Aristóteles (384-322 a.C.) no aceptaba la existencia de espacios vacíos en la materia. Eso se conoce como *horror vacui* (horror al vacío). Esta idea tuvo vigencia hasta mediados del siglo XVII.

## Actividades experimentales

### Modelos para sólidos y líquidos

#### Primera parte

##### Necesitarán:

- ▶ pequeñas esferas de telgopor;
- ▶ escarbadientes;
- ▶ una bandeja.

**Paso 1.** Sobre la bandeja, armen con las esferas y los escarbadientes una figura (un triángulo, la forma de alguna letra, etcétera). Una vez armada la figura, inclinen suavemente la bandeja hacia los costados. ¿Qué ocurre con la figura al inclinar la bandeja?

**Paso 2.** Quiten los escarbadientes y vuelvan a armar la figura. Sacudan suavemente la bandeja ¡sin que caigan las esferas! Registren los cambios observados.

¿Qué sucede con la figura inicial? ¿En qué caso estaríamos simulando un sólido? ¿Por qué? ¿El otro modelo podría corresponder a un líquido? ¿Por qué?

#### Segunda parte

##### Necesitarán:

- ▶ dos vasos transparentes (cada uno, con agua que ocupe aproximadamente la mitad de su capacidad);
- ▶ un cristalito de permanganato de potasio (o una pizca de algún colorante sólido para alimentos);
- ▶ un frasco gotero con un líquido coloreado (por ejemplo vinagre de vino, tinta o colorante líquido);
- ▶ una cucharita o espátula.

**Paso 1.** En uno de los vasos con agua, coloquen el cristalito con la cucharita o espátula.

En el otro vaso con agua coloquen la gota de líquido coloreado.

**Paso 2.** Registren lo que ocurrió dentro de cada vaso. ¿Qué pueden decir respecto del movimiento de las partículas en un sólido y en un líquido?



Los modelos científicos son representaciones construidas por los científicos para explicar y predecir fenómenos naturales.

En el modelo escolar presentado en la actividad anterior, las esferas de telgopor representan las partículas. En ese modelo es posible observar lo siguiente:

- ▶ para formar una figura definida con las esferas es necesario sujetarlas entre sí con los palillos a distancias pequeñas. Al mover la bandeja, el cuerpo se desplaza conservando su forma y volumen (como el estado sólido);

- ▶ si se quitan los palillos, las esferas adquieren mayor libertad de movimiento. Al inclinar la bandeja, estas se mueven en la misma dirección y ocupan solo una parte del recipiente, perdiéndose el formato de la figura original (como el estado líquido).

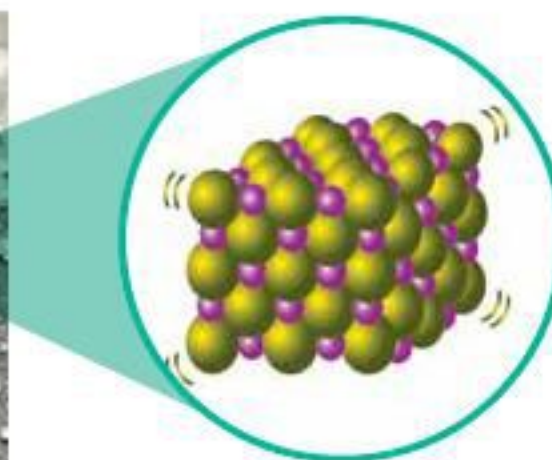
Si se aplica esta experiencia al modelo cinético-corpúscular de la materia, se puede explicar las características del estado sólido y del estado líquido.

Entre **las partículas de un sólido** existen **fuerzas de atracción intensas**. Por lo tanto, no pueden trasladarse sino que únicamente realizan **movimientos vibratorios** alrededor de un punto fijo. Además, las **distancias** entre dichas partículas son **muy pequeñas**.

Las partículas de los sólidos se distribuyen ordenadamente adoptando formas tridimensionales similares a las de los cuerpos geométricos, que son las llamadas **estructuras cristalinas**.



Cristales de sal de mesa (cloruro de sodio).



Esquema del ordenamiento cúbico de las partículas de la sal de mesa.

### Actividades

1. Teniendo en cuenta el modelo cinético-corpúscular de la materia, expliquen:
  - a. por qué hay sólidos de diferentes durezas;
  - b. por qué hay líquidos de diferentes viscosidades.

Si se agrega una pizca de un colorante para alimentos o una gota de un líquido coloreado al agua contenida en un vaso se observa que se tiñe, sin necesidad de agitar. Con el líquido coloreado lo hace más rápidamente que con el sólido. Esto nos permite suponer que, aunque no podamos apreciarlo a simple vista, las partículas se mueven y que, además, las partículas del líquido tienen mayor libertad de movimiento que las del sólido.

En el modelo cinético-corpúscular, la explicación científica de lo anterior es que entre las **partículas de los líquidos** la **atracción es menor** que entre las partículas de los sólidos y, por lo tanto, estas se mueven más libremente. Esto explica por qué los líquidos no conservan su forma y pueden adaptarse a la forma del recipiente que los contenga.

Las partículas de los líquidos no solo vibran sino que se **trasladan** unas sobre otras. Esto hace posible que los líquidos **se derramen**. De esta forma se ubican adoptando la forma de la parte del recipiente en el que se encuentran o se esparcen por las superficies, formando una gran gota.



La traslación permite que las partículas choquen contra las paredes del recipiente que contiene el líquido. Esto genera una leve presión.

La **atracción** debida a las fuerzas de cohesión hace que las distancias promedio entre las partículas de un líquido se mantengan, por eso se conserva el volumen total del líquido.

Además, provoca que las partículas de la superficie de los líquidos, que solo son atraídas por las del interior, formen una especie de membrana que da origen a la llamada **tensión superficial**.



La presión arterial se debe a la fuerza que ejercen las partículas de la sangre sobre las paredes de los vasos sanguíneos.



Los insectos se "sostienen" apoyados sobre sus patas por la tensión superficial del agua.

## Sorprendente ►

### ¿Qué son los "tensioactivos"?

Además de agua, para limpiar se emplean jabones y detergentes. Estos contienen sustancias conocidas como agentes tensioactivos, **que disminuyen** la tensión superficial del agua y así esta se introduce más fácilmente en los tejidos y arrastra mejor la suciedad.

## Actividades experimentales

### Modelo para gases

Como en los modelos del sólido y del líquido, en el modelo escolar para representar un gas, las esferas cumplen el rol de partículas.

#### Necesitarán:

- dos botellas de plástico (vacías) de distintas capacidades;
- diez esferas muy pequeñas de telgopor (sirve desmenuzar una plancha de telgopor para obtener pedacitos más pequeños en caso de que no puedan conseguir las esferas);
- un inflador de bicicleta o un secador de pelo;
- una jeringa.

#### Primera parte

**Paso 1.** Coloquen las esferitas dentro de una de las botellas y apoyen el pico del inflador (o la salida de aire del secador de pelo) sobre la boca de la botella.

**Paso 2.** Accionen el inflador o enciendan el secador de pelo (en este caso deben ser supervisados por un adulto).

**Paso 3.** Observen el movimiento de las esferas y luego desconecten el secador o aparten el inflador.

#### Segunda parte

**Paso 1.** Trasladen las esferas a la otra botella y repitan los pasos de la primera parte.

**Paso 2.** Vuelquen las esferas sobre una mesa y observen cómo se ubican.

#### Tercera parte

**Paso 1.** Encierran aire en una jeringa de plástico, tapen el extremo con un dedo y presionen el émbolo. Luego dejen de presionarlo y observen lo que ocurre.

**Paso 2.** Registren todos los resultados.

**Paso 3.** Elaboren un modelo escolar para el estado gaseoso.



## Sorprendente ►

### ¡Qué caótico!

La palabra gas fue utilizada por primera vez a mediados del siglo XVII por el químico belga Jan Baptista van Helmont. Proviene del latín *chaos*, "caos", término que los antiguos alquimistas usaban para designar a los fluidos gaseosos.

Según el modelo cinético-corpúscular, en un gas las partículas se mueven desordenadamente; chocan entre sí y contra las paredes del recipiente que las contiene. Se las puede colocar dentro de recipientes de distintos volúmenes. Al salir del recipiente, algunas se alejan de este más que otras, y todas lo hacen de manera desordenada.

La explicación científica del comportamiento de los gases según el modelo cinético-corpúscular es la siguiente.

Los **gases** están formados por partículas llamadas **moléculas**. En el **estado gaseoso**, las partículas se mueven con mayor libertad que en el estado sólido y que en el estado líquido. **La atracción** entre ellas es **prácticamente nula**. Por eso, las moléculas vibran, rotan, se trasladan y chocan entre sí a gran velocidad. Esto permite **que se separen lo más que puedan** unas de otras y ocupen todo el lugar disponible. Esta característica se denomina **expansibilidad**. El volumen de una determinada cantidad de gas es el espacio por donde se mueven las partículas que lo componen.

El movimiento desordenado de las partículas del gas provoca choques entre ellas y contra las paredes internas del recipiente, lo que genera **presión**. Este movimiento también explica por qué varios gases pueden mezclarse entre sí con solo ponerse en contacto, fenómeno denominado **difusión**.

La difusión permite detectar el olor de los materiales. Las partículas de las fragancias se mezclan con el aire y moviéndose a grandes velocidades, llegan hasta nuestra nariz.

Con la ayuda de una fuerza externa, es posible **comprimir** un gas, es decir, disminuir su volumen. Al presionar sobre el gas, se logra acercar las partículas y disminuir los espacios entre ellas, llamados **espacios intermoleculares**.



### Actividades

1. Teniendo en cuenta el modelo cinético-corpúscular, expliquen por qué los globos explotan si se intenta inflarlos con demasiado aire. ¿Qué ocurre si una vez inflados se los calienta? ¿Por qué?



Lo mencionado en el párrafo anterior es la explicación, mediante el modelo cinético-corpúscular, de la Ley de Boyle y Mariotte: si a temperatura constante aumenta la presión de una masa gaseosa, su volumen disminuye.

Con este mismo modelo es posible explicar la Ley de Charles y Gay Lusac: existe una relación entre el volumen y la temperatura de una masa gaseosa a presión constante.

Si se incrementa la temperatura de una cierta masa de gas, aumenta su volumen, siempre y cuando la presión no varíe. ¿Qué explicación tiene esto en el nivel submicroscópico, aquel que no llegamos a observar ni siquiera usando un microscopio?

Si se somete el gas a una fuente de calor (por ejemplo la llama de un mechero o una hornalla), las partículas absorben energía que se transforma en energía cinética, relacionada con el movimiento. Entonces, al calentar el gas, aumenta la energía cinética de las partículas y, por lo tanto, se incrementa su velocidad y se separan cada vez más. Por eso, el volumen total del gas aumenta.

Mediante la teoría cinético-corpúscular también se puede explicar por qué si aumenta la temperatura de una masa gaseosa también aumenta su presión, si se mantiene constante el volumen.

Las partículas absorben energía que se transforma en energía cinética y aumentan la temperatura del gas, el movimiento de las partículas y su velocidad. Como el volumen no puede variar, se incrementa el número de choques entre las partículas, y entre estas y las paredes del recipiente que contiene al gas. Por lo tanto, aumenta la presión.

Las expresiones matemáticas de la leyes de los gases se explican si se tienen en cuenta dos suposiciones: una es que el volumen de las moléculas es tan pequeño que puede despreciarse en relación con el volumen total (que incluye el vacío que hay entre las partículas). Otra suposición es que no existen interacciones entre las moléculas. En este caso, para realizar cálculos se utiliza la ecuación de estado del **gas ideal**.

Cuando se tiene en cuenta el volumen de las moléculas y sus interacciones, se usan otras expresiones matemáticas más complejas para vincular el volumen, la temperatura y la presión que corresponden a **gases reales**.

$$P \cdot V = P_1 \cdot V_1$$

$$\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1}$$

$T$  = temperatura medida en Kelvin

$$\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1}$$

$$\frac{P \cdot V}{T} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

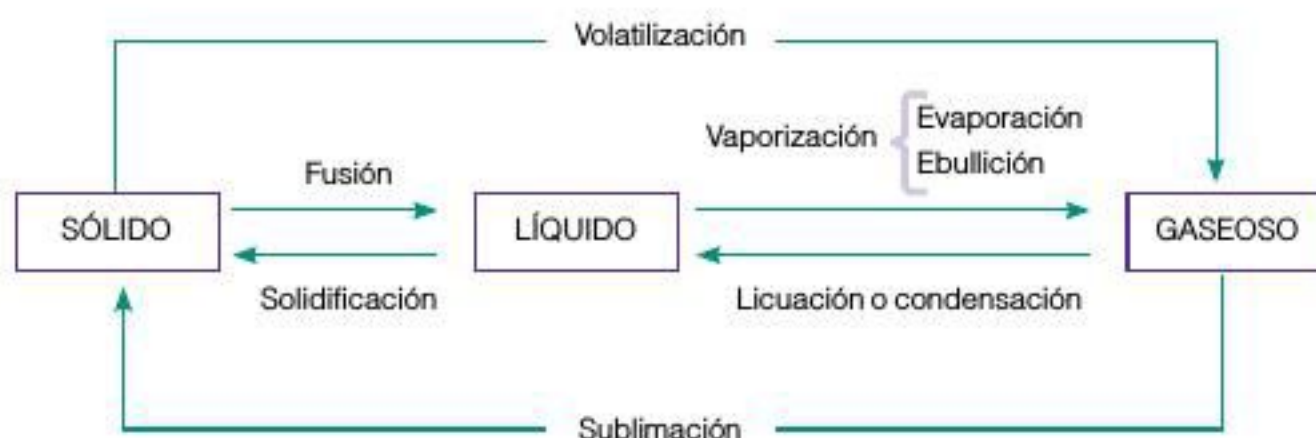
Existe un cuarto estado de la materia, llamado **plasma**. Este estado de plasma se refiere a un gas ionizado; esto quiere decir que incluye partículas neutras y partículas cargadas eléctricamente. Se puede encontrar este estado en el Sol y en la ionósfera, que es la zona de la atmósfera que se encuentra a 70-80 km de la superficie terrestre. Los tubos fluorescentes contienen plasma en su interior (vapor de mercurio ionizado), también las luces de neón y los televisores más modernos.





## Cambios de estado

La materia puede cambiar de estado de agregación. Cada pasaje de un estado a otro tiene un nombre.



### ¡Qué fenómeno!

El Obelisco de la Ciudad de Buenos Aires en la niebla. La niebla es un fenómeno que se produce cuando hay mucha humedad y, sobre el aire tibio, sopla una corriente fría que provoca la condensación del vapor de agua en pequeñas gotitas. Esas gotas forman una nube al ras del suelo.

### ¿Evaporación o ebullición?

La **vaporización** puede producirse mediante la **evaporación** y la **ebullición**. Estos procesos son diferentes.

La evaporación es un proceso espontáneo que se produce **a cualquier temperatura** y afecta a las partículas que se encuentran **en la superficie del líquido**.

Ocurre, por ejemplo, cuando se deja destapado un frasco de perfume y cuando se seca el piso del patio luego de una lluvia. Cuando un líquido se evapora con mucha facilidad a temperatura ambiente se dice que es volátil.

La **ebullición**, en cambio, requiere que el líquido alcance una determinada **temperatura**. Se evidencia al observarse burbujas por todo el líquido, lo que demuestra que se produce en **cualquier zona**.

Ocurre, por ejemplo, cuando se hierve agua para hacer té o para cocinar fideos.

### ¿Gas o vapor?

En estado gaseoso se puede tener un **gas**, como el oxígeno, o un **vapor**, (como el vapor de agua).

Se habla de **gas** cuando nos referimos a una sustancia que a presión normal (1 atm) y temperatura ambiente se encuentra en estado gaseoso. Algunos ejemplos son el gas de la cocina (que contiene más del 90% de metano) y el gas contenido en las gaseosas (dióxido de carbono).

El **vapor**, por su parte, es la forma gaseosa de una sustancia que a temperatura ambiente es sólida o líquida. En general, un vapor está en contacto con su forma líquida o sólida. Son ejemplos el vapor de un perfume o el de un quitaesmalte.



La ropa se seca porque el agua se evapora.



Observamos burbujas porque el agua hierve, es decir, está en ebullición.



## Para comparar velocidades de evaporación

### Necesitarán:

- ▶ alcohol;
- ▶ agua;
- ▶ aceite;
- ▶ tres goteros;
- ▶ un plato;
- ▶ un reloj con segundero

**Paso 1.** Coloquen una gota de alcohol, una de agua y una de aceite sobre un plato.

**Paso 2.** Con un reloj que tenga segundero, midan el tiempo que tarda cada una para evaporarse total o casi totalmente.

**Paso 3.** Armen un cuadro comparativo y ordenen los líquidos del más volátil al menos volátil. Justifiquen ese orden con el modelo cinético-corpúscular.

Líquido	Tiempo de evaporación
Agua	
Alcohol	
Aceite	

## ¿Licuación o condensación?

### El aire como materia prima

El aire es una mezcla gaseosa que contiene vapor de agua, en proporción no constante. El **aire seco** contiene alrededor de 21% de oxígeno; 78% de nitrógeno; 0,03% de dióxido de carbono; 0,94% de argón y 0,03% de otros gases como neón, helio, xenón, metano, ozono, entre otros.

Para separar, extraer y almacenar estos componentes, primero es necesario enfriar el aire para condensar el vapor de agua y separar el agua líquida. El aire seco obtenido se comprime hasta que su volumen se reduce a menos del 1% del inicial. Luego se lo enfría a temperaturas muy bajas, cercanas a  $-190^{\circ}\text{C}$ . Así se consiguen licuar los gases que conforman el aire seco. Luego, por destilación del aire líquido, se obtienen y se envasan por separado sus componentes.

### El hielo no siempre moja

Conociendo los cambios de estado de agregación de la materia se pueden explicar algunas curiosidades: ¿por qué el hielo moja a temperatura ambiente pero el "hielo seco" no?

El **hielo** se obtiene por **solidificación** de agua líquida. Al exponerlo a la temperatura ambiente, se produce el cambio de estado inverso, o sea la  **fusión**.

Pero el **hielo seco** no es agua, es dióxido de carbono en estado sólido. Se obtiene por **sublimación** de dióxido de carbono gaseoso al comprimirlo a muy bajas temperaturas. Exponiendo el sólido obtenido a la temperatura ambiente, **volatiliza**, es decir, pasa directamente al estado gaseoso. Por eso no deja residuo líquido.

Cuando se deja un trozo de hielo seco al aire, se observa la formación de una densa nube blanca. ¿Qué ocurre? El hielo seco se volatiliza, escapa al aire (en estado gaseoso) y lo enfría, lo que produce la condensación de parte del vapor de agua existente en el aire. Entonces aparecen pequeñas gotitas de agua dispersas en el aire, provocando la formación de la niebla o neblina, que es lo que vemos.

Para licuar un gas, es necesario comprimirlo y enfriarlo. Para condensar un vapor, basta con reducir su temperatura.



Hielo seco.



### Evidencias de volatilización

#### Para tener en cuenta

En este y otros casos en los que se realizan ensayos y experimentos trabajen con cuidado, aun cuando los ensayos sean sencillos y no se usen sustancias corrosivas ni fuentes de calor.

#### Necesitarán:

- ▶ un globo pequeño;
- ▶ hilo;
- ▶ embudo;
- ▶ hielo seco;
- ▶ pinza (o guantes descartables) para sujetar el hielo.



**Paso 1.** Coloquen el embudo en la boca del globo e introduzcan pedacitos de hielo seco. No olviden usar la pinza o los guantes (el hielo seco puede quemarles las manos si lo agarran sin protección).

**Paso 2.** Cierren el globo y átenlo con el hilo.

¿Qué ocurre con el tamaño del globo? Si lo sueltan, ¿hacia dónde se dirige? ¿Cómo explican lo que observaron?

## Actividades experimentales y normas de seguridad

Cuando se trabaja experimentalmente es necesario tener en cuenta algunas normas o pautas de seguridad. No se trata de trabajar con temor, sino de modo responsable.

Ciertas recomendaciones más generales tienen que ver con el lugar (si está limpio, ordenado, etcétera). Otras recomendaciones se relacionan con actividades específicas (por ejemplo, cómo sujetar un trozo de hielo seco).

#### Primero, lo primero...

- ▶ Nunca entren en el laboratorio escolar sin la supervisión de un adulto capacitado para trabajar con el instrumental que allí se encuentra.
- ▶ Antes de comenzar a trabajar, localicen las salidas principales y, si los hay, las duchas de seguridad y lavajojos.
- ▶ Hay muchos lugares lindos y adecuados para jugar. ¡El laboratorio NO es uno de esos lugares! Es indispensable trabajar ordenadamente y desplazarse sin correr.



### ¿Está "todo bien"?

- ▶ El piso del laboratorio debe estar seco (para evitar un resbalón).
- ▶ Las mesas también deben estar secas y libres de residuos sólidos o líquidos. Si se produce alguna salpicadura o derrame, se debe limpiar y secar inmediatamente.
- ▶ No se deben dejar sobre las mesadas prendas, cuadernos o carpetas. Es importante que el lugar de trabajo esté despejado.
- ▶ Conviene usar un guardapolvo para protegerse el cuerpo y la ropa de posibles salpicaduras.
- ▶ El cabello largo debe estar bien atado para evitar que se enrosque en algún aparato o se chamusque al fuego.
- ▶ No se debe comer ni beber en el laboratorio, porque los alimentos pueden contaminarse con la manipulación de instrumental.
- ▶ Las manos deben lavarse luego de cada experimento y antes de salir del laboratorio.

### A veces tiene sentido... no usar los sentidos

- ▶ Para evitar que se caigan al tomarlos, los frascos no se deben colocar en lugares altos o de difícil acceso. Además, deben llevar rótulos o etiquetas que indiquen lo que contienen. Si se desconoce el contenido de algún frasco, este no debe manipularse ni abrirse.
- ▶ Los líquidos o sólidos no se huelen colocando la nariz directamente en la boca del frasco porque pueden desprender vapores irritantes. Se debe colocar la mano por encima del frasco abierto y agitarla (como si espantaran moscas) para permitir que el olor llegue a la nariz de a poco.
- ▶ Tampoco se debe probar su sabor porque el material puede ser tóxico.
- ▶ El material con el que se está trabajando puede ser corrosivo o provocar quemaduras. Por este motivo, no se lo debe tocar con las manos salvo que el docente o auxiliar dé previamente esa indicación.



### Actividades

1. Observen atentamente la imagen e identifiquen las situaciones de riesgo.





## La materia y la energía interaccionan

El **punto de ebullición** es la temperatura de ebullición cuando la presión exterior es normal (1 atm).

El **punto de fusión** es la temperatura de fusión medida a presión normal (1 atm).

Para fundir una sustancia (que pase del estado sólido al líquido), se debe calentar. El cambio de estado comienza cuando esta alcanza su **temperatura de fusión**. Si se sigue calentando el líquido obtenido luego de que el sólido haya fundido por completo, se puede alcanzar la **temperatura de ebullición** de la sustancia. En ese caso, el pasaje hacia el estado gaseoso comienza en cualquier zona del líquido.

La temperatura de ebullición de una sustancia depende de la presión exterior (al igual que el de la temperatura de fusión, aunque esta lo hace en menor medida). Si se hace hervir un líquido en un recipiente abierto, la presión exterior es la presión atmosférica. El valor de 1 atmósfera (que equivale a 1.013 hectopascuales) se conoce como **presión normal**.

A presión normal, cada sustancia tiene una temperatura de ebullición característica. Por ejemplo, el agua hierve a 100 °C y el mercurio, a 357 °C.

La **fusión** y la **ebullición** son ejemplos de procesos que requieren que la sustancia que los atraviesa se caliente. Estos procesos

se denominan **endotérmicos**.

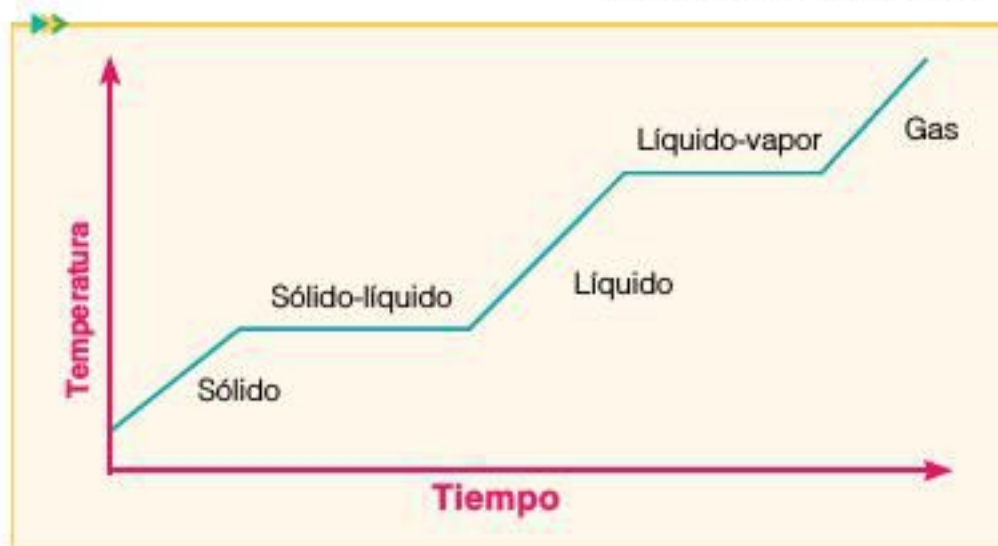
Al calentar una sustancia se transfiere energía desde el exterior hacia el interior de esta, por ejemplo, desde una hornalla encendida hacia el agua colocada dentro de un recipiente que está apoyado sobre la primera.

Por el contrario, otros cambios de estado requieren que la sustancia se enfríe. Por ejemplo, es necesario enfriar un líquido para solidificarlo, y enfriar un vapor para condensarlo. Estos procesos son llamados **exotérmicos**.

En estos casos, la transferencia de calor se da desde la sustancia (que está a mayor temperatura), hacia el exterior (que está a menor temperatura o, como se dice habitualmente, "más frío").

Las soluciones (mezclas de sustancias) no funden ni hierven a temperatura constante. En el gráfico, el segmento sólido-líquido y el líquido-vapor no serían horizontales.

Por otra parte, una solución comienza a hervir a una temperatura mayor que la de ebullición del solvente, fenómeno denominado **ascenso ebulloscópico**. Además, una solución comienza a solidificar a una temperatura menor que la de solidificación del solvente, lo que se conoce como **descenso crioscópico**.



El **calor** es energía en tránsito, que pasa de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura.

La olla de presión casera surgió del "digestor de vapor" patentado en Inglaterra por el físico francés Denis Papin, en 1679. Este tipo de olla tiene una tapa hermética. A medida que se calienta el agua, se acumula el vapor en el interior del recipiente. Esto genera un aumento en la presión, lo que provoca que se eleve también el punto de ebullición del agua. Por lo tanto, el agua hierve a mayor temperatura (122 °C) y se reduce el tiempo de cocción de la comida.





## Modelizar lo invisible

Para explicar los cambios de estado se puede analizar lo que ocurre con las partículas durante un cambio de estado de agregación, usando el modelo cinético-corpúscular.

Para comenzar, es importante destacar que **la temperatura de un cuerpo está relacionada con la velocidad media de las partículas que lo forman**. Por lo tanto, si se incrementa la temperatura, las partículas se mueven a mayor velocidad.

Entonces, ¿cómo explicar, por ejemplo, la fusión? Si se calienta un sólido, aumenta su temperatura y las partículas se mueven cada vez más rápido. De ese modo, alcanzan la energía suficiente para disminuir la intensidad de las atracciones que las hacen vibrar alrededor de posiciones fijas. Así, adquieren mayor libertad de movimiento y, además de vibrar, pueden trasladarse. De esta forma, la materia adquiere las características propias del estado líquido, es decir, la sustancia se funde.

Para otros cambios de estado que, tal como la fusión, incluyen procesos endotérmicos, la explicación es similar a la anterior. Cada incremento de la temperatura de una sustancia provoca un movimiento cada vez más desordenado de las partículas que la constituyen.

Para que se produzca el pasaje del estado líquido al gaseoso, es necesario entregar energía (generalmente en forma de calor) a la sustancia para “vencer” las fuerzas de atracción entre sus partículas. Es decir, se debe entregar una cantidad de energía suficiente para que las partículas del líquido se separen, con lo que disminuye entonces la intensidad de las fuerzas de atracción entre ellas. Cuanto más intensas sean las interacciones que hay entre las partículas, mayor será la cantidad de energía necesaria para separarlas y, por lo tanto, mayor será la temperatura a la que ocurre el cambio de estado en todo el líquido.

Como consecuencia, se puede afirmar que el estado de agregación de una sustancia a una temperatura dada depende de la intensidad de las fuerzas que hay entre las partículas que la forman. La intensidad de las fuerzas de atracción entre las partículas depende del tipo de partículas que forman a la sustancia.

### Actividades

1. El ácido nítrico es una sustancia que funde a  $-41,6^{\circ}\text{C}$  y hierve a  $121^{\circ}\text{C}$ . El ácido benzoico funde a  $122^{\circ}\text{C}$  y su punto de ebullición es de  $249^{\circ}\text{C}$ .

a. ¿En cuál de estas sustancias, la intensidad de las fuerzas de atracción entre sus partículas es mayor? ¿Cómo lo supieron?

b. ¿En qué estado de agregación se encuentra cada una de ellas a temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C}$ )?

2. El alcohol es un líquido muy volátil, que pasa fácil y rápidamente al estado gaseoso. En las mismas condiciones, la glicerina tarda más en evaporarse.

¿Qué conclusión pueden sacar respecto de las fuerzas de atracción entre las partículas que forman cada una de estas sustancias?

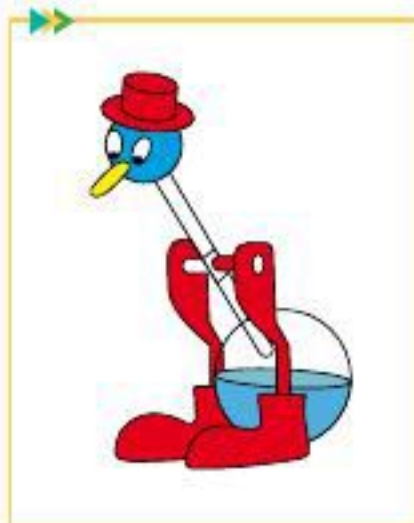
3. Respondan:

a. ¿Por qué en un ambiente calefaccionado los vidrios de las ventanas que dan al exterior se empañan?

b. ¿Qué tipo de proceso se produce? ¿Por qué?

c. Expliquen el proceso utilizando el modelo cinético corpúscular.





En el juguete de origen chino llamado *pájaro bebedor*, se aprovechan los cambios de estado para generar movimiento. En el juguete se coloca cloruro de metileno (u otro líquido volátil). Al poner en contacto el pico del pájaro con agua fría, el vapor de cloruro de metileno condensa

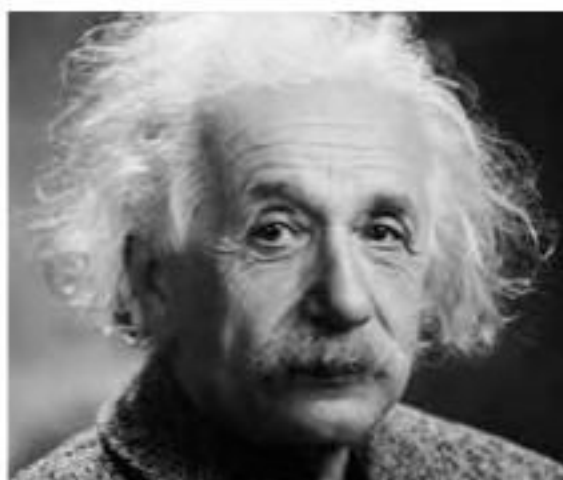
y desciende por el cuello del animal, que se eleva. Luego, evapora otra porción de cloruro de metileno y el juguete se inclina otra vez hacia abajo. Al repetirse los movimientos hacia arriba y hacia abajo, parece que el animalito bebiera agua del recipiente.



Dentro de los granos de maíz que se emplean para hacer pochoclo, hay agua. Al colocarlos en una sartén u olla y freírlos, aumenta la temperatura y el vapor de agua ejerce presión contra las paredes de los granos provocando que estos "exploten". Si

se pesan los granos de maíz antes de freírlos y luego se pesa el pochoclo, en el segundo caso se obtiene un valor menor. La diferencia se debe a que el agua obtenida como vapor pasa al entorno y no se puede volver a recuperar.

## Otro estado de la materia



Albert Einstein

A mediados del siglo pasado, se predijo la existencia de un quinto estado de la materia que existiría a temperaturas cercanas al 0 K (cero absoluto); este nuevo estado se llamó **condensado de Bose-Einstein**. La predicción sugería que cuando la temperatura es tan extraordinariamente baja, el movimiento de los átomos debía ser casi nulo.

Los primeros científicos que propusieron la existencia de este quinto estado de la materia fueron Satyendra Bose (1894-1974) y el famoso Albert Einstein.

Hasta la década de 1990, además del sólido, el líquido, el gaseoso y el plasma no se había observado una forma distinta en que la materia pudiera "agregarse". Recién en el año 1995, los investigadores Eric Cornell, Wolfgang Ketterle y Carl Wieman lograron crear un nuevo estado de agregación, descubrimiento por el cual fueron galardonados con el Premio Nobel de Física en 2001. El hallazgo fue denominado "condensado de Bose-Einstein (BEC)", en honor a los primeros científicos que lo sugirieron. Este estado únicamente se logra a temperaturas muy bajas (tal vez las más bajas que hasta ahora se hayan conseguido), cerca del cero absoluto (0 K que es equivalente a  $-273^{\circ}\text{C}$ ).



Satyendra Nath Bose

### Para conocer más

**Rangel Nafaile, C. E.**, "Los materiales de la civilización", *La Ciencia desde México*, N° 29. México, Fondo de Cultura Económica, 1987.

**Jensen, P.**, "Historia de la materia", *Estación Ciencia*, Buenos Aires, Capital intelectual, 2006.

**Loeschinig, L. V.**, *Experimentos sencillos de química*, Barcelona, Ontro, 2001.

**Beltrán, F. F.**, *La culpa es de las moléculas*, Buenos Aires, Lumen, 2001.



## Ideas básicas

- ▶ Los materiales que forman los objetos poseen determinadas características y propiedades.
- ▶ Cada estado de agregación de la materia presenta características y propiedades que lo identifican y lo diferencian de los otros.
- ▶ La materia puede cambiar de estado de agregación.
- ▶ El comportamiento de los materiales en estado gaseoso sigue ciertas leyes.
- ▶ Con el modelo cinético-corpúscular se puede explicar las características de cada estado de agregación y lo que ocurre durante un cambio de estado.

## Actividades de integración

1. Con los contenidos desarrollados y utilizando el modelo cinético-corpúscular, elaboren las respuestas para todas las preguntas de la página 79.

2. Se desean fabricar los siguientes objetos: un recipiente para trasladar helado, un alambrado para delimitar un corral, un adorno pequeño, un martillo. Elijan al menos un material apto para cada uno de los objetos. Justifiquen su elección señalando qué propiedad debe presentar y por qué. Luego, indiquen al menos un material que no sea apto para fabricar el mismo objeto.

3. Si se reduce el volumen de una cantidad de gas aumentando su presión, ¿cuáles de las siguientes opciones corresponden a lo que ocurre?

- a. Disminuye el número de partículas del gas.
- b. Disminuye el espacio entre las partículas del gas.
- c. Se achican las partículas del gas.
- d. El número de partículas del gas no cambia.

4. Para cada uno de los siguientes casos, indiquen el sentido de transferencia de energía.

- a. Se coloca un cubo de hielo dentro de un vaso que contiene gaseosa.
- b. Se calienta café.
- c. Se toma un baño de inmersión para bajar la fiebre.

5. Teniendo en cuenta el modelo cinético-corpúscular y las características propias de cada estado de agregación de la materia, expliquen:



a. ¿Cómo están formadas las nubes?, ¿en qué estados está el agua en ellas?



b. ¿Qué representa la sigla GNC?, ¿por qué es necesario que los pasajeros bajen del vehículo cuando se carga el tanque de GNC?



c. ¿Qué sucede si se saca la manteca de la heladera?

6. Como cumplía años el hermanito de Sofi, ella infló globos y los colgó en diferentes lugares de la casa. Era un día frío. Al cabo de dos horas se sorprendió al ver que los globos que estaban en el patio parecían más chicos, como desinflados, mientras que los del comedor, donde había calefacción, estaban más grandes. Expliquen por qué sucedió esto.






7. Identifiquen el **cambio de estado de agregación** producido en cada situación de la tabla. Expliquen cada cambio usando el modelo cinético-corpúscular.

Situación	Cambio	Pasaje
Observar una bolita de naftalina para combatir las polillas del placard que disminuye su tamaño.		De ..... a .....
Esperar que el agua de la olla que está en el fuego comience a burbujear antes de colocar los fideos.		De ..... a .....
Observar cómo se ha empañado el espejo del baño después de ducharse.		De ..... a .....
Envasar combustible en una garrafa.		De ..... a .....

8. Los siguientes esquemas representan las partículas en cada estado de agregación según el modelo cinético-corpúscular. Suponiendo que se trata de una misma cantidad de la misma sustancia y que las esferas representan las partículas que la constituyen:

- identifiquen qué estado de agregación se representa en cada caso;
- busquen los errores cometidos en la representación. Justifiquen su respuesta;
- rehagan los esquemas para que todos sean correctos.

Esquema			
Estado			
Errores			
Justificación			
Nuevo esquema			

9. Busquen los valores de los puntos de ebullición y de fusión del aluminio y del metano. ¿Por qué suponen que presentan valores tan diferentes? Indiquen en qué estado de agregación se encuentra cada uno a temperatura ambiente ( $20^{\circ}\text{C}$ ) y qué usos cotidianos tienen.

10. Expliquen, teniendo en cuenta el modelo cinético-corpúscular, qué ocurre con las partículas durante los cambios de estado que involucran procesos exotérmicos.

11. La siguiente tabla contiene datos experimentales correspondientes a cierta masa de un gas que se puede considerar ideal.

Estado	Volumen (litros)	Presión (atmósferas)	Temperatura (Kelvin)
I	10,0	1,0	240
II	4,0	2,5	240
III	2,0	5,0	240

- ¿Qué ley de los gases se cumple? ¿Por qué?
- Se fabricaron recipientes rígidos de 1 litro de capacidad cuyas paredes, a  $25^{\circ}\text{C}$ , resisten una presión de hasta 2 atm. Calculen la temperatura máxima que podran resistir sin explotar. Recuerden que para aplicar las leyes de los gases deben expresar las temperaturas en la escala Kelvin.
- Supongan que la siguiente representación corresponde al caso III (2,0 litros del gas a una presión de 5 atmósferas). Esquematicen a su derecha la representación que correspondería al caso II (4,0 litros de gas a 2,5 atmósferas).



- ¿Qué se obtiene al colocar hielo seco en agua?
- Un líquido incoloro y transparente comienza a hervir a los  $97^{\circ}\text{C}$ . ¿Puede ser agua? ¿Puede ser una solución acuosa? ¿Por qué?



# Los materiales interaccionan

## 6

### Contenidos

- > Mezclas heterogéneas y homogéneas
- > Métodos de separación de fases
- > Soluciones
- > Métodos para obtener componentes de una solución
- > Transformaciones químicas

Vera siempre fue una sobrina cariñosa y muy compinche de su tío Arnoldo, que era soltero y no tenía hijos. Ella lo acompañaba en sus viajes, y lo ayudaba con los quehaceres domésticos. Cuando Arnoldo se enfermó, fue con Vera a ver a un escribano para redactar y firmar su testamento. Él quería dejarle como herencia a su sobrina la casa en la que vivía y también un anillo que había sido de su padre, el abuelo de Vera. Ella siempre había sentido curiosidad por un sellito que tenía la joya que decía "18 k". Luego de morir Arnoldo, el escribano reunió a la familia para leer el testamento. Al hacerlo, en ningún momento mencionó a Vera. Sorprendida, ella increpó al escribano diciéndole que ella sabía que el texto que él había leído no era el documento que su tío había firmado en su presencia, y que la firma era falsa. Insistió en que su tío había usado el marcador de fibra negra de punta fina que estaba sobre el escritorio del escribano y que la firma que aparecía tenía otra tinta. ¿Están en condiciones de ayudar a Vera para que pueda demostrar que las tintas son diferentes? ¿Pueden orientarla para que se saque la curiosidad que tiene sobre la inscripción del anillo de oro del abuelo? Seguramente podrán hacerlo luego de estudiar los temas de este capítulo.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C6](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C6)



### EN ESTE CAPÍTULO...

Se explicarán algunas interacciones y transformaciones que se producen en el mundo de los materiales. También se presentarán diferentes tipos de mezclas y de reacciones químicas.



## Las mezclas y las reacciones químicas

En una **reacción química** se produce una transformación que origina cambios en las sustancias que componen el sistema. En este proceso, una o más sustancias se transforman en otra u otras, que poseen nuevas propiedades específicas.

En la vida cotidiana empleamos constantemente una gran diversidad de materiales. La mayoría de estos están formados por mezclas de diferentes sustancias que conservan sus propiedades específicas.

Pero, también se produce una gran cantidad de cambios químicos cuando se obtienen nuevos productos con características propias, que difieren de las de sus componentes originales. Por ejemplo, en la cocina hacemos mezclas y provocamos reacciones químicas.



Las **mezclas** se producen cuando se ponen en contacto varias sustancias sin que ninguna de ellas se modifique. Incluso, los componentes de una mezcla se pueden separar mediante procedimientos relativamente sencillos.

Tanto las reacciones químicas como las mezclas son fenómenos que experimentamos y observamos en la vida cotidiana. Sin embargo, no son lo mismo. Para reconocer dónde y cuándo se producen, resulta de gran utilidad aprender a diferenciarlas.

### Actividades

1. Reconozcan algunas de las situaciones que se producen en nuestra vida cotidiana, y luego construyan una tabla con dos columnas, una de mezclas y otra de reacciones químicas. Indiquen, por lo menos, tres ejemplos de cada una de estas.





En las reacciones químicas se producen nuevos materiales, cuyas propiedades son diferentes de las originales. En cambio, en las mezclas no se modifican las propiedades particulares de sus componentes.

## Actividades experimentales

### Para detectar reacciones químicas

Al poner en contacto diversos materiales, estos pueden quedar simplemente mezclados o puede ocurrir una reacción química entre ellos.

#### Necesitarán:

- ▶ dos vasos transparentes;
- ▶ vinagre blanco;
- ▶ agua;
- ▶ dos huevos de gallina crudos.



**Paso 1.** Coloquen en un vaso vinagre blanco y en el otro agua. Rotulen cada uno de los recipientes.

**Paso 2.** Dentro de cada vaso coloquen un huevo de gallina crudo.

**Paso 3.** Observen y registren lo que sucede. Necesitarán por lo menos dos horas para notar algún cambio. También pueden dejar los vasos con

el líquido y el huevo hasta el día siguiente, y volver a observarlos.

¿Ha sucedido lo mismo en los dos vasos luego de las dos horas? Describan el contenido y el aspecto de cada uno de los vasos en el momento inicial y al final del experimento.

Posiblemente, en ambos vasos se vean burbujas que suben hacia la superficie del líquido. Sin embargo, no todo lo que parece ser igual necesariamente lo es.

Entre la cáscara y el interior del huevo hay una membrana delgada que lo recubre y una cámara de aire. Cuando el huevo se sumerge en agua, la porosidad de la cáscara permite que pequeñas burbujas de aire escapen hacia la superficie. En cambio, en contacto con vinagre, la cáscara porosa "desaparece" después de un tiempo. En este caso, la reacción entre la cáscara del huevo y el vinagre produce la liberación de burbujas, pero estas no son de aire sino de dióxido de carbono. Además, se producen otras sustancias que quedan disueltas en el agua.

En este experimento, ¿en qué caso ocurrió una reacción química entre la cáscara del huevo y el líquido?





Copos de maíz con leche.

## Mezclas heterogéneas

A la hora de merendar o desayunar, muchos chicos eligen comer copos de maíz azucarados con leche. Algunos prefieren disolver primero chocolate en polvo en la leche, otros agregan diversas frutas cortadas en trocitos, y los más osados las decoran con pedacitos de nueces o almendras. Esta comida es una mezcla de varios materiales.

Las mezclas que están formadas por varios materiales que pueden diferenciarse fácilmente se llaman **mezclas heterogéneas** (el prefijo griego *hétero* significa distinto, lo otro). Este tipo de mezclas presentan dos o más porciones o sectores que pueden distinguirse a simple vista o con el microscopio, y que reciben el nombre de **fases**. Por lo tanto, su composición no es constante.

### Mezclas y reacciones químicas

El alfarero es el artesano que elabora vasijas con arcilla y agua. Si necesita interrumpir su obra por algún motivo, le basta con colocar un paño muy húmedo encima para conservar el material maleable. En cambio, un albañil que aplica cemento sobre una pared no puede detener la reacción química que se produce.

El **cemento** es uno de los materiales más utilizados en la construcción. Se elabora mezclando distintos minerales en diferentes proporciones, según el tipo de cemento que se desea obtener. El más común es el cemento Pórtland. Este consiste en una mezcla de arcillas, arena y piedra caliza, a la que también suele añadirse yeso.

Al agregar agua a la mezcla, se produce una serie de reacciones químicas entre los componentes, y se obtiene como producto final un material sólido muy duro. Este proceso se denomina **fraguado** del cemento.

## Reconocimiento y métodos de separación de fases

Para estudiar un sistema heterogéneo, primero es necesario separar sus fases para poder analizarlas independientemente.

Por lo general, se extraen objetos sólidos empleando las manos (siempre que tocarlos no sea peligroso), usando 3 dedos: el pulgar, el índice y el mayor. De ahí viene el nombre de tría.



**Tría:** se emplea para extraer, por medio de una pinza, un cuerpo sólido de gran tamaño que forma parte de una mezcla. Por ejemplo, se puede extraer un cubito de hielo de un vaso de agua.

Por ejemplo, cuando se prepara café de filtro o se hace un té usando saquitos (filtro que retiene las hebras).

**Filtración:** se utiliza para separar materiales sólidos no solubles, granulados o en polvo, de materiales líquidos. La mezcla se hace pasar a través de un filtro (de tela o de papel). Los líquidos logran atravesarlo, pero los sólidos quedan retenidos en él.







**Imantación:** sirve para separar materiales que tienen propiedades magnéticas, como el hierro y el acero. El imán atrae estos materiales y los puede separar del resto de los componentes de la mezcla.

Es un buen método para separar rápidamente los alfileres de los botones en un costurero desordenado.

**Tamización:** se emplea para separar materiales sólidos cuyas partículas poseen diferentes tamaños. Cuando la mezcla se pasa por el tamiz, las partículas más grandes quedan retenidas en este.



Según el consejo de la abuela, antes de amasar hay que tamizar la harina para que a esta no le queden grumos.



**Decantación líquido-líquido:** la ampolla o embudo de decantación se emplea para separar materiales líquidos que no son solubles entre sí, por lo que uno queda flotando sobre el otro. El contenido de la mezcla se va recolectando en un recipiente. La llave permite interrumpir el paso cuando uno de los componentes ya salió y el otro aún está en la ampolla.

Cuando el petróleo cae en el mar, queda flotando sobre el agua.

Cuando el caldo es grasoso, se observa un líquido que flota en otro.

**Disolución y evaporación:** se emplea para separar un componente soluble en otro material (generalmente líquido) que se agrega a la mezcla. Se forma así una solución que se puede separar del sistema original por filtración. Luego puede obtenerse, nuevamente, el componente soluble evaporando el líquido utilizado. Por ejemplo, si se tiene una mezcla de sal y arena, se le agrega agua para que la sal se disuelva. Luego, el sistema formado por la sal y el agua pasa por un proceso de evaporación que permite recuperar la sal nuevamente.

## Actividades

1. Busquen ejemplos en la vida cotidiana, la industria u otros ámbitos en los cuales se utilicen algunos de los métodos mencionados. ¿Con qué fin se los emplea?

2. Marina, distraída, guardó la sal gruesa en el tarro de café. ¿Cómo podría hacer para separar la sal que quedó mezclada con los granos de café?





## Para explorar sistemas heterogéneos

Como ya dijimos, si queremos estudiar un sistema material heterogéneo, lo primero que tenemos que hacer es separar sus fases.

Consideren la siguiente situación:

### Necesitarán:

- ▶ arena;
- ▶ agua salada;
- ▶ dos frascos;
- ▶ un soporte con un aro;
- ▶ un embudo;
- ▶ una tela de algodón o papel de filtro.



**Paso 1.** En uno de los frascos pongan arena y agua salada.

**Paso 2.** Piensen cómo podrían separar la arena. Consigan lo necesario para hacerlo, y diseñen el procedimiento a realizar.

**Paso 3.** Con el acuerdo de su profesor/a, pongan en práctica el método ideado en el paso 2. En sus

carpetas anoten los nombres, y dibujen los materiales que usaron y el dispositivo que armaron.

**Paso 4.** Relaten el proceso que llevaron a cabo.

¿Obtuvieron el resultado esperado? Si aparecieron dificultades, registren de qué manera las superaron.

### Para analizar:

¿Qué nombre recibe el método que les sirvió para separar la arena del agua salada?

¿Qué ejemplo pueden dar en el que apliquen este mismo método en sus casas?

¿Cuántas fases tenía el sistema del cual partieron? Fundamenten la respuesta que hayan dado.

Si el sistema inicial hubiera estado formado por hierro en polvo, trozos de vidrio y cristallitos de sal, ¿cómo podrían haber separado sus fases? Hagan un esquema del procedimiento que hubieran decidido seguir.



## Espumas

Las espumas son sistemas materiales heterogéneos en los que una de las fases es gaseosa. Se caracterizan por presentar burbujas en un entramado que puede ser líquido (por ejemplo, la espuma de la cerveza), o sólido (como en el telgopor, que se usa para fabricar vasos térmicos y bandejas, o la espuma de poliuretano utilizada en la fabricación de colchones).

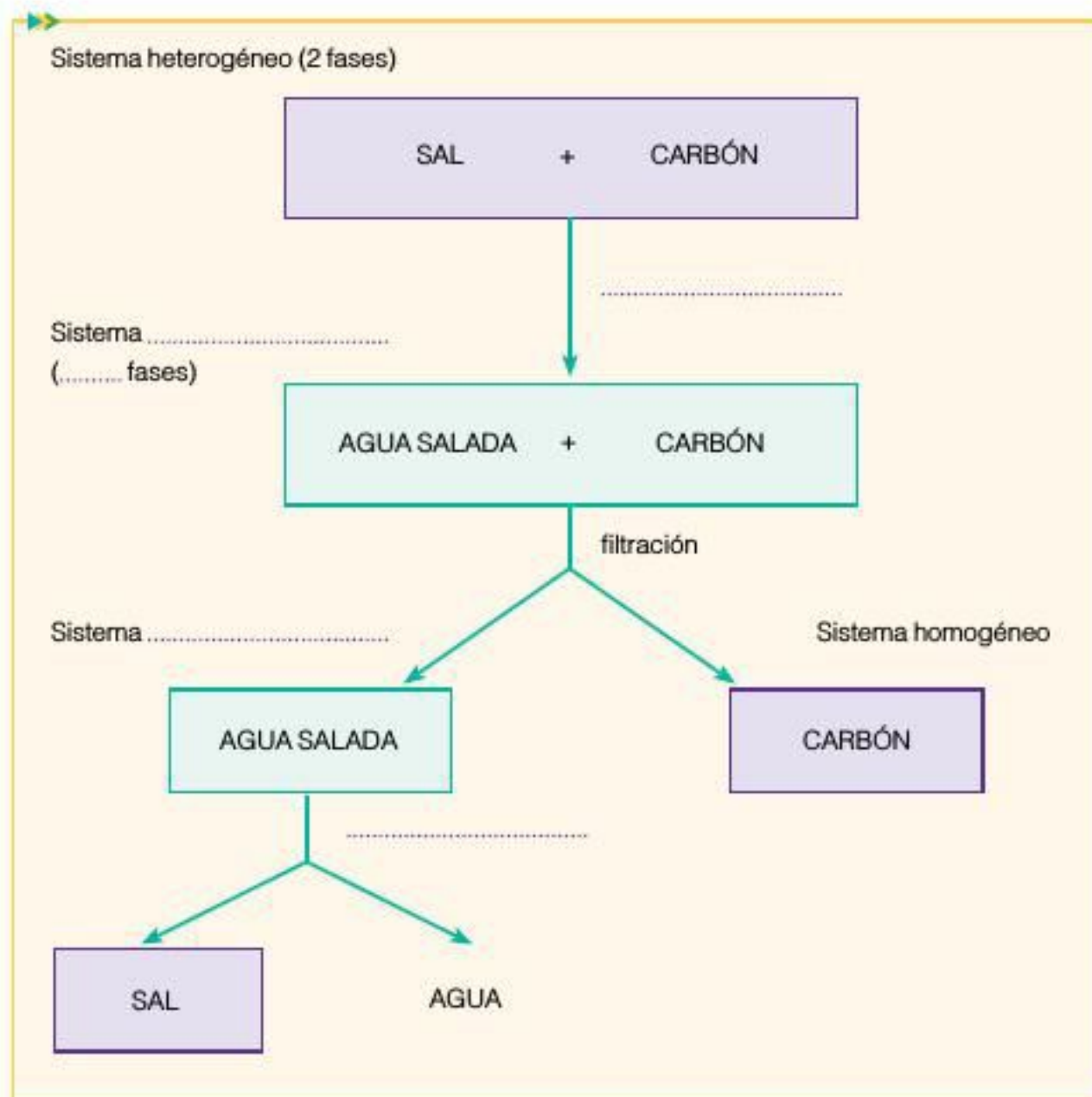
Algunos líquidos al ser agitados producen espuma, como sucede en el caso de los detergentes que usamos para lavar los platos. Otro ejemplo lo encontramos en la cocina: cuando queremos hacer claras batidas a nieve, las batimos con un tenedor. Cuanto más batimos, más espuma se forma, ya que esta se logra al mezclar el aire con el líquido (clara de huevo). Por eso, cuanto mayor y mejor sea el contacto entre estos, más voluminosa será la espuma obtenida.



Las mezclas aireadas son comunes a la hora de preparar algunos alimentos, como los *soufflés*, las *mousses* y los merengues.

## Actividades

1. ¿Por qué para preparar una espuma es necesario batir? ¿Por qué creen que no es lo mismo revolver la preparación?
2. Elías y Miriam tienen que separar las fases de un sistema formado por sal fina y carbón en polvo. Para lograrlo proponen el siguiente diseño experimental, pero algunas palabras se les borraron accidentalmente. Les pedimos a ustedes que completen el esquema.







Suspensión de tierra en agua.



Coloides

### Actividades

1. ¿Por qué se aconseja agitar energicamente algunos medicamentos antes de usarlos?
2. Busquen en el botiquín de sus casas los envases que tengan la leyenda mencionada en el punto 1.
  - a. ¿Qué tipo de mezclas son?
  - b. ¿Por qué los envases, en general, son opacos?
3. Averigüen por qué la sangre, algunas espumas y la gelatina son ejemplos de coloides.
4. La leche que habitualmente tomamos es leche homogeneizada. ¿A qué se refiere este término?

### Suspensiones y coloides

En ciertas mezclas heterogéneas, las fases no se pueden distinguir a simple vista. Para poder hacerlo, es necesario utilizar una lupa o un microscopio.

Si se agita el agua de un vaso que también contiene tierra, esta última permanece suspendida solo por cierto tiempo, luego del cual termina sedimentándose por acción de la gravedad. Los granos de tierra más gruesos se depositan en el fondo, y lo que queda por encima, de aspecto turbio, es una **suspensión**. Una suspensión es un sistema heterogéneo: los granitos más pequeños de tierra quedan suspendidos en el líquido y tardan más en depositarse en el fondo.

Las suspensiones también pueden tener una fase gaseosa, por ejemplo, en el caso de los aerosoles. Si las partículas suspendidas son sólidas, el aerosol se identifica como **humo**. Si en cambio, las partículas suspendidas son líquidas, el aerosol se identifica como **niebla**.

El término esmog (vocablo formado por letras de las palabras en inglés que significan humo –*smoke* y niebla –*fog*) hace referencia a una suspensión en la que tanto partículas líquidas como sólidas se encuentran dispersas en el aire.

Un ejemplo de una suspensión muy conocida son las nubes: estas son conjuntos de cristallitos y gotitas de agua muy pequeños que están suspendidos en el aire.

Observadas a simple vista o bajo una lupa, la leche y la mayonesa no parecen ser mezclas heterogéneas. Sin embargo, lo son. En estas, diminutas partículas se encuentran dispersas en un líquido. Por ejemplo, en la mayonesa preparada a partir de aceite y yema de huevo, uno de los líquidos es el aceite y el otro es el agua que contiene el huevo. Normalmente, si se mezcla agua con aceite, se forman dos capas separadas. Pero esto no ocurre en la mayonesa, porque la yema contiene lecitina. Al batir el huevo con el aceite, las moléculas de lecitina rodean a las gotitas de aceite y así permiten que se mantengan dispersas en el medio acuoso. Por su parte, si se observa una gota de leche con un microscopio potente, se ven dispersas en el medio acuoso, pequeñas partículas de sustancias grasas.

En este tipo de mezclas heterogéneas, las partículas dispersas son lo suficientemente pequeñas para mantenerse suspendidas en el líquido, pero lo suficientemente grandes para ser distinguidas con un microscopio potente. Estas mezclas heterogéneas se llaman **coloides**.

### Actividades experimentales

#### Para identificar suspensiones

##### Necesitarán:

- ▶ polvo de tiza
- ▶ agua
- ▶ un vaso
- ▶ una cucharita
- ▶ una linterna pequeña o un puntero láser

**Paso 1.** Mezclen el agua y el polvo de tiza. ¿Qué tipo de sistema se formó? ¿Por qué?

**Paso 1.** Dibujen el sistema en por lo menos tres momentos luego de armar la mezcla. Luego déjenla reposar

**Paso 2.** Después, oscurezcan la habitación y con una linterna pequeña pero potente (o mejor aún punta láser), alumbren el líquido turbio con un haz de luz perpendicular al frasco. Anoten todas sus observaciones.



Un **gel** es un tipo de coloide. La característica de este tipo de mezclas heterogéneas es que las partículas dispersas interactúan, lo cual le confiere cierta rigidez al sistema. Algunos ejemplos de geles son las mermeladas, las jaleas y las gelatinas.

El aerogel es un coloide similar a un gel, de muy baja densidad ( $3 \text{ mg/cm}^3$ ) y muy poroso. Su composición es tan simple como sorprendente: el 99,8% está formado de aire, es mil veces menos denso que el vidrio y al tacto tiene la consistencia de la espuma. Lo más asombroso de este sistema es que puede soportar más de mil veces su propio peso.

Existen aerogeles basados en sílice, alúmina, óxido de cromo, estaño y carbón. Es un material poroso a nivel microscópico, y además es un excelente aislador de calor.

### Un alto para pensar...

En esta primera parte del capítulo se analizaron partículas de diversos tamaños, inmersas en medios que pueden tener distintos estados de agregación. Unas son las mezclas heterogéneas con fases que pueden ser distinguidas a simple vista. Otras son las suspensiones y los coloides con mayor y menor tamaño de partículas, que se distinguen con algún instrumento óptico (lupa o microscopio). Finalmente están aquellas mezclas en las que, ni aun con el mejor microscopio óptico, se pueden distinguir las diferentes clases de partículas que las constituyen. Estas son las **mezclas homogéneas**, también llamadas **soluciones**.

### Mezclas homogéneas

Hay mezclas en las que no es posible distinguir fases, pues presentan una composición constante. Estas mezclas son las homogéneas y se denominan soluciones. Las soluciones están compuestas por un **solvente** y uno o más **solutos**.

El solvente es el material en el que se dispersa homogéneamente otro. Por lo general, es el componente de la solución que está en mayor proporción. El solvente se encuentra en el mismo estado de agregación que la solución.

Por su parte, el soluto es por lo general el que se encuentra en menor proporción y está distribuido o mezclado uniformemente con el solvente.

En la foto se pueden observar dos soluciones: el aire y el mar.

El aire es una solución gaseosa de nitrógeno (78%), oxígeno (21%) y otros gases como el dióxido de carbono, vapor de agua, argón y criptón en menor proporción.

El agua de mar es una solución en estado líquido cuyo solvente es el agua y los solutos son sales, como cloruros y fluoruros de sodio, magnesio, calcio, potasio y estroncio.

Costanera Sur en la Ciudad de Buenos Aires.



Alcohol en gel.

Las soluciones más utilizadas en la vida cotidiana son aquellas en las que interviene el agua. Por convención, se considera que siempre que hay agua en una solución, esta constituye el solvente, y a la mezcla se la cataloga como **solución acuosa**.

### Actividades

1. En la foto identifiquen:

- a. una suspensión;
- b. una solución.

Fundamenten sus respuestas.



## Describir lo que se percibe con los sentidos: técnica de teñido batik

Para describir, una de las mejores estrategias es acercarse al material, explorar con los sentidos e interactuar con él. Para eso, en este caso les proponemos que empleen una técnica de teñido, conocida como técnica de batik.

### Necesitarán:

- ▶ una prenda de algodón;
- ▶ un recipiente (en lo posible de boca ancha) con agua tibia;
- ▶ anilina (se compra en ferreterías, casas de artesanía o librerías);
- ▶ una cucharada de sal de mesa;
- ▶ algunos hilos;
- ▶ broches.

**Paso 1.** Disuelvan la anilina (el soluto) en agua tibia (el solvente) y agreguen la cucharada de sal (otro soluto) que también se disolverá y servirá para fijar el color (es el llamado mordiente). Revuelvan hasta obtener un sistema homogéneo formado por una única fase, es decir, una solución.

**Paso 2.** Tomen la remera y anúdenla o enróllenla con el hilo de algodón, como se ve en la figura (todo lo que cubran va a quedar sin teñir).

**Paso 3.** Sumerjan un extremo de la remera 20 minutos en la solución colorida. La solución irá ascendiendo a medida que la tela la absorba.

**Paso 4.** Pasado ese tiempo retiren la prenda y enjuaguen el excedente de colorante con agua fría hasta observar que el agua queda sin color.

**Paso 5.** Desaten los nudos o retiren los hilos y extiendan la tela para que se seque al sol.

### Luego de realizar la actividad, respondan:

1. Expliquen qué ocurre, a nivel microscópico, entre los solutos y el solvente.
2. Dibujen un modelo de la solución acuosa de anilina y sal.
  - a. ¿Por qué suponen que la remera mojada se seca al dejarla colgada al sol?

La técnica de batik permite teñir prendas, por ejemplo, una remera o el fondo de una bandera que represente al curso.



- b. ¿Por qué suponen que la colgamos extendida?
  - c. ¿Obtendrían el mismo resultado si la remera fuera de poliamida o de poliéster?
- Pueden corroborar la anticipación que hicieron con un trozo de tela de las fibras mencionadas.



## Modelizar lo invisible

Para explicar el proceso de disolución, podemos emplear el denominado **modelo cinético-corpúscular**. Veamos entonces qué ocurre cuando se aplica la técnica de teñido sobre la base de este modelo.



1) Formación de una solución entre la anilina y el agua (soluto-solvente): las partículas (moléculas) del colorante se mezclan con las del agua. La sal (soluto) también se disuelve en el agua. Al usar agua caliente se favorece el proceso de disolución y, al agitar la mezcla, este se acelera.

2) Si se pudiera seguir el camino de una molécula de colorante se podrían distinguir las siguientes instancias:

- ▶ movimiento desde la fase sólida (anilina en polvo) a través del líquido (agua): proceso de **difusión**;
- ▶ paso desde la fase líquida (solución) a la superficie de la tela: proceso de **adsorción**;
- ▶ movimiento desde la superficie de la tela hacia su interior: **fijación**.

Resultado de la aplicación de la técnica batik sobre una remera.



Las partículas de soluto (que generalmente están en menor proporción) son rodeadas por las de solvente. Las interacciones entre las partículas de soluto y las de solvente son más intensas que las que presentan las partículas del soluto entre sí, y las de solvente entre ellas.

3) La resistencia que presenta la tela (en este caso, la remera) a devolver el colorante a la solución se debe a las interacciones que se establecen entre el colorante y la fibra.

4) Durante el secado de la prenda, las moléculas de agua de la superficie se "escapan" venciendo la atracción de las otras moléculas vecinas. Por este motivo, se recomienda colocar la prenda lo más extendida posible, ya que esto facilita el desprendimiento de la mayor cantidad de moléculas de agua en el mismo instante. El calor del sol aumenta la velocidad de escape: cuanto mayor es la temperatura, más moléculas adquieren la energía suficiente para escaparse.

Se puede decir que disolver un material en otro es una manera de separar las partículas superando las fuerzas que mantenían unidas a las de cada material entre sí, estableciendo nuevas interacciones entre partículas de diferentes materiales. Como no se puede observar a simple vista ni con el microscopio, se proponen modelos para explicar esta situación. Uno de ellos es el modelo cinético-corpúscular.





Mate con adorno y bombilla de alpaca.



Objetos de bronce.



Objetos hechos con acero inoxidable.



Anillo de bodas de oro.

## Soluciones gaseosas, líquidas y sólidas

Todas las soluciones, es decir todas las mezclas homogéneas, están constituidas por una sola fase. Sin embargo estas pueden diferir en sus estados de agregación.

Existen soluciones gaseosas como el aire, formado por una mezcla homogénea de nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, argón, criptón y helio.

Otras son líquidas como el vino y los limpiadores multiuso.

Pero también hay soluciones que se presentan en estado sólido. Por ejemplo, la alpaca y el bronce son aleaciones, es decir, mezclas de materiales sólidos en las que intervienen uno o más metales.

## Aleaciones

La alpaca es una aleación de cinc, cobre y níquel que es muy utilizada para la elaboración de vajillas de mesa, cierres en indumentaria, diales de los aparatos de radio, e instrumentos quirúrgicos y odontológicos.

El bronce, otro tipo de aleación, tiene como base cobre y estaño, y pequeños agregados de cinc y aluminio, entre otros. El bronce ha sido utilizado en épocas más antiguas en la fabricación de escudos y estatuas. En la actualidad, tiene múltiples aplicaciones por su propiedad de tener una alta conductividad del calor, y también en baterías eléctricas. En las competiciones deportivas se entrega una medalla de bronce al tercer puesto.

Otra aleación muy conocida es el acero inoxidable, que además de hierro y carbono, contiene cromo y níquel. Este es usado en la elaboración de cubiertos y utensilios de cocina.

En la elaboración de alhajas y joyas es muy frecuente la utilización del llamado oro 18 kilates, que es una aleación de oro y cobre.

El oro es el metal más apreciado de los que se encuentran libres en la naturaleza. Se conoce y valora desde tiempos remotos, no solo por su belleza, sino también por su resistencia a la corrosión y a la alteración por factores climáticos como alta temperatura y humedad. Debido a sus propiedades mecánicas, se puede golpear con un martillo hasta conseguir un espesor de 0,000013 cm. Así, por ejemplo, una masa de 29 g de oro se puede estirar hasta lograr un cable de 100 km de largo.

El oro es uno de los metales más blandos y se raya con facilidad.



La mayor parte del oro producido se emplea en la acuñación de monedas y en joyería. Debido a que este metal es muy blando, para su utilización con estos fines se realizan aleaciones que le aportan dureza.

La proporción de oro en las aleaciones utilizadas en joyería se expresa en quilates. Se considera oro puro al de 24 quilates. Por lo tanto, si una joya es de 18 quilates quiere decir que de 24 partes de la aleación, solo 18 corresponden a oro puro, mientras que el resto es de otros metales.

Veamos la composición de las aleaciones de los siguientes ejemplos para 1.000 g de oro de distintos quilates:

- ▶ oro amarillo = 750 g de oro, 125 de plata y 125 de cobre;
- ▶ oro rojo = 750 g de oro y 250 de cobre;
- ▶ oro blanco = 750 g de oro y de 100 a 160 de paladio, y el resto de plata;
- ▶ oro verde = 750 g de oro y 250 g de plata.

Las aleaciones en las que uno de los metales que las componen es mercurio, reciben el nombre de **amalgamas**. Por ejemplo, las amalgamas dentales que se utilizaban para obturar cavidades, contenían un 50% de mercurio y el resto correspondía a estaño, cobre y plata. En la actualidad, estas amalgamas son reemplazadas por materiales acrílicos.



Anillo fabricado con tres oros.

## Glosario

**agua potable:** agua apta para el consumo.

## El agua y las soluciones acuosas

Las sales que se encuentran disueltas en el agua mineralizada (agua potable\* con agregado de sales) y en el agua mineral (agua natural con minerales disueltos) están originalmente en estado sólido. En estas soluciones las sales son los solutos, mientras que el agua, componente que está en mayor proporción, es el solvente. La solución (mezcla de **solutos** y **solvente**) se encuentra en estado líquido.



Agua mineralizada.



Agua mineral.

## Actividades

1. Existen distintas "aguas". Algunas son naturales, como las de río, y otras son elaboradas, como la mineralizada. En todos los casos, se trata de soluciones acuosas. ¿Por qué?
2. ¿Por qué se puede afirmar que el vino blanco y el vino tinto son soluciones?
3. Busquen información sobre el contenido de los tanques que usan los buzos profesionales.
4. Busquen información acerca de las propiedades y la composición de los latones.
5. **a.** Realicen un listado de líquidos que diariamente usan, consumen o simplemente conocen.
- b.** Con la ayuda del docente, mediante una indagación bibliográfica en Internet, o leyendo etiquetas de los productos, identifiquen cuál o cuáles de estos líquidos son soluciones.
- c.** Dentro de los líquidos que clasificaron como soluciones, indiquen cuáles son soluciones acuosas (es decir, aquellas en las que el solvente es agua).



Se llama **solubilidad** de una sustancia en un solvente a la máxima proporción de soluto que puede permanecer disuelta en forma estable, en las condiciones dadas.

Los peces pueden respirar porque existe aire disuelto en el agua. Si la temperatura se eleva, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto, lo cual expone a los peces frente al peligro de muerte.



## Gases en solución

Así como hay solutos sólidos disueltos en líquidos, también puede haberlos gaseosos.

En algunas localidades, donde el agua de pozo se extrae de napas que podrían estar contaminadas con algún microorganismo o bacteria (por ejemplo, la *Escherichia coli* que provoca diarreas), se recomienda hervir el agua antes de beberla. Cuando se calienta el agua, antes de alcanzar la temperatura de ebullición, se observa la formación de burbujas pequeñas que se desprenden del interior del líquido. Después de hervida, una vez enfriada y antes de ser consumida, el agua debe ser batida. ¿Por qué suponen que es necesario realizar este paso?

La respuesta a esta pregunta se relaciona con los solutos presentes en la solución. El agua potable (apta para beber) no solo contiene sales disueltas, sino que también posee gases disueltos, principalmente nitrógeno y oxígeno, que son los componentes mayoritarios del aire. Cuando se la calienta, la solubilidad de los gases disminuye y estos son expulsados de la solución. Al batir el agua luego de enfriada, se permite que estos componentes gaseosos sean incorporados nuevamente a la solución.

Además de la temperatura, otro factor muy importante para analizar la solubilidad de los gases en los líquidos es la presión. En las bebidas gaseosas, por ejemplo, para disolver mayor cantidad de dióxido de carbono se inyecta este gas a una presión de 4 atm (es decir, cuatro veces mayor que la presión atmosférica normal, que es 1 atm). Cuanto mayor es la presión del gas, mayor es su solubilidad. Por el contrario, cuando se abre una botella y el líquido se pone en contacto con el aire, donde la presión del dióxido de carbono es 0,00033 atm, la solubilidad disminuye. Por eso, después de transcurrido un tiempo luego de que la botella ha sido abierta, se observa que la bebida "ha perdido el gas".



Entre los peligros del buceo con tanques que contienen aire comprimido, está la llamada enfermedad neumática. Durante inmersiones prolongadas a grandes profundidades, la solubilidad del nitrógeno (componente más abundante del aire) en la sangre aumenta. Si el buzo asciende muy rápidamente (disminuyendo bruscamente la presión que se ejerce sobre

su cuerpo), el organismo no alcanza a eliminar el exceso de nitrógeno del torrente sanguíneo a tiempo, y se forman burbujas que bloquean la circulación sanguínea. Esto deja al buzo expuesto a un peligro de muerte. Por este motivo, siempre se aconseja que el ascenso sea gradual y no de forma repentina.

Para prevenir la enfermedad neumática se reemplaza en los tubos o tanques, el aire natural por el llamado aire sintético, una mezcla de oxígeno y helio. Dado que el helio es menos soluble en la sangre que el nitrógeno, el uso de esta solución evita el peligro de la formación de burbujas que bloqueen la circulación de la sangre.

## Actividades

1. El aceite de cocina, el vino, el vinagre, el acero inoxidable, el oro 18 kilates, el alcohol de farmacia, el bronce y el aire son todas soluciones. ¿En qué se diferencian? ¿Qué tienen en común?



## Separación de los componentes de una solución

Con los métodos propuestos en las páginas 110 y 111, es posible separar las fases de sistemas heterogéneos. Pero cada una de esas fases, a su vez, puede ser una mezcla. En este último caso, ¿cómo se pueden separar sus componentes? Partiendo de una solución, ¿cómo se pueden obtener las sustancias que la componen?

Uno de los métodos que permiten separar los distintos componentes de una solución se conoce como **destilación simple**.

En la destilación simple, la solución se pone a hervir, lo que permite que uno de los componentes de esta (el más volátil) se desprenda en forma de vapor. Luego, al chocar contra una superficie fría, este vapor formado se condensa, ya que las partículas pierden energía, se juntan e interaccionan con mayor intensidad adoptando el estado líquido. Este líquido se recupera en otro recipiente distinto al original, con lo que se logra separar los componentes de la solución.

A continuación les proponemos realizar una destilación sencilla.

### Actividades experimentales

#### Cómo obtener agua destilada utilizando un procedimiento simple y casero

##### Necesitarán:

- un frasco con agua;
- colorante vegetal de alimentos;
- una pava;
- una fuente o plato;
- cubitos de hielo;
- un recipiente de boca ancha.



**Paso 1.** Coloquen en el frasco con agua unas gotas de colorante vegetal de alimentos.

**Paso 2.** Viertan la solución en una pava (no se preocupen, ya que el colorante es para consumo humano) y pónganla a hervir.

**Paso 3.** Sobre la "nube" de agua que se forma a la salida del pico de la pava, ubiquen la fuente o el plato con cubitos de hielo, y debajo de la fuente el recipiente para que recoja la "lluvia" que cae.



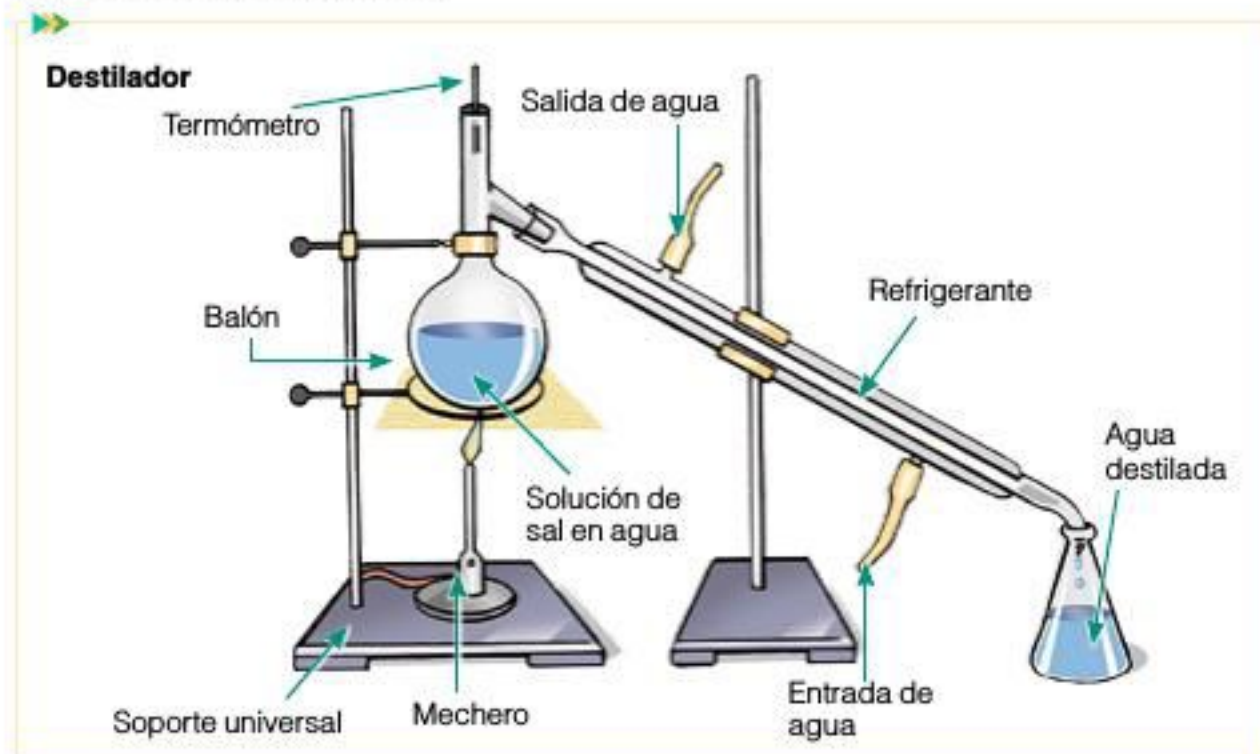
Registren todas sus observaciones, y luego respondan las preguntas:

- ¿De qué color es el líquido recogido?
- ¿De qué color es el líquido que queda en la pava?
- ¿Qué procesos se produjeron?
- ¿De qué está compuesta la "lluvia" producida?

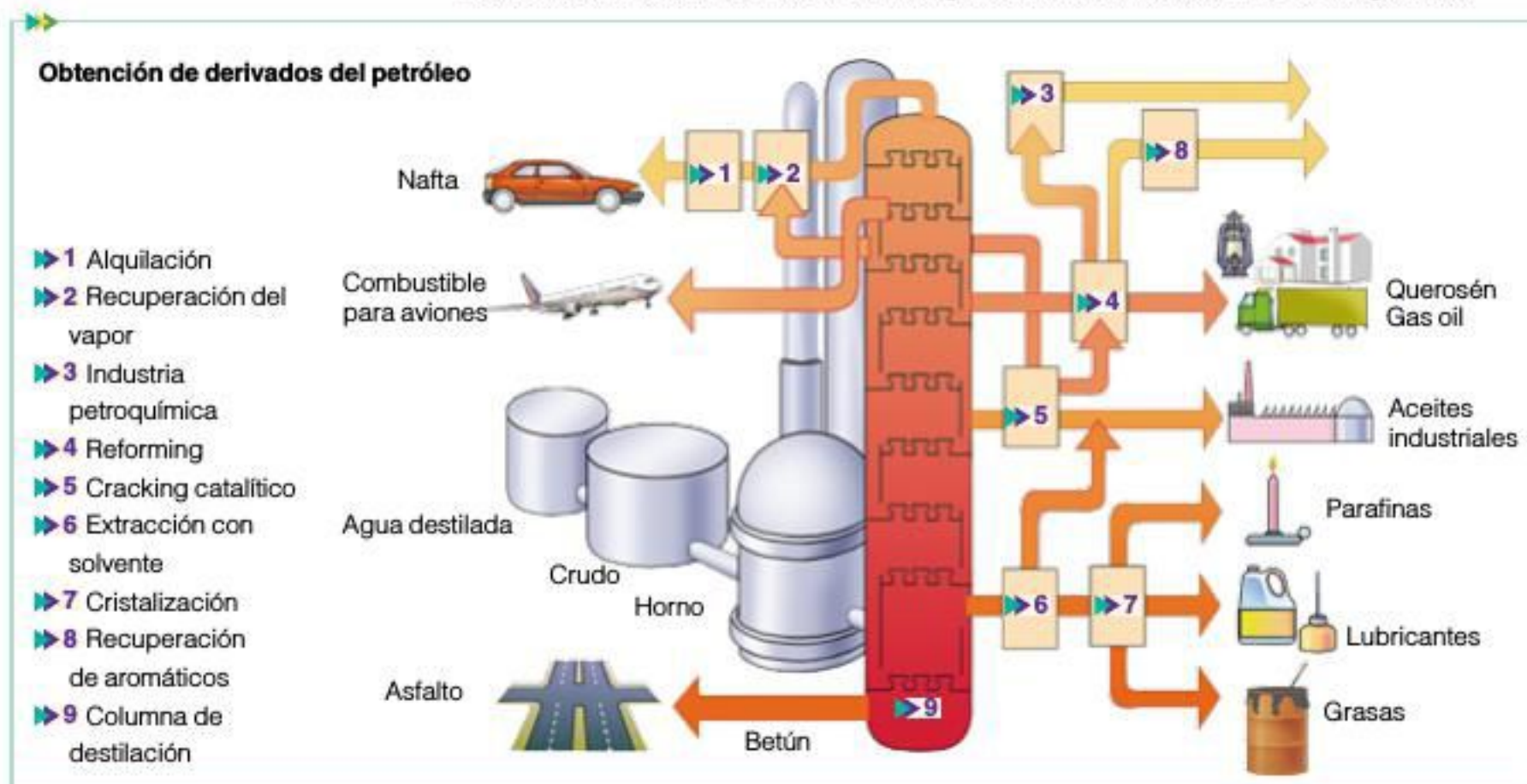


La **destilación simple** es un método de fraccionamiento que permite obtener el solvente libre de los sólidos no volátiles disueltos en él. Por ejemplo, la destilación del agua salada permite obtener **agua pura**.

Cuando se destila agua de pozo o agua de mar, las sales disueltas se separan del agua. El líquido obtenido es agua pura, que no contiene otros materiales mezclados y se la llama **agua destilada**. Este líquido se puede comprar en las estaciones de servicio y es utilizada, por ejemplo, en los radiadores de los autos o en las planchas que liberan vapor.



Otro método es la **destilación fraccionada**. Este procedimiento permite separar dos o más componentes líquidos de una solución, que tienen puntos de ebullición cercanos. En la industria se la utiliza, por ejemplo, para obtener mezclas como nafta, querosén o gasoil a partir del petróleo. Este método también se usa en la fabricación de bebidas de alta graduación alcohólica, como la ginebra.



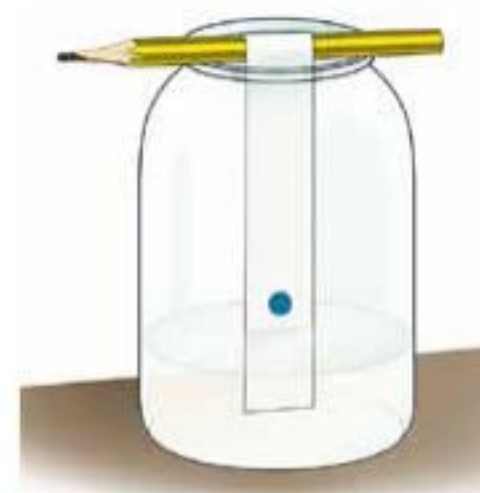


Otro procedimiento que se utiliza para recuperar un sólido que se encuentra como soluto en una solución es la **cristalización**.

Seguramente alguna vez notaron que al salir del mar, luego de que se ha evaporado el agua, se ve que sobre la piel o la malla les quedan unas aureolas o cristallitos de sales. En el proceso de evaporación del agua (el solvente), que es acelerado por un aumento de la temperatura, se obtienen los cristales de las sustancias sólidas (solutos) que se encontraban disueltas en la solución.

La cristalización se emplea, por ejemplo, en la industria azucarera.

El proceso de elaboración del azúcar a partir de la caña comienza con la cosecha o zafra, cuando se cortan las cañas que luego pasan por unos molinos llamados trapiches, en los cuales se las comprime para extraer el jugo azucarado que contienen. Luego, este jugo pasa por filtros que separan el líquido de un residuo sólido y fibroso llamado bagazo o fibra de caña. Se espera a que las partículas o lodos\* sedimenten en el fondo del recipiente y, luego, el jugo clarificado se vuelve a filtrar y se vierte en unos evaporadores, donde se lo calienta para que se evapore parte del agua. Queda un líquido muy concentrado a partir del cual se realiza la cristalización. El azúcar cristalizado obtenido, que es de primera calidad, es lavado y secado con aire caliente. De las aguas de lavado se separa azúcar de calidad inferior.



Otro método para fraccionar soluciones es la **cromatografía**. Este procedimiento requiere de un material poroso como el papel secante o de filtro, y también de un líquido que al ascender por el papel arrastre la mezcla a separar. Los diferentes componentes quedan retenidos (adsorbidos, fijados superficialmente) en diferentes zonas del papel, según su tendencia a adherirse a él, es decir, a la intensidad de las fuerzas de atracción entre cada sustancia que compone la mezcla y el material absorbente por el que está "corriendo" el líquido.

La técnica de cromatografía permitió la identificación y separación de los 350 compuestos que dan el sabor y aroma característicos a la infusión del café.

## Actividad

- Corten un rectángulo de 10 cm por 2 cm de papel secante y con un marcador negro de tinta al agua, pinten una línea gruesa a unos 3 cm de uno de los bordes del papel.
- Preparen un vaso con unos 2 cm de altura de agua. Introduzcan dentro del frasco la tira de papel desde la extremidad próxima a la mancha. El trazo hecho con el marcador no debe mojarse directamente. Observen y registren.

- Dibujen la situación inicial y después de observar cambios. Traten de explicar lo ocurrido.
- ¿Será lo mismo usar un marcador permanente (indeleble)? ¿Por qué?
- Registren la anticipación y corroboren su validez.
- Prueben aplicar el mismo método usando alcohol o algún líquido usado para diluir pinturas acrílicas, en lugar del agua.
- ¿Qué conclusiones pueden extraer?





El té es un ejemplo de una infusión.

## Composición cuantitativa de las soluciones

Si se prepara una taza de té y se endulza con dos sobres de azúcar (12,5 g), se obtiene una nueva solución (porque el té en principio ya lo es). Si se supone que el volumen de esta solución es de, por ejemplo,  $250 \text{ cm}^3$ , se puede calcular cuántos gramos de azúcar hay disueltos por cada  $100 \text{ cm}^3$  de solución. Una forma de hacerlo es usando la regla de tres simple:

$$\begin{array}{l} 250 \text{ cm}^3 \text{ de solución} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 12,5 \text{ g de azúcar} \\ 100 \text{ cm}^3 \text{ de solución} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 5 \text{ g de azúcar} \end{array}$$

Pero también es posible hacer el cálculo empleando proporciones:

$$\frac{250 \text{ cm}^3 \text{ de solución}}{100 \text{ cm}^3 \text{ de solución}} = \frac{12,5 \text{ g de azúcar}}{x}$$

$$x = 5 \text{ g de azúcar}$$

De acuerdo con estos cálculos realizados, se puede decir que la solución contiene un 5 % **m/V** de azúcar (esto se lee 5 por ciento masa-volumen de azúcar, o sea 5 g de azúcar por cada  $100 \text{ cm}^3$  de solución).

Si en lugar de endulzar té, se cocinan pastas en medio litro de agua y se agregan 25 gramos de sal de mesa, nos podemos preguntar:

- ¿Qué masa de soluto está disuelta por cada  $100 \text{ cm}^3$  de solvente?
- ¿Cuántos gramos de soluto hay en cada 100 g de solvente?
- ¿Que masa de soluto hay en 100 g de solución (%**m/m**)?

Para responder la pregunta **a.**, tenemos que considerar estos datos: 1) la masa de soluto (en este caso sal), que es de 25 g; 2) el volumen del solvente (en este caso agua), que es de  $500 \text{ cm}^3$ . Entonces:

$$\begin{array}{l} 500 \text{ cm}^3 \text{ de solvente} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 25 \text{ g de soluto} \\ 100 \text{ cm}^3 \text{ de solvente} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 5 \text{ g de soluto} \end{array}$$

Es decir, que hay 5 g de soluto cada  $100 \text{ cm}^3$  de solvente. Esto no es igual al %**m/m**, ¿por qué?

Para responder la pregunta **b.** es necesario conocer la densidad del solvente, en este caso el agua. Para el agua, la densidad es igual a  $1 \text{ g/cm}^3$ , por lo que  $500 \text{ cm}^3$  de solvente son 500 gramos de solvente. Entonces se puede plantear la siguiente relación:

$$\begin{array}{l} 500 \text{ g de solvente} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 25 \text{ g de soluto} \\ 100 \text{ g de solvente} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 5 \text{ g de soluto} \end{array}$$

Es decir que hay 5 g de soluto cada 100 g de solvente.

Como vemos, cuando el valor de la densidad del solvente es de  $1 \text{ g/cm}^3$ , el valor numérico de un determinado volumen medido en  $\text{cm}^3$  es igual al valor numérico de su masa expresada en gramos. Solo en este caso el %**m/m** y el %**m/V** de la solución tienen el mismo valor.

La densidad es una magnitud que relaciona la masa y el volumen ( $d = m/V$ ), e indica qué masa por unidad de volumen posee el material.

Los materiales menos densos flotan sobre los de mayor densidad, siempre que sean insolubles entre sí. Un iceberg (témpano) es menos denso que el agua de mar, por lo tanto flota sobre esta.





Finalmente, para contestar la última pregunta del problema, se debe tener en cuenta que en todo sistema las masas son aditivas.

Por lo tanto: masa de solución = masa de soluto + masa de solvente.

Es necesario emplear esta relación:

$$\begin{aligned} m_{sc} &= m_{st} + m_{sv} \\ m_{sc} &= 25 \text{ g st} + 500 \text{ g sv} \\ m_{sc} &= 525 \text{ g sc} \end{aligned}$$

Se pide el %m/m (porcentaje masa-masa) de sal que hay en la solución, es decir, los gramos de soluto que hay cada 100 gramos de solución. Por lo tanto:

$$\begin{aligned} 525 \text{ g de solución} &\text{_____} 25 \text{ g de soluto} \\ 100 \text{ g de solución} &\text{_____} x = 4,76 \text{ g de soluto} \end{aligned}$$

Es decir que la solución contiene 4,76 %m/m de sal, o sea, 4,76 gramos de sal (soluto) cada 100 gramos de solución.

## Actividades experimentales

### Cuando 1 + 1 no es igual a 2: las masas y los volúmenes

Las mezclas homogéneas (soluciones) están formadas por dos o más componentes.

La suma de las masas de dichos componentes resulta ser igual a la masa del sistema formado.

$$m_1 + m_2 = m_3$$

Pero esto no siempre ocurre en el caso de los volúmenes.

Ustedes pueden comprobarlo realizando el siguiente ensayo:

#### Necesitarán:

- ▶ una probeta o un medidor de líquidos de 1 litro;
- ▶ 1/2 litro de alcohol;
- ▶ 1/2 litro de agua.

Coloquen en la probeta 500 mL de alcohol de farmacia y 500 mL de agua. Lean el volumen de solución hidroalcohólica obtenida. ¿Se animan a dar una posible explicación de lo sucedido? Si quieren, pueden complementar sus argumentos con dibujos.





## Clasificar soluciones

Como ya vimos, una forma de clasificar las soluciones es teniendo en cuenta su estado de agregación. Veamos algunos ejemplos.



Tanto el acero como el vinagre son soluciones, pero cada una se encuentra en distintos estados de agregación.

Solución	Ejemplo	Principales componentes
Sólida	Acero	Hierro, carbono, ...
Líquida	Vinagre	Ácido acético, agua, ...
Gaseosa	Gas natural de red	Metano, etano, ...

Por su parte, las soluciones líquidas pueden agruparse en función de cuál sea el solvente. Por ejemplo:

Solución	Ejemplo	Principales componentes
Acuosa	Jugo de naranja filtrado	Ácido cítrico, vitamina C, azúcares, agua, ...
Alcohólica	Tintura de Yodo	Yodo, alcohol

También es posible clasificar las soluciones teniendo en cuenta su composición cuantitativa.

Ya hemos visto que en una determinada cantidad de solvente no podemos disolver cualquier cantidad de soluto: hay un límite que lo da la solubilidad de ese soluto en ese solvente, a la temperatura a la que se esté trabajando.

Llamamos solución saturada a aquella que contiene la máxima proporción de soluto posible. Esto es, cuando la composición cuantitativa es igual a la solubilidad. Por ejemplo, a 20 °C, en 100 cm<sup>3</sup> de agua se pueden disolver como máximo, 7,4 g de clorato de potasio (sustancia que suele ser utilizada para combatir el dolor de garganta), es decir que la solubilidad del clorato de potasio en agua a 20 °C es de 7,4 g del clorato de potasio/100 cm<sup>3</sup> de agua. Si en un vaso se colocan 100 cm<sup>3</sup> de agua y se va incorporando el clorato de potasio poco a poco y revolviendo, llega un momento a partir del cual el soluto ya no se disuelve más, es decir, la solución se satura.

Si una solución tiene una composición muy cercana a la de la solución saturada, se dice que es una solución concentrada. Si por el contrario, se encuentra lejos del punto de saturación, se dice que es una solución diluida.

Cuando una solución contiene la máxima proporción de soluto que puede permanecer disuelta en forma estable a una temperatura dada, se dice que la **solución es saturada**.

Si la proporción de soluto en una solución es menor que la que corresponde a su solubilidad, se dice que la solución es **no saturada**.

Si se logra mantener en solución una proporción de soluto algo superior a la solubilidad, la solución es **sobresaturada**.



### Actividades

1. Si queremos concentrar una solución podemos agregarle soluto. ¿Qué ocurriría si en cambio evaporáramos parte del solvente? ¿Por qué?
2. 1/4 litro de una solución acuosa contiene 0,5 g de vitamina C; otra solución acuosa tiene 2,3 g de esa vitamina por litro de solución. ¿Cuál de las dos soluciones es más diluida? ¿Por qué?



### El conflicto de este siglo: el agua

A partir de la era industrial, la disputa a nivel mundial entre los países por el poder económico siempre se ha relacionado con el petróleo. Sin embargo, en los últimos años se desató un nuevo conflicto relacionado con la escasez de agua dulce. Argentina es uno de los países que mayor cantidad de reservas de agua dulce posee en su territorio: los numerosos lagos y ríos, el enorme glaciar Perito Moreno y gran parte del Acuífero Guaraní, la tercera reserva de agua dulce del mundo.



Glaciar Perito Moreno.

### El agua, ¿solvente universal?

A nuestro alrededor, el agua está presente en casi todas partes: en los alimentos que consumimos, en las cremas para la cara y las manos, en los medicamentos y en los organismos vivos, entre muchos otros ejemplos. Además, el agua es la única sustancia que puede presentarse en la naturaleza en los tres estados de agregación (sólido, líquido y gaseoso).

El 75% de la superficie terrestre está cubierta por agua, pero solo el 2,5% de ese total corresponde a agua dulce, principal fuente de abastecimiento de agua potable. Por esta razón, los especialistas en el tema actualmente investigan técnicas de potabilización de agua salada, por ejemplo, utilizando un proceso llamado ósmosis inversa.

Se puede comprobar experimentalmente que el agua no disuelve cualquier soluto, y que existen otras sustancias que también pueden ser el solvente de una solución. Por ejemplo, la grasa se disuelve en nafta, pero no en agua.

Si bien el término "universal" implica que el agua es una sustancia capaz de disolver todo, los resultados experimentales permiten demostrar que esto es erróneo ya que, por ejemplo, el aceite no es soluble en agua. Pero, sí es cierto que el agua disuelve una gran variedad de sustancias, y de ahí surge su denominación de solvente universal.

Una clara demostración de su gran capacidad como solvente la constituye la formación de mares. Originalmente en nuestro planeta solo había agua dulce (por ejemplo, ríos). Por efecto de la erosión (fenómeno por el que se disuelven las sustancias que forman los terrenos por donde pasa el agua), comenzó a modificarse la composición cualitativa (el tipo de sustancias disueltas en esas aguas) y cuantitativa (la concentración) hasta llegar a las condiciones que encontramos hoy día en las aguas marinas. Estas tienen un sabor característico y diferente del de las aguas dulces, debido a la cantidad de sales que tienen disueltas.



Costa de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires.



## ¿Todos se disuelven con todos?

### Necesitarán:

- ▶ 15 vasos;
- ▶ 5 varillas;
- ▶ 3 espátulas;
- ▶ 4 pipetas graduadas;
- ▶ agua destilada, aceite, alcohol, azúcar, sal de cocina (cloruro de sodio), glicerina.

**Paso 1.** Coloquen en diferentes recipientes todas las combinaciones posibles que puedan armar con los materiales de partida, de a dos. Por ejemplo: aceite y agua, alcohol y agua, azúcar y agua, aceite y alcohol, azúcar y aceite, etc. Si se trata de un sólido, coloquenlo con una punta de espátula. En el caso de los líquidos, agreguen unos 20 mL aproximadamente.

Dato: calculando todas las posibilidades, deben quedar 15 sistemas formados en total.

**Paso 2.** Agiten y describan los sistemas formados. Indiquen si son homogéneos o heterogéneos.

**Paso 3.** Indiquen cuáles son las fases y los componentes de cada uno de los sistemas formados.



Luego de realizar la actividad, respondan las siguientes preguntas.

¿Creen que el agua es la sustancia merecedora del apodo "solvente universal"? ¿Por qué?

El agua, ¿puede disolverlo todo?

¿Hay sustancias que no son solubles en agua y sí lo son en otro solvente? Den ejemplos.

El aceite comestible es insoluble en agua pero es soluble en nafta. ¿Qué suponen que ocurrirá si a una mezcla de aceite y agua le añaden nafta y agitan? ¿Cómo será el sistema final? Argumenten sus respuestas y compárenlas con las dadas por otros grupos.

De ser posible, realicen el experimento. Tengan mucho cuidado al trabajar con nafta, y controlen que no haya ninguna llama cerca porque este líquido es altamente inflamable.



## Modelizar lo invisible

Seguramente han escuchado de las abuelas o de nuestras madres, que cuando una mancha en una prenda no sale con los lavados tradicionales, se pueden usar técnicas caseras para sacarlas. Así dicen: si es aceite hay que ponerle talco, o frotarla con un trapo humedecido en nafta; con agua y unas gotitas de limpiador con amoníaco. ¿Cómo se explica el éxito o fracaso de estas técnicas?

¿Por qué se producen las manchas?

Según el modelo corpuscular, la materia es discontinua: está formada por partículas que interaccionan. Tanto entre partículas iguales (de una misma sustancia), como diferentes (de sustancias distintas) existen fuerzas de atracción, que en forma genérica se denominan fuerzas de adhesión.

Por lo tanto, una prenda queda manchada si las fuerzas de adhesión entre las partículas que forman el material y las partículas de la mancha son más intensas que las interacciones entre las partículas que cada uno posee.

Se puede analizar, análogamente, el **proceso de disolución**, en donde una sustancia será soluble en un determinado solvente si la atracción entre sus partículas (moléculas o iones) y las del solvente son más intensas que las que cada uno posee entre las propias.

En definitiva, las manchas que se quitan con un lavado tradicional son aquellas que están constituidas por sustancias solubles en agua y jabón.



## Transformaciones químicas

*Transformar*, según el diccionario es: "...hacer cambiar o mudar de forma...".

Como primera aproximación, se puede decir que una transformación química es un proceso donde uno o más materiales cambian a otro u otros diferentes, alterándose las propiedades de origen.

Estos cambios ocurren en las situaciones más cotidianas: cuando encienden la hornalla de la cocina, cuando caminan hacia la escuela, e incluso cuando piensan o se enamoran.

En las páginas siguientes se analizarán procesos de distintos ámbitos pero que tratan el mismo tema: las transformaciones químicas.



La oxidación es un cambio químico.



Al cocinar los alimentos se producen reacciones químicas.



### Sorprendente ►

Existe una leyenda árabe que cuenta que el hierro era de origen celestial. Los árabes rumoreaban que en el desierto de Arabia llovían gotas de oro del cielo. Luego, estas se transformaban en plata en la tierra, y después en hierro negro como castigo a los que intentaban apoderarse de los tesoros enviados del cielo.

Los pueblos antiguos extraían el hierro de los meteoritos.

Como estos se asociaban con las estrellas (*siderus*, en latín, de donde proviene también el castellano "sideral") se terminó llamando "siderurgia" al proceso de obtención del hierro.



### Más transformaciones químicas, algunas indeseables

Los óxidos de azufre son sustancias emitidas por algunas fábricas y vehículos. Estos compuestos se transforman en pequeñas gotas de ácido sulfúrico al combinarse con el vapor de agua del aire. Cuando estas gotas se mezclan con el agua de la lluvia se forma la lluvia ácida, que tiene consecuencias nefastas. Por ejemplo, modifica las características del suelo y

puede provocar la muerte de la flora del lugar, afectando a su vez a la fauna que allí habita. También contamina ríos y lagos, causando la muerte de peces y otros seres vivos acuáticos sensibles a estos cambios. Además, las obras de arte construidas en piedra y mármol son deterioradas por la lluvia ácida.

Las primeras gotas de lluvia ácida tienen una alta concentración de ácido y atacan también a las fibras de nailon. La estructura química de este material es destruida por un proceso llamado hidrólisis ácida (es la ruptura debida al agua con elevada acidez).



Efectos de la lluvia ácida en el Partenón, Grecia.

### Actividades



1. Supongan que se plantea la siguiente situación:

Cerca de la escuela hay un hermoso espejo de agua y frondosos árboles perfuman especialmente la región. Un grupo de empresarios quiere montar una fábrica de pasta de papel cerca de allí. Ellos ofrecen puestos de trabajo a los pobladores y el uso del vapor de agua del lago, que sería una fuente de energía para proveer electricidad.

Formen grupos de cinco integrantes y formulen argumentos a favor y en contra de la propuesta, si fueran...

- a. los inversionistas;
- b. las autoridades regionales;
- c. los pobladores.

Fundamenten sus posiciones. Para ello, recurran a información confiable, realicen una búsqueda bibliográfica y por Internet de los inconvenientes y las ventajas que traería aparejados la situación planteada. Pongan en común sus puntos de vista a través de un respetuoso debate.



## Las sustancias y las reacciones: "transformaciones amigables"

El estado de enamoramiento desencadena una cascata de reacciones químicas. Sucede que en determinadas regiones del cerebro se liberan como respuesta a un estímulo concreto, ciertas moléculas llamadas neurotransmisores. Estos traen como consecuencia la propagación de sustancias como las endorfinas y la serotonina. Como resultado, en los enamorados se produce un estado de bienestar, psíquico y orgánico.

Otro ejemplo de transformaciones químicas amigables se da en los animales, cuando instintivamente se lamen las heridas. Esto ayuda en el proceso de curación, ya que en la saliva hay sustancias con propiedades desinfectantes. Entre estas, la principal es la lisozima, que acelera la destrucción de las paredes celulares de algunos microorganismos.

Las lágrimas también poseen propiedades desinfectantes por su contenido de lisozima. Sin embargo, su poder bactericida es muy bajo y solo es capaz de destruir gérmenes relativamente inofensivos.



Existen neurotransmisores estimulantes como las catecolaminas y la feniletilamina, y otros que evitan el estrés, como las endorfinas. Los primeros producen un aumento de la actividad motriz y elevan la energía física y la lucidez, respectivamente. Los segundos actúan como calmantes naturales.

La lisozima fue descubierta en 1922 por Alexander Fleming. Se encontró principalmente en la clara de huevo, de donde fue aislada, en la leche materna en menor proporción, y en la leche vacuna donde el contenido de lisozima es aun menor.

Se usa principalmente por su acción desinfectante, aunque en Japón también se utiliza como aditivo alimentario en derivados de pescados y mariscos, y en España se usa en quesos fundidos.

## Química en la vida cotidiana

En la página 108 de este capítulo se puede ver a una mujer que está amasando, y al mismo tiempo está cocinando alimentos sobre una hornalla encendida, cuya llama es de color azul.

Después de todo lo analizado y visto a lo largo del capítulo, se puede inferir que allí suceden transformaciones químicas.

Si la masa fuera para hacer de 4 a 5 pizzas, ella necesitaría (y también ustedes):

- ▶ 1 kg de harina común;
- ▶ 1 taza grande de agua;
- ▶ 50 g (un cubito) de levadura\*;
- ▶ 1/2 cucharadita de sal de mesa;
- ▶ repasador;
- ▶ papel film (plástico usado en la conservación de los alimentos).



## Glosario

**levadura:** hongos microscópicos que producen fermentaciones.





En la harina de trigo hay dos proteínas, llamadas gliadina y glutenina, que cuando son simultáneamente hidratadas forman una masa esponjosa, adhesiva y elástica que contiene **gluten**.

La palabra fermento proviene del latín *fervere* que significa "hervir".

### Para la elaboración de las pizzas:

Coloquen en un recipiente la harina y la sal. Mézclenlas.

Por otro lado, en un tazón, desgranen la levadura y agreguen una taza de agua tibia (que no esté ni hervida ni fría, debe estar a unos 37 °C); se aconseja agregar una cucharada de azúcar para acelerar el proceso.

Cubran el tazón con papel film y un repasador, y déjenlo en un lugar tibio, por ejemplo cerca de la hornalla encendida, durante alrededor de 15 minutos. Después, descúbranlo.

Distribuyan en forma de corona la harina y la sal mezcladas en el recipiente, y en su centro coloquen el fermento previamente obtenido.

Amasen la preparación hasta obtener una masa lisa y elástica.

Dejen reposar la masa en el mismo lugar calentito hasta que tenga el doble del volumen original.

Ahora sí, pueden distribuirla en las pizzeras previamente aceitadas y hornearlas para precocerlas.

### Explicación de los cambios observados

Para explicar los cambios químicos ocurridos, es necesario saber que las levaduras son hongos formados por una célula esférica. Estos microorganismos, que no pueden verse a simple vista pero sí con ayuda de un microscopio, viven en lugares donde abundan los azúcares, por ejemplo en la superficie de las uvas.

Como todos los seres vivos, las levaduras tienen capacidad de reproducirse. Para esto necesitan un ambiente cálido y húmedo y "alimento" (azúcar). En el proceso que se produce mientras la masa está en contacto con la levadura (que es la que aporta los fermentos) se obtienen energía, etanol y dióxido de carbono. Este gas es el responsable de que la masa se torne más esponjosa. El dióxido de carbono (gaseoso) se mantiene "atrapado" dentro de la masa por el gluten que se formó al amasar la harina con el agua.

Una de las levaduras más conocidas es la de cerveza, utilizada para elaborar la masa para pizzas, y también para elaborar cerveza, pan y algunos vinos.

### Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

- a. ¿Por qué el agua que se agrega a las levaduras debe ser tibia?
- b. ¿Por qué es necesario añadir azúcar?

- c. ¿Se podría reemplazar el azúcar por una cucharada de harina? ¿Por qué?
- d. Averigüen si un celíaco podría comer esta pizza.

### Para conocer más

Garritz A., *Química*, Estados Unidos, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.

Vivar J. y otros, *Ciencias químicas III y IV Educación media*, Chile, Santillana, 1995.

Loesching L. V., *Experimentos sencillos de química*, Ontro, Barcelona, 2001.

Córdova Frunz, J. L., "La química y la cocina", *Colección La ciencia para todos N° 93*, México, Fondo de Cultura Económica, 2008.

Calcagno, J. y Lovrich, G. *El mar. Hizo falta tanta agua para disolver tanta sal*, Buenos Aires, Siglo XXI y Universidad Nacional de Quilmes Editorial, 2004. Colección "Ciencia que ladra".



## Ideas básicas

- ▶ Las mezclas se producen cuando diferentes materiales se ponen en contacto sin que estos se modifiquen.
- ▶ Existen mezclas heterogéneas y homogéneas.
- ▶ En las mezclas heterogéneas se distinguen sus partes llamadas fases, que pueden ser separadas por varios métodos como la tría, la disolución, la filtración, la decantación, la tamización y la imantación.
- ▶ Las mezclas homogéneas presentan una sola fase y se denominan soluciones. Si contienen agua se llaman soluciones acuosas.
- ▶ Los componentes de una solución pueden separarse usando métodos como la destilación, la cristalización y la cromatografía.
- ▶ Una reacción química es una transformación que produce cambios en los materiales que componen el sistema, y se obtiene como resultado otro u otros materiales, diferentes a los iniciales.

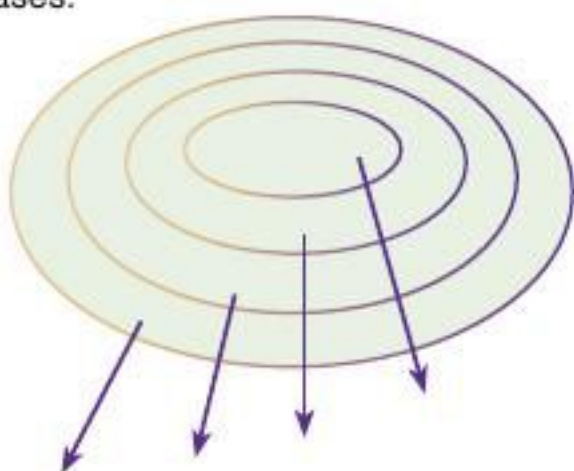
## Actividades de integración

1. Respondan nuevamente las preguntas del inicio del capítulo

2. **a.** Armen una red conceptual que reúna y relacione los principales conceptos de este capítulo.

**b.** Elaboren un cuadro de diferencias entre una mezcla homogénea y una heterogénea.

**c.** En el siguiente diagrama ubiquen los siguientes términos: sistema material, componentes, mezcla heterogénea, fases.



3. Respondan basándose en las interacciones entre partículas.

**a.** ¿Qué se logra al agitar el envase que contiene el desmaquillante bifásico? Representen con el modelo cinético-corpúscular lo que ocurre antes y después.

**b.** ¿Por qué ambos líquidos se separan nuevamente al dejar quieto el frasco?

**c.** Expliquen por qué algunas manchas en la ropa no pueden quitarse con agua jabonosa, pero sí pueden removerse con otros solventes.

**d.** ¿De qué se tratará la llamada "limpieza a seco"?

4. Expliquen, según lo aprendido, por qué no corremos peligro de disolución cuando nos bañamos.

5. Ante el conocido llamado ¡A tomar la leche! se podría responder: ¿Cuál? A continuación tienen una copia de dos etiquetas de leche, cuya información se quiere analizar.

Lean la información de las siguientes etiquetas y respondan en grupo.

**a.** ¿Qué semejanzas y qué diferencias hay entre la composición de las leches según el cuadro?

**b.** ¿Cuántos vasos de cada una deberían beber para incorporar en el organismo 1 g de calcio, si cada vaso contiene 200 cm<sup>3</sup>?





Leche larga vida, con calcio, descremada	Leche parcialmente descremada, con calcio
Cada 100 mL contiene aproximadamente: Grasas totales: 0 Proteínas: 3,2 g Glúcidos: 9,4 g Calcio: 260 mg Sodio: 100 mg	Composición aproximada cada 100 mL: Proteínas: 4,3 g Glúcidos: 4,7 g Grasas totales: 1,5 g Calcio: 160 mg Fósforo: 95 mg

6. Las minas de los lápices se fabrican con grafito y arcilla. Cuanto mayor proporción de grafito contienen, más blando y más oscuro es el trazo. A cada lápiz se le graba una letra en la cubierta de madera, "H" o "B". La "H" (de la palabra inglesa *hard*) indica que el lápiz es duro. La "B" (de la palabra inglesa *black*, "negro", por el color más oscuro del trazo que se obtiene) indica que el lápiz es blando.

De acuerdo con esa información, las minas de los lápices, ¿están hechas de una sustancia o de una mezcla? Justifiquen su respuesta.



7. Un suero salino tiene una concentración en cloruro de sodio de 40 g de soluto/L de suero. ¿Cuál será el volumen de suero necesario, expresado en mL, para que la cantidad de cloruro de sodio suministrada sea de 50 mg?

8. La graduación alcohólica de una bebida indica los mL de etanol que hay en 100 mL de bebida. Se suele expresar en °GL (grados Gay Lussac) o, lo que es igual, en %V/V (se lee porcentaje volumen-volumen) o en %Vol (se lee porcentaje en volumen).

En la actualidad, los conductores de los vehículos que circulan por la calle suelen ser detenidos al azar y controlados por oficiales de la policía, para detectar si están alcoholizados o no.

Para esto, se les hace un test o prueba que consiste en lo siguiente: se les hace soplar dentro de un tubo descartable, que contiene dicromato de potasio (una sal de color amarillo-anaranjado). Si el aliento contiene etanol (alcohol etílico) la sal reacciona virando (cambiando su color) a verde. La intensidad del verde está directamente relacionada con la concentración de etanol en el aliento del conductor.

El límite máximo permitido para conducir un vehículo en la Argentina, de acuerdo con la ley 24.449, es de 0,05 mL de alcohol etílico por litro de sangre.

Teniendo en cuenta toda la información, analicen los siguientes casos.

a. Una persona adulta ha tomado 2 copas de vino (de 300 mL), cuya graduación alcohólica es de 12%V/V. Si todo el alcohol incorporado ingresa al torrente sanguíneo (consideren 5 litros de sangre), ¿se encuentra esta persona en condiciones de manejar?

b. El 8 de octubre de 2006, nueve alumnos y una profesora de la escuela Ecos, de la ciudad de Buenos Aires, murieron cuando el micro en el que viajaban chocó contra un camión en Santa Fe. Se informó, tras la autopsia, que el conductor del camión, también fallecido, tenía alto grado de alcohol en sangre. Fuente: DERF / Agencia de Noticias (*Primera Plana*, Santa Fe 17-11-06).

¿Cuántas copas de vino (13 °GL) debió haber bebido (como mínimo) el conductor?

9.a. Busquen y recorten fotos de revistas y diarios donde se observen procesos de transformaciones químicas en la naturaleza, en la industria y en el cuerpo humano.

b. ¿Por qué los consideraron transformaciones químicas y no simples mezclas?

c. Si esas fotos fueran parte de este capítulo, ¿dónde las ubicarían? ¿Por qué? Escriban un epígrafe que resulte adecuado para cada una de las imágenes seleccionadas.

10. Un joyero quiere fabricar un anillo formado por dos argollas iguales, de 0,7 g cada una, con los llamados oros rojo y amarillo, aleaciones que contienen diferentes proporciones de oro, plata y cobre. En 100 g de oro rojo hay 75 g de oro y 25 g de cobre, mientras que en 100 g del llamado oro amarillo hay 75 g de oro, 12,5 g de cobre y 12,5 g de plata. ¿Cuántos gramos de cobre, de oro y de plata necesita para hacer cada una de las argollas?

11. Un sobre contiene 35 g de un polvo para preparar 1 litro de jugo. ¿Cuántos sobres se necesitarán para preparar 3 litros y medio de jugo?



# Sustancias y reacciones químicas

7

## Contenidos

- > Reacciones de descomposición y de síntesis
- > Sustancias compuestas y simples
- > Elementos
- > Modelo atómico molecular
- > Introducción al lenguaje simbólico de los químicos
- > Clasificación de los elementos. La tabla periódica



Un día, la mamá de Mariela se lastimó un dedo mientras cortaba los tomates para preparar una ensalada. Entonces, le pidió a su hija que le alcanzara agua oxigenada para desinfectarse la herida. Mariela se la trajo enseguida, y cuando curiosa se acercó a observar lo que pasaba, vio que del agua oxigenada que estaba sobre la herida se desprendían burbujas.

Por la tarde, Mariela le compró a su abuela un yogur natural, de esos que dicen “sin sabor”. La abuela agregó una cucharadita de yogur a unos vasos de leche y puso todo en una yogurtera durante 4 horas. Luego de este tiempo, para sorpresa de Mariela, la leche se había transformado en yogur.

Mariela había comenzado a estudiar algo de Química en la escuela, y se preguntó si estas dos situaciones serían reacciones químicas, y cómo las podría explicar.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/FQ1C7](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C7)



## EN ESTE CAPÍTULO...

Se explicarán algunas interacciones y transformaciones que se producen en el mundo de los materiales. También se presentarán diferentes tipos de mezclas y de reacciones químicas.



## Las transformaciones químicas

Cuando hablamos de transformaciones químicas, habitualmente pensamos que solo ocurren en un laboratorio o en la industria, ambientes que poco tienen que ver con la vida cotidiana. Sin embargo, es importante saber que en realidad, las transformaciones o reacciones químicas están presentes en todo momento y en todo lugar.

Veamos algunos ejemplos de reacciones químicas que se producen en la vida diaria:

► **La fermentación láctica.** En esta reacción química se basa la elaboración del yogur.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el yogur es "una leche coagulada que se obtiene por la fermentación láctica ácida, debida al *Lactobacillus bulgaricus*, al *Lactobacillus casei* y el *Streptococcus thermophilus*, que contiene un mínimo de 100 millones de microorganismos vivos por gramo de yogur". Durante este proceso, los microorganismos mencionados que son bacterias\*, permiten que la lactosa (llamada también azúcar de leche) origine ácido láctico, que provoca la precipitación de la caseína (que es una proteína de la leche)



Hoy en día se comercializan distintos tipos de yogur.

► **La fotosíntesis.** Esta reacción química ocurre en las hojas de las plantas, las cuales contienen un pigmento llamado clorofila, que es el responsable del característico color verde.

La fotosíntesis se produce en los cloroplastos de las células de los vegetales, y requiere la luz solar que para que ocurra. Durante este proceso, el dióxido de carbono y el agua se transforman en glucosa y oxígeno.

### Glosario

**bacterias:** microorganismos unicelulares que se presentan en varias formas como esferas, barras o espirales. Estos seres vivos tienen una longitud de entre 0,0005 y 0,005 milímetros.

### Actividades

1. Reúnanse en grupos, discutan las siguientes preguntas, y elaboren una síntesis de las respuestas acordadas entre todos.

- a. ¿Por qué piensan que se necesita luz para que se produzca la fotosíntesis?
- b. ¿Por qué suponen que es necesario tener espacios verdes en la ciudad?

### Historia del yogur

Existen evidencias de que el yogur ha comenzado a elaborarse desde hace 4.500 años. Los primeros en preparar este alimento fueron los búlgaros, un pueblo nómada que tenía por costumbre transportar la leche en unas bolsas de cuero de cabra. Se cree que los primeros yogures se formaron por la acción de bacterias presentes en estas bolsas. Por ese entonces, las tribus que poblaban las estepas del este de la actual Europa hicieron conocer este alimento en el área mediterránea (Turquía y Grecia).

Posteriormente, las campañas militares de egipcios, griegos, romanos y fenicios permitieron que este alimento se conociera en el oeste del continente. Los primeros libros árabes indicaban la forma de prepararlo y lo consideraban un manjar. En la India lo llamaban *dahi*. Galeno, médico griego del siglo II, pensaba que era muy beneficioso para malestares del estómago, y Dioscórides (un botánico de la antigua Grecia, que vivió en el siglo I a.C.) lo recomendaba contra enfermedades hepáticas y como depurativo general.




## Una vuelta sobre el modelo cinético-corpúscular

En el capítulo anterior se han presentado algunas transformaciones de la materia, tanto químicas como físicas. En las **transformaciones físicas**, las sustancias conservan su identidad. Por ejemplo, cuando el agua líquida hierve, se transforma en vapor de agua (en estado gaseoso), mientras que cuando solidifica, se transforma en hielo (estado sólido). En estos casos, antes y después del cambio de estado, la sustancia sigue formada por las mismas partículas: moléculas de agua. Esto significa que su estructura, constituida por un átomo de oxígeno unido a dos átomos de hidrógeno, no se modifica durante el cambio.

Los estados de la materia y sus cambios de fase pueden representarse utilizando el **modelo cinético-corpúscular**, como también se ha visto en el capítulo anterior.

Las moléculas de agua o de cualquier otra sustancia molecular pueden ser representadas mediante modelos, como los que siguen. Estos permiten visualizar cómo se pueden imaginar las disposiciones espaciales de las moléculas de agua en cada estado de agregación.

		
<p>Los glaciares como el Perito Moreno (ubicado en el Parque Nacional Los Glaciares, en el sudoeste de la provincia de Santa Cruz) están formados por hielo.</p>	<p>El agua que bebemos, está en estado líquido.</p>	<p>Aunque no lo podamos ver, en el aire hay agua en estado de vapor.</p>
<p>Agua en estado sólido</p>	<p>Agua en estado líquido</p>	<p>Agua en estado de vapor</p>

### Modelos que representan la molécula de agua:

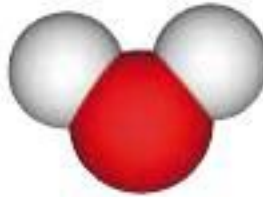
en rojo, los átomos de oxígeno; en blanco, los átomos de hidrógeno.



Modelo de esferas y palitos.



Modelo de palitos.



Modelo de esferas compactas.

Si bien los átomos no tienen un color determinado, por convención se los representa con los siguientes colores: negro-átomo de carbono; blanco-átomo de hidrógeno; rojo-átomo de oxígeno.



El peróxido de hidrógeno (o agua oxigenada) en altas concentraciones se usa en la industria para blanquear telas y pasta de papel, y como componente de combustibles para cohetes. También, para fabricar espuma de caucho.

## ¿Qué es una reacción química?

En el capítulo anterior hemos visto algunos ejemplos de **transformaciones químicas**, es decir, cambios en los que a partir de ciertas sustancias iniciales se originan otras diferentes.

En el inicio de este capítulo se relata el uso que le da la mamá de Mariela al agua oxigenada. Al aplicar la solución de agua oxigenada en agua sobre una herida sangrante, se observa el desprendimiento de burbujas. Esto ocurre porque la sangre contiene una sustancia denominada catalasa, una enzima que aumenta la velocidad de la reacción de descomposición del agua oxigenada.

### Actividades experimentales

#### Descomposición del agua oxigenada

##### Necesitarán:

- ▶ tubos de ensayo;
- ▶ dióxido de manganeso o un trocito de hígado crudo;
- ▶ solución acuosa de agua oxigenada de 20 volúmenes;
- ▶ espátula o cucharita de plástico;
- ▶ pajita de escoba;
- ▶ fósforos.

**Paso 1.** Busquen información acerca del agua oxigenada.

- ¿Dónde puede adquirirse?
- ¿Qué aplicaciones tiene?
- Registren la información indicada en los envases de las soluciones de agua oxigenada que se compran en farmacias y perfumerías.

El dióxido de manganeso agregado a la solución acuosa de agua oxigenada aumenta su velocidad de descomposición, del mismo modo que lo hace la catalasa (enzima presente en la sangre).

**Paso 2.** Propongan un diseño experimental para observar la descomposición del agua oxigenada.

**Paso 3.** ¿Cómo podrían verificar que se desprende oxígeno?

**Paso 4.** Discutan las propuestas de los diferentes grupos. Junto con el docente acuerden cómo realizar el experimento y realícenlo en grupos.

**Paso 5.** Registren sus observaciones.

Al descomponerse el agua oxigenada, se forma oxígeno, que se reconoce fácilmente al colocar una astilla encendida en la boca del tubo, pues la hace arder con una llama brillante.

Cuando se produce una reacción química, la identidad de los reactivos no se conserva; en el caso del agua oxigenada que hemos visto previamente, se forman otras dos sustancias: el agua y el oxígeno.

El experimento anterior se trata de una reacción química de **descomposición**, es decir, una reacción en la cual a partir de una sustancia se obtienen dos o más sustancias nuevas. Estas pueden ser **sustancias simples**, como el caso del oxígeno, o **sustancias compuestas** como el agua.

A partir del agua se puede obtener hidrógeno y oxígeno, porque el agua es una sustancia compuesta. A partir del hidrógeno no se puede obtener otras sustancias, porque el hidrógeno es una sustancia simple.

¿Cómo se representa o explica esto mediante modelos? ¿Alcanza con usar el modelo corpuscular tal como se presentó hasta ahora? Si las sustancias cambian, ¿no se estarán produciendo cambios en las partículas o corpúsculos que las constituyen? ¿Cómo evolucionaron los modelos para representar las partículas que forman la materia?



# Un poco de historia... sobre átomos y moléculas

Desde la Antigüedad, los seres humanos se han hecho preguntas del tipo ¿cómo están formados los materiales? o ¿por qué se producen determinadas transformaciones? Sin embargo, las explicaciones racionales solo comenzaron a esbozarse en el siglo xvi.

No fue hasta principios del siglo xix cuando John Dalton habló por primera vez de "elemento", y buscó relacionarlo con el concepto de átomo a través de su **teoría atómica** (1803). De acuerdo con ella, Dalton estableció:

► La materia está constituida por partículas indivisibles, indestructibles y que no se pueden crear, llamadas **átomos**.

► Los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí, ya que

presentan el mismo peso e idénticas propiedades.

► Los átomos de distintos elementos tienen distintas propiedades y distintas masas.

► Los compuestos están formados por átomos compuestos provenientes de la unión de átomos de diferentes elementos.

► Los átomos no se crean ni se destruyen al producirse una reacción química, solo se redistribuyen.



Símbolos y fórmulas de Dalton.



## John Dalton

Este científico inglés nació en 1766 en Cumberland. Se dedicó al estudio de la Física, la Química y la Matemática. Desde muy joven, enseñó Ciencias en escuelas básicas. Sus primeros estudios fueron en la rama de la Meteorología, en la que desarrolló una labor de observación y registro de datos. La atómica no fue su única teoría; también elaboró otras relacionadas con la proporción de los elementos en las sustancias y las presiones que ejercen los gases en un recinto. Además, propuso un sistema de representación de símbolos y fórmulas.

Por su labor científica fue galardonado con importantes premios de la Royal Society de Londres y de la Academia de Ciencias de Francia.

## Actividades

1. De acuerdo con las ideas vistas a lo largo de estas páginas, respondan en grupo las siguientes preguntas:

a. ¿Cuáles son las principales objeciones que podrían hacerse hoy a la teoría atómica de Dalton?

b. ¿Con qué concepto podrían relacionar lo que Dalton llamaba "átomos compuestos"?

2. Pregúntenles al menos a cinco personas qué significa para ellos la palabra "elemento", y luego:

a. Registren las respuestas.

b. Busquen la definición de elemento en un diccionario, en varios libros y en Internet (anoten las páginas de donde toman la información).

c. Comparen entre ustedes la información obtenida y discutan acerca de la polisemia del lenguaje y de la utilidad de tener un lenguaje común en cada disciplina.



## Átomos y moléculas a través de la historia

En la época de Dalton, ya se sabía que la relación entre el volumen de una masa gaseosa con la presión y la temperatura no dependía de la sustancia de la que se tratara. Esto llevó a los científicos a suponer que en volúmenes iguales de gases diferentes debía haber igual número de partículas.

De acuerdo con la teoría atómica de Dalton, los átomos eran indivisibles. Por lo tanto, al reaccionar por ejemplo  $1 \text{ dm}^3$  de hidrógeno con  $1 \text{ dm}^3$  de cloro, se debería obtener  $1 \text{ dm}^3$  de cloruro de hidrógeno. Esto se podría representar con modelos de la siguiente forma:



### Glosario

**modelización:** uso de modelos para explicar.

No se pretende representar el número real de átomos, sino solo indicar que en volúmenes iguales habría igual número de átomos.

El problema surgió cuando los resultados de los experimentos realizados no coincidieron con las predicciones: a partir de  $1 \text{ dm}^3$  de hidrógeno y  $1 \text{ dm}^3$  de cloro se obtenían  $2 \text{ dm}^3$  de cloruro de hidrógeno (todos en estado gaseoso, y a una determinada temperatura y presión). Hoy se pueden explicar los resultados experimentales de acuerdo con la siguiente modelización\*:



El científico italiano Amadeo Avogadro (1776-1856) explicó en una publicación en 1811 que la aparente contradicción entre los resultados experimentales y la teoría atómica de Dalton podía superarse si se consideraba que las partículas que formaban las sustancias no eran átomos individuales, sino un número entero de ellos.

### Actividades

1. A partir de la observación de los modelos moleculares presentados anteriormente, ¿cómo explicarían qué es una sustancia simple? ¿Y una compuesta?
2. Dados los siguientes modelos, indiquen si estos representan moléculas de sustancias simples o compuestas.

Las moléculas de **cloro** están formadas por **dos átomos de cloro**.



Las moléculas de **amoníaco** están formadas por **un átomo de nitrógeno y tres de hidrógeno**.



Las moléculas de **metano** están formadas por **un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno**.



Las moléculas de **hidrógeno** están formadas por **dos átomos de hidrógeno**.





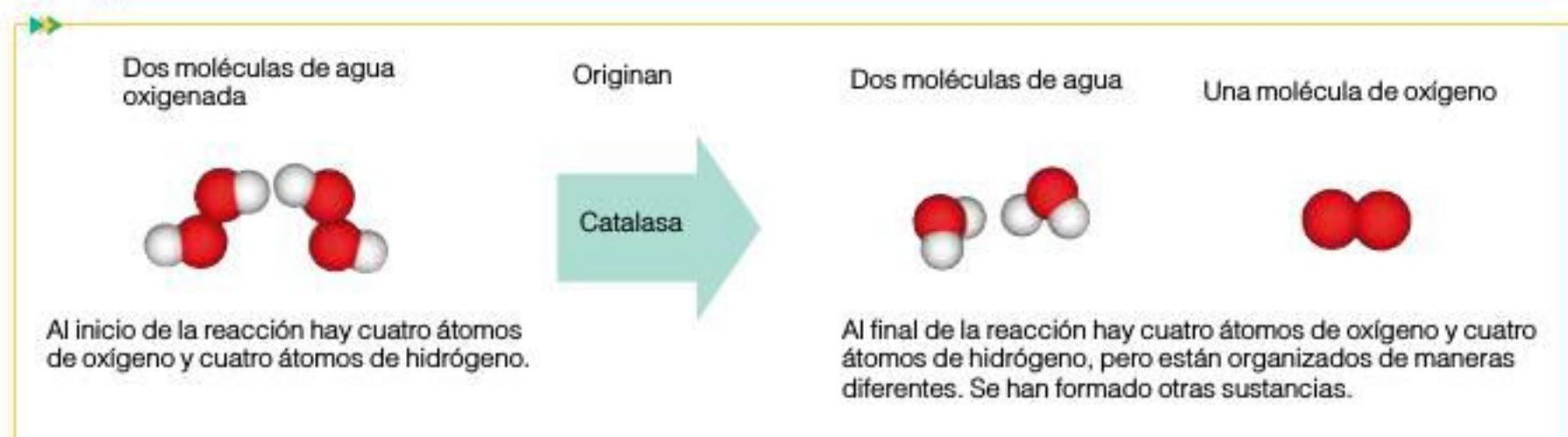
La novedad introducida fue considerar que las partículas de las sustancias simples también podían ser agrupaciones de átomos, pero del mismo tipo de átomo. Avogadro propuso llamar **moléculas** a estas agrupaciones de átomos, y de aquí surgió la **teoría atómico-molecular** que postula:

- ▶ las sustancias están formadas por pequeñas partículas llamadas moléculas, que están constituidas por átomos; las moléculas de una sustancia son iguales entre sí y son diferentes de las de otras sustancias;
- ▶ las moléculas de las sustancias simples están formadas por átomos de un mismo elemento y las de las compuestas, por átomos de por lo menos dos elementos;
- ▶ al producirse una reacción química, se provocan cambios en los tipos de moléculas, pero no en el número y tipo de átomos;
- ▶ en una reacción química hay un reordenamiento de átomos.

### Modelos para explicar transformaciones químicas

Si bien los postulados de Avogadro fueron considerados por la comunidad científica cincuenta años después de haber sido propuestos, tanto sus trabajos como los de Dalton permitieron avanzar en la comprensión de los fenómenos químicos.

Volviendo a la reacción de descomposición de agua oxigenada, ¿cómo podría explicarse esta a nivel atómico-molecular?



En una reacción química se reordenan los átomos y se forman nuevas moléculas, es decir, se rompen unos enlaces entre átomos y se forman otros. Entonces, podemos decir que al producirse una reacción química:

- ▶ no se conservan la identidad de los reactivos (en este caso el agua oxigenada) sino que se forman sustancias diferentes (el agua y el oxígeno);
- ▶ se conservan el número y el tipo de átomos.

### El lenguaje de los químicos I: los símbolos

En cualquier sociedad, las personas usan símbolos y signos para comunicarse.

Los químicos emplean un lenguaje universal entendido por todos los químicos de cualquier país, cualquiera sea el idioma que usen en su vida cotidiana. Esto surge de la necesidad de tener un lenguaje propio para poder representar fenómenos, sustancias o transformaciones que se entiendan en todo el mundo.

Hoy en día, en todo el mundo los elementos químicos se representan a través de símbolos, como vimos en el capítulo 1. Sin embargo esto no siempre fue así.

### Actividades

1. Tengan en cuenta la representación de esta página y respondan:

- a. ¿Se conservan las moléculas de reactivos?
- b. ¿Se conservan los elementos?
- c. ¿Se conserva el número total de átomos antes y después de la reacción?



En la vía pública se observan muchos carteles con dibujos que indican o advierten sobre algo.



El elemento hierro agrupa a todos los átomos de hierro; el elemento azufre agrupa a todos los átomos de azufre.

### Actividades

1. Busquen y escriban los símbolos químicos del calcio, el cobre, el cesio, el cobalto y el cerio.
2. Completen el siguiente cuadro. Para poder hacerlo busquen la información necesaria en la tabla periódica o en Internet.

Elemento	Símbolo
Sodio	Na
Oro	
	Ag
Níquel	
	F





### Los elementos, sus nombres y sus símbolos

Muchas sustancias están formadas por moléculas que, a su vez, están constituidas por un número determinado de átomos. Los átomos iguales pertenecen a un determinado **elemento químico**.

Cada elemento químico se representa en todos los países del mundo con una letra (o dos), que en muchos casos se corresponde con la inicial de su nombre en griego o latín. Por ejemplo, el elemento carbono se representa con la letra **C**.

Como existen otros elementos cuyos nombres también empiezan con la letra C, por ejemplo el cromo, existen símbolos de dos letras (en este caso **Cr**), para poder diferenciarlos del carbono.

Muchos elementos tienen nombres que derivan del **griego** o del **latín** y se relacionan con alguna propiedad de esos átomos o de las sustancias que forman. Veamos algunos ejemplos en la siguiente tabla:

Elemento	Origen del nombre	Modelo que representa sus átomos*	Símbolo que lo representa
Hidrógeno	Del griego <i>hydro</i> y <i>genes</i> "generador de agua".		H
Mercurio	Del latín <i>hydrargyrum</i> "plata líquida".		Hg
Bromo	Del griego <i>brōmos</i> , "fetidez", por su olor desagradable y penetrante.		Br
Calcio	Del latín <i>calx</i> "cal".		Ca

(\*) Los tamaños guardan la relación real, los colores son arbitrarios.

### El universo y el nombre de los elementos

Algunos elementos conocidos desde la Antigüedad, como el plomo, el hierro, el cobre y el mercurio, eran entonces asociados con los planetas. Pero estas relaciones variaban de acuerdo con el autor, lo que hacía más complicada la comunicación entre los alquimistas.

A pesar de todo, algunas de las relaciones, como la del Sol y el oro o la Luna y la plata, eran más generalmente aceptadas. Luego, con el descubrimiento de nuevos metales, estas vinculaciones entre objetos terrestres y celestes comenzaron a perder vigencia.

Sin embargo, la tradición de usar nombres de planetas para los elementos ha continuado hasta nuestro siglo. Por ejemplo, los nombres neptunio y plutonio derivan de Neptuno y Plutón. El helio, por su parte, viene del nombre griego del Sol (Helios), porque este gas fue encontrado por primera vez al analizarse la atmósfera solar.



## El lenguaje de los químicos II: las fórmulas

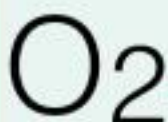
Cuando los químicos necesitan representar sustancias, lo hacen utilizando **fórmulas químicas**.

Las sustancias están formadas por elementos; las fórmulas se escriben usando los símbolos que los representan.

A continuación veamos algunos ejemplos.



La sustancia oxígeno se representa con la siguiente fórmula:



La letra O representa los átomos de oxígeno.

El número 2 indica la cantidad de átomos de oxígeno presentes en una molécula.

### Características observables de la sustancia oxígeno

► A temperatura ambiente y presión atmosférica normal, es un gas incoloro, transparente e inodoro. Su punto de fusión es  $-218\text{ }^{\circ}\text{C}$  y su punto de ebullición es  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El oxígeno representa el 21% del aire, esto significa que cada 100 litros de aire, 21 litros corresponden al oxígeno.



► Para representar su estructura se emplean varios modelos moleculares, como el de esferas compactas.

► Cada molécula de la sustancia simple oxígeno está formada por dos átomos del elemento oxígeno.

Se dice que las sustancias oxígeno y ozono son **variedades alotrópicas** del elemento oxígeno.



La sustancia ozono se representa con la siguiente fórmula:



La letra O representa los átomos de oxígeno.

El número 3 indica la cantidad de átomos de oxígeno presentes en una molécula.

### Características observables de la sustancia ozono

► A temperatura ambiente y presión atmosférica normal, es un gas incoloro, de olor irritante. Su punto de fusión es  $-197,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y su punto de ebullición es  $-111,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se lo conoce porque su presencia en la estratósfera impide la llegada a la Tierra de la radiación UV de alta energía.



► Para comprender su estructura, se usan varios modelos moleculares, como el de esferas compactas.

► Cada molécula de la sustancia simple ozono está formada por tres átomos del elemento oxígeno.

## Actividades

1. Con la tabla periódica a mano, anoten los símbolos de cada uno de los siguientes elementos:

osmio, germanio, bromo, cesio, plomo, hidrógeno, selenio, circonio, francio, actinio y bismuto.

2. El amoníaco se usa en la fabricación de productos desengrasantes para la cocina. Su fórmula molecular

es  $\text{NH}_3$ . El metano es el principal componente del gas natural que usamos para cocinar y calentar las casas.

Su fórmula molecular es  $\text{CH}_4$ .

Para cada sustancia, indiquen cuáles son los elementos que las forman y el número de átomos de cada uno de ellos en sus respectivas moléculas.



El farmacéutico francés Joseph L. Proust (1754-1826) comenzó a realizar experimentos con el objetivo de determinar la relación entre las masas de cada elemento en una sustancia. Por ejemplo, en el agua la proporción en masa entre los elementos es: por 1 g de hidrógeno, 8 g de oxígeno o, lo que es lo mismo, por 2 g de hidrógeno, 16 g de oxígeno. Por lo tanto, para el agua:

$$\frac{\text{masa de oxígeno}}{\text{masa de hidrógeno}} = \frac{8 \text{ g}}{1 \text{ g}}$$

$$= \frac{16 \text{ g}}{2 \text{ g}} = 8 = \text{constante}$$

En cambio, en el peróxido de hidrógeno hay 2 g de hidrógeno cada 32 g de oxígeno o, lo que es lo mismo, 1 g de hidrógeno cada 16 g de oxígeno. Para el agua oxigenada:

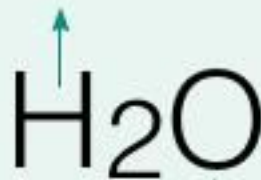
$$\frac{\text{masa de oxígeno}}{\text{masa de hidrógeno}} = \frac{16 \text{ g}}{1 \text{ g}}$$

$$= \frac{32 \text{ g}}{2 \text{ g}} = 16 = \text{constante}$$

Proust enunció que todo compuesto está formado por determinados elementos en determinada proporción en masa. Esta ley se conoció con el nombre de **Ley de las Proporciones Definidas**.

La sustancia agua se representa con la siguiente fórmula:

La letra H representa los átomos de hidrógeno



El número 2

indica el número de átomos de hidrógeno presentes en una molécula.

La letra O

representa los átomos de oxígeno.

La sustancia agua oxigenada se representa con la siguiente fórmula:

La letra H

representa los átomos de hidrógeno.

La letra O

representa los átomos de oxígeno.



El número

2 indica la cantidad de átomos de hidrógeno presentes en una molécula.

El número

2 indica la cantidad de átomos de oxígeno presentes en la molécula.

## Características observables de la sustancia agua

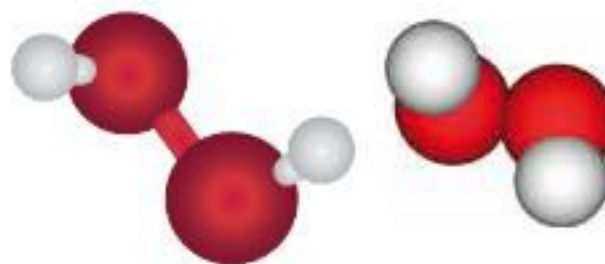
- ▶ A temperatura ambiente y presión normal, el agua es una sustancia líquida, incolora, transparente e inodora. El punto de fusión del agua es de 0 °C y el de ebullición es 100 °C.
- ▶ Para comprender su estructura se usan varios modelos moleculares. Todos representan las moléculas de agua.



- ▶ Cada molécula de la sustancia compuesta agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

## Características observables de la sustancia agua oxigenada

- ▶ A temperatura ambiente, es un líquido incoloro, viscoso, muy inestable, que se descompone fácilmente con liberación de oxígeno. Por lo general se vende en las farmacias como desinfectante, en soluciones muy diluidas. Aplicado puro sobre la piel puede provocar quemaduras muy peligrosas.
- ▶ Para comprender su estructura, se utilizan diferentes modelos moleculares. Todos representan las moléculas de agua oxigenada.



- ▶ Cada molécula de la sustancia compuesta agua oxigenada está formada por dos átomos de hidrógeno y dos átomos de oxígeno.



## No todo está formado por moléculas

Seguramente ustedes mismos habrán visto muchas veces los pequeños cristales que se identifican en la sal de mesa **cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ )**. Estos cristales blancos, casi transparentes y con forma de pequeños cubos pueden observarse muy claramente con una lupa. ¿Qué otras sales pueden encontrarse en una casa?

Algunas plantas, como las azaleas y los jazmines, cada tanto requieren el agregado de una cucharada de **sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ )**, una sal de color verde pálido que se vende en supermercados, viveros o ferreterías. En cambio, para fumigar los cítricos se utiliza una solución acuosa de **sulfato cúprico ( $\text{CuSO}_4$ )**, una sal de color azul intenso que se encuentra disuelta en agua.

¿Qué tienen en común estas tres sustancias previamente mencionadas?

Ninguna está formada por moléculas... ¿Y entonces cómo están constituidas?

Estas sustancias están formadas por **iones**, que son partículas cargadas eléctricamente. Algunas de estas tienen carga positiva (**cationes**), mientras que otras poseen carga negativa (**aniones**). Las cargas de distinto signo se atraen con gran intensidad y esto hace que los **compuestos iónicos** sean sólidos a temperatura ambiente.

Algunas de estas sales son solubles en agua: al disolverse los iones quedan rodeados por moléculas de agua, lo que les permite moverse libremente. Esto produce que estas soluciones sean buenas conductoras de la electricidad.

## Actividades experimentales

### Soluciones conductoras de la electricidad

#### Necesitarán:

- ▶ dos pilas comunes (de 1,5 V);
- ▶ una regla;
- ▶ dos banditas de goma para sostener las pilas;
- ▶ cinta adhesiva;
- ▶ dos tramos de cable de cobre de aproximadamente 10 cm de longitud cada uno;
- ▶ una lamparita de 1,5 V con portalámpara (también sirve un led, que se consigue en una ferretería);
- ▶ cuatro vasos de precipitados o recipientes de aproximadamente 200 cm<sup>3</sup>;
- ▶ una punta de espátula (o cucharita) de sal fina de mesa, una de sulfato cúprico y una de sulfato ferroso;
- ▶ agua destilada.

**Paso 1.** ¿Cómo podrían comprobar la conductividad eléctrica de la solución acuosa de estas sustancias?

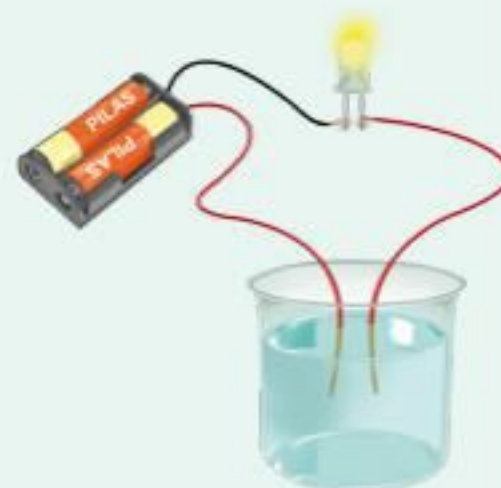
**Paso 2.** Piensen un diseño experimental y compárenlo con el dispositivo de la ilustración. ¿Se parecen?

**Paso 3.** Coloquen el agua destilada (agua pura) dentro de cada uno de los vasos. Luego sumerjan los extremos de los cables dentro del recipiente, ¡pero que no se toquen! ¿Qué suponen que van a observar? Registren el resultado. ¿Coincidió con lo que esperaban?

**Paso 4.** Repitan la operación anterior, pero antes de sumergir los cables disuelvan una de las sales en el agua de cada recipiente. ¿Qué creen que ocurrirá? Anoten sus predicciones.

**Paso 5.** Observen lo que ocurre en cada vaso. ¿Corroboraron sus anticipaciones?

**Paso 6.** Elaboren un informe escrito con los resultados obtenidos. Discutan sus conclusiones en clase.





## Sorprendente ►

### Química y salud

Algunos iones son indispensables para ciertas funciones vitales de nuestro organismo. Veamos algunos ejemplos.

El catión magnesio permite que los músculos tengan un buen funcionamiento (lo que ayuda a evitar los calambres).

El catión calcio forma parte de los huesos y de los dientes.

El correcto funcionamiento de la glándula tiroides depende del anión yoduro.

El anión fluoruro previene las caries e incrementa la dureza del esmalte de los dientes.

El hierro puede formar dos cationes diferentes. Uno de ellos ( $\text{Fe}^{2+}$ ) es indispensable para el organismo humano, ya que interviene en la formación de hemoglobina. Su deficiencia puede provocar daños severos en los sistemas nervioso e inmunológico.

## Fórmulas para todos

En la página anterior mencionamos las sustancias que están formadas por iones; partículas con carga positiva (**cationes**) y con carga negativa (**aniones**). Estas sustancias que son llamadas **sustancias iónicas**, no tienen moléculas en su estructura.

Las fórmulas de estas sustancias se escriben de una manera semejante a la de las fórmulas de las sustancias moleculares. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la denominación fórmula molecular no es en rigor correcta, ya que lo que justamente caracteriza a estas sustancias es que no presentan moléculas.

Tomemos por ejemplo el cloruro de sodio, un compuesto iónico en el cual se debe tener en cuenta que por cada catión sodio hay un anión cloruro.

Para escribir la fórmula del cloruro de sodio se escriben los símbolos químicos de los elementos que lo forman.



Luego se colocan los subíndices correspondientes (que indican los menores números enteros que guardan la proporción entre los iones). Como en este caso el número correspondiente a los subíndices es 1 en ambos casos, no es necesario escribirlos.

Veamos otro ejemplo, el cloruro de magnesio. En este caso, considerando que por cada catión magnesio hay dos aniones cloruro, la fórmula será:



El subíndice uno (se omite) indica un catión magnesio.

El subíndice dos indica dos aniones cloruro.

En el caso de las sustancias que están formadas por iones, la fórmula que las representa se llama **fórmula mínima**.

Cualquiera sea la cantidad de cloruro de magnesio que se tenga, por cada ion magnesio habrá dos iones cloruro.

### Las aguas no son todas iguales

El agua que se puede beber, sea de red, de pozo o mineral contiene iones en solución. Para considerarse potable (apta para consumo humano), el agua debe cumplir con ciertas características físicas, químicas y bacteriológicas establecidas por ley, y no puede ser pura (solo moléculas de agua), ya que esta no es apta para consumirla. Para ser bebida, el agua debe tener aire disuelto.

Las aguas minerales naturales envasadas no tienen microorganismos patógenos y vienen de yacimientos subterráneos. La tabla muestra los iones que estas tienen disueltos.

Cationes	Aniones
Sodio: $\text{Na}^+$	Cloruro: $\text{Cl}^-$
Calcio: $\text{Ca}^{2+}$	Bicarbonato $\text{HCO}_3^-$
Magnesio: $\text{Mg}^{2+}$	Sulfato: $\text{SO}_4^{2-}$
Potasio: $\text{K}^+$	Fluoruro: $\text{F}^-$



## Joseph Priestley, quien descubrió el oxígeno sin saberlo

A continuación veamos un fragmento de la historia de la Química... otra descomposición y el reconocimiento de un elemento: el oxígeno.

Joseph Priestley (1733-1804) era un ministro calvinista inglés que se dedicó a la Química por afición. En su época, una de las sustancias más utilizadas en los laboratorios era el mercurio (aún no se conocía la toxicidad de sus vapores). Al calentarlo en el aire, Priestley observó una coloración rojo ladrillo, a la que llamó *mercurius calcinatus per se* (hoy se sabe que es óxido de mercurio). Luego, puso algo de este "calcinado" en un tubo de ensayos y lo calentó con una lente que concentraba los rayos del sol. El calcinado rojo "desaparecía" y se formaron gotas brillantes de mercurio y un gas, al que llamó "aire deflogistizado". A continuación, se encuentra el relato original de esa experiencia.

Priestley escribió:

*"[...] Pero al haberme procurado más tarde una lente de doce pulgadas de diámetro y veinte pulgadas de distancia focal, procedí con gran presteza de ánimo al examen[...] de qué tipo de aire, natural o artificial era producido por una gran variedad de sustancias, colocándolas en recipientes [...] que llené con mercurio, y los mantuve invertidos en un recipiente. Con este aparato, el 1 de agosto de 1774, intenté extraer aire a partir del mercurius calcinatus per se y en ese momento, descubrí que, mediante las citadas lentes, se desprendía aire de él bastante rápidamente. Tras obtener un volumen de aire tres veces mayor que el del material inicial, lo introduje en agua y comprobé que no era absorbido por ella. Pero lo que me sorprendió más de lo que puedo expresar fue que una vela ardía en este aire con una llama extremadamente vigorosa, mucho más que la llama aumentada con la que una vela arde en un aire nitroso expuesto a hierro o hígado de azufre. Sin embargo, como no había obtenido nada semejante a esta extraordinaria aparición a partir de ningún tipo de aire, con la excepción de esta particular modificación del aire nitroso y como sabía que no se empleaba ácido nitroso en la preparación del mercurius calcinatus, me encontré totalmente perdido en la búsqueda de una explicación".*



1. ¿Por qué es tan difícil entender el párrafo escrito por Priestley? ¿Los nombres de las sustancias son los mismos que se utilizan hoy en día?

2. ¿Cuál era el gas que obtuvo el químico al que llamó aire? ¿Por qué suponen que la vela ardía de manera vigorosa al exponerla a ese gas?



## El experimento de Priestley

Una de las principales características de la metodología científica es la de validar resultados experimentales. Esto, que se logra a través de la repetición de los ensayos, es la forma que tiene la comunidad científica de evitar fraudes. Como han leído en la página anterior, el químico inglés Joseph Priestley analizó en 1774 lo que se obtenía al calentar mercurio en presencia de aire. Luego colocó el óxido mercúrico dentro de un tubo de vidrio, y puso encima una lente para concentrar los rayos solares y calentarlo. Para saber lo que ocurrió, les proponemos rehacer el experimento, adecuándolo a las condiciones escolares.

**¡Importante!** Al calentar el tubo, este tiene que estar en dirección oblicua y la boca no debe apuntar a nadie.

### Necesitarán:

- un tubo de ensayo con media cucharadita de óxido mercúrico ( $\text{HgO}$ ) aproximadamente;
- una pinza de madera;
- un mechero para calentar el contenido del tubo (en reemplazo de la lente);
- una astilla de madera.

**Paso 1.** Observen y registren el color del óxido mercúrico. Colóquenlo dentro del tubo.

**Paso 2.** Sujétenlo con la pinza de madera y calienten. Introduzcan la punta de una astilla encendida en la boca del tubo y registren lo que ocurre. Observen lo que se deposita en las paredes internas del tubo, ¿de qué color es? ¿Qué aspecto tiene?



Discutan en pequeños grupos sobre las siguientes preguntas y registren sus conclusiones.

1. ¿De qué sustancia partieron?
2. ¿Qué sustancias obtuvieron? ¿Son simples o compuestas?
3. Escriban las fórmulas de todas las sustancias.
4. ¿Qué tipo de reacción se produjo?

## Actividades

1. Busquen información sobre este descubrimiento y escriban un resumen.
2. ¿Consideran que fue Priestley el descubridor de el oxígeno? ¿Fue correcta la omisión de Lavoisier?

## Lavoisier se atribuye el descubrimiento del oxígeno

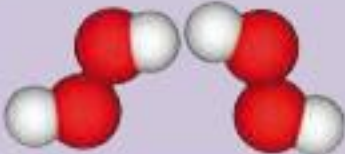


En su época, Antoine Lavoisier era uno de los químicos más respetados y consultados en la comunidad científica. Por este motivo, Priestley viajó a París para describirle su experimento con el óxido mercúrico y consultarlo al respecto.

Lavoisier reprodujo los experimentos, y un año más tarde publicó un artículo. Propuso que el aire es una mezcla de dos gases, en una proporción 1 a 4. Un quinto del aire corresponde a un gas al que el llamó "oxígeno", nombre que significa "el que produce ácidos" porque en ese entonces se creía que todos los ácidos contenían oxígeno. A las otras partes del aire las llamó en principio "azoe" (del griego *a zoe*, "sin vida") pero luego reemplazó ese nombre por nitrógeno.

Lamentablemente, en su publicación Lavoisier no reconoció el mérito del trabajo de Priestley, sino que se adjudicó él mismo el descubrimiento. ¿Qué reflexión les merece este hecho?



Veamos el caso de la descomposición del agua oxigenada.

Reactivo	➡	Productos	
Agua oxigenada	Origina	Agua	Oxígeno
	➡		
$2\text{H}_2\text{O}_2$	➡	$2\text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2$
2 moléculas de agua oxigenada (o peróxido de hidrógeno).		2 moléculas de agua.	1 molécula de oxígeno.
Total: 4 átomos de hidrógeno y 4 átomos de oxígeno.		Total: 4 átomos de hidrógeno y 4 átomos de oxígeno (pero forman sustancias diferentes).	
En la reacción se conserva el número total de átomos de cada elemento.			

En las transformaciones físicas no hay cambios en las sustancias. En las reacciones químicas las sustancias cambian, los átomos se reordenan, se rompen enlaces y se forman otros nuevos.

### Actividades

1. ¿Qué diferencia existe entre las moléculas de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y las de agua oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )? ¿Y entre las moléculas de monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) y las de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )?

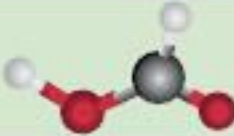
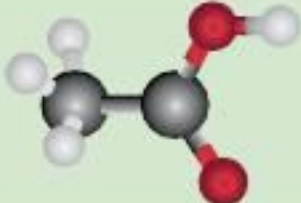
En resumen:

1. Los elementos se representan con símbolos: **Cl** representa al cloro; **C** representa al carbono; **He** representa al helio.

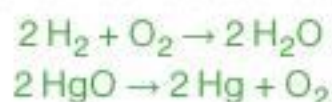
C	Cu	N	Cl	He
Carbono	Cobre	Nitrógeno	Cloro	Helio

2. Las sustancias se representan con fórmulas:  $\text{H}_2\text{O}_2$  (agua oxigenada),  $\text{HgO}$  (óxido de mercurio),  $\text{N}_2$  (nitrógeno),  $\text{NH}_3$  (amoníaco).

3. Las sustancias tienen una composición definida: a cada sustancia le corresponde una y sólo una fórmula. Si se cambia el subíndice de una fórmula, esta describe otra sustancia; por ejemplo el ácido fórmico y el ácido acético.

Representación con modelos	Fórmula molecular	Sustancia
	$\text{CH}_2\text{O}_2$	Ácido fórmico: es sumamente tóxico. Su molécula está formada por 1 átomo de carbono, 2 átomos de hidrógeno y 2 átomos de oxígeno.
	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	Ácido acético: está presente en el vinagre con el que se condimentan las ensaladas. Su molécula está formada por 2 átomos de carbono, 4 átomos de hidrógeno y 2 átomos de oxígeno.

4. Las reacciones se representan con ecuaciones.





## Elaboración de informes escolares

Una de las actividades fundamentales de las ciencias es la comunicación de los resultados de las investigaciones experimentales, lo que permite que estos puedan estar disponibles para el resto de la comunidad.

Durante el desarrollo de su trabajo experimental el científico registra en su cuaderno de laboratorio las preguntas que guiaron la investigación, las hipótesis que se pusieron a prueba, las variables que fueron consideradas y los datos recogidos. Muchas veces, el investigador complementa su labor antes, durante o después de sus experimentos con la búsqueda de información recurriendo a diferentes fuentes (libros, Internet, etc.).

Finalizada la investigación, todos los datos se reúnen en un informe para comunicar los resultados.

En las clases de Físico-química es conveniente que los estudiantes elaboren informes de sus trabajos prácticos escolares para organizar los resultados de sus experimentos y para compartirlos con sus compañeros de estudio.

Un informe escolar tendría que incluir los siguientes apartados:

Una **introducción**, breve texto que contiene:

- ▶ el planteo del problema y/o la/s pregunta/s que guía/n el trabajo;
- ▶ el propósito que explica para qué se realizó el experimento;
- ▶ la hipótesis o anticipación de una respuesta provisoria al problema o pregunta inicial.

El **diseño experimental**, texto donde:

- ▶ se describen las variables, es decir las condiciones que se supone influyen en las determinaciones;
- ▶ se enumeran los materiales, el instrumental de laboratorio, el programa informático, las sustancias o reactivos utilizados;
- ▶ se describe de manera muy clara y precisa cada una de las actividades realizadas. Esta parte puede complementarse con esquemas o dibujos.

Los **resultados**, texto que incluye:

- ▶ las observaciones;
- ▶ los registros de las mediciones realizadas, que se pueden organizar en tablas y/o gráficos;

▶ la interpretación de los resultados. En esta parte se pone a prueba la capacidad del investigador para encontrar las relaciones entre las variables. Si los datos fueron bien interpretados, la información obtenida permite verificar o rechazar la hipótesis.

▶ La **conclusión**, sobre la base de los resultados obtenidos y de su interpretación; en esta parte del informe se comunica si la hipótesis fue verdadera o falsa, y se explica cómo se llegó a esta determinación.

▶ La **bibliografía**: lista de textos y/o revistas consultados durante la elaboración del trabajo, con el siguiente orden de datos: autor, título de la obra, editorial, lugar y año de edición, páginas consultadas. En el caso de las revistas: autor, título del artículo, nombre de la publicación periódica, número y fecha.



### Actividades

1. Según lo explicado e indicado para este tipo de textos, elaboren un informe escolar de alguna de las actividades experimentales que hayan realizado.



## Una vuelta sobre las transformaciones químicas

En nuestra vida cotidiana, constantemente se producen muchísimas reacciones químicas en todas partes: en la cocina de una casa, en nuestro cuerpo, en las industrias, en la escuela, en los parques. No hay lugar donde no se produzcan reacciones. Existen tantas que para su estudio, los químicos han tratado de sistematizarlas, y para ello propusieron algunas formas de clasificación. Ya se han presentado algunas **reacciones de descomposición** en este capítulo. Estas reacciones se caracterizan porque a partir de una sustancia se forman dos o más. Un ejemplo que no ha sido previamente mencionado en el capítulo es la descomposición de la piedra caliza, cuyo principal componente es el carbonato de calcio. Si se calienta a 900 °C, la piedra caliza da lugar a la formación de cal viva (óxido de calcio, CaO) usada en la industria de la construcción, y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

La ecuación representativa es:



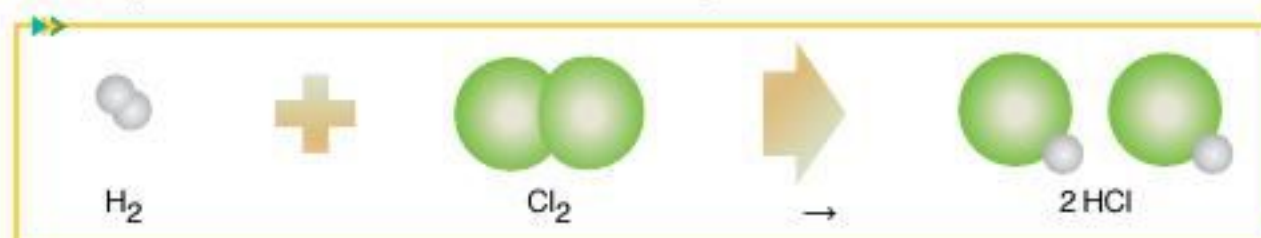
### Reacciones de combinación

Anualmente, en la industria se usan toneladas de ácido sulfúrico. Este ácido es el que se utiliza en las baterías de los automóviles y también en las industrias de pigmentos, detergentes y petroquímica. En las fábricas de ácido sulfúrico una de las reacciones que ocurren es la que se representa a continuación:



La reacción descrita es una **reacción de combinación**. En este tipo de reacciones, dos sustancias dan origen a una tercera.

Un tipo especial de reacción de combinación son las que se denominan reacciones de **síntesis**. En estas se combinan dos o más sustancias **simples** (formadas por átomos de un solo elemento) para constituir una **compuesta** (formada por átomos de diferentes elementos). Por ejemplo, existe un compuesto de gran aplicación industrial también usado en las casas para quitar el óxido de tuercas o tornillos, llamado ácido muriático. Esta denominación del compuesto es en realidad el nombre comercial de las soluciones acuosas de cloruro de hidrógeno, que se fabrica por la reacción de la sustancia hidrógeno con la sustancia cloro.



En este capítulo se han analizado varias descomposiciones, como la del agua oxigenada, que origina agua y oxígeno, y la del óxido de mercurio, que da lugar a la formación de mercurio y oxígeno.

### Actividades

1. ¿Qué tipo de descomposición es la del carbonato de calcio: total o parcial? ¿Y la del óxido mercúrico? ¿Por qué?

► Vean lluvia ácida en la página 130.



## Reacciones de reconocimiento

¿Cómo se reconocen y se diferencian las sustancias?

¿Cómo pueden identificar los químicos qué sustancias se obtienen como productos de una reacción?

Para ambas preguntas, una misma respuesta: la clave está en las propiedades que las caracterizan. Veamos algunos ejemplos.

La solución de yodo tiene un color caramelo o pardo rojizo. En presencia de almidón, esta toma un color azul casi negro. Una forma sencilla de comprobar esto es dejando caer unas gotas de alcohol iodado (tintura de yodo) o reactivo de Lugol sobre una miga de pan (que contiene almidón).

Pero, si luego de enjuagarse bien la boca mastican una miga de pan durante varios minutos y luego vuelven a hacer la prueba del yodo, el resultado será diferente. ¿Por qué? Durante la masticación, el almidón participa de una serie de reacciones químicas que originan otras sustancias, que poseen propiedades diferentes a las del almidón.



La presencia de almidón se puede detectar con yodo en solución acuosa o alcohólica.



El dióxido de carbono gaseoso puede reconocerse con agua de cal.

Otra reacción de reconocimiento se relaciona con el proceso de fermentación.

En presencia de levaduras, se produce la fermentación de jugos azucarados (por ejemplo, los extraídos de la caña de azúcar). Esta reacción se produce con desprendimiento de burbujas. En principio, se podría pensar que estas serían producto de la ebullición del líquido durante el proceso. Sin embargo, esto no es cierto: las burbujas son del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gaseoso que se libera. Este gas se puede reconocer haciéndolo burbujear en agua de cal.

El agua de cal en contacto con el dióxido de carbono se enturbia,

y aparece un sólido blanco insoluble en agua, que es el carbonato de calcio.

El reconocimiento de la presencia de sustancias por reacción con determinados reactivos, se realiza a través de cambios característicos, rápidos y fáciles de detectar. Así, el yodo en presencia de almidón origina un color negro violáceo fácilmente detectable y la presencia de dióxido de carbono se evidencia por la turbidez blanca que aparece en el agua de cal, que es un líquido incoloro transparente.

A veces no es necesario provocar una reacción química con un reactivo, sino que se aprovecha alguna característica fácilmente distinguible. Por ejemplo, durante la fermentación de azúcares también se obtiene etanol, un alcohol que se reconoce por su olor característico.

Para preparar agua de cal, se mezclan agua y cal y se filtra. Se obtiene un líquido incoloro transparente.

La fermentación de azúcar es una forma industrial de obtener alcohol etílico o etanol.



## Sustancias compuestas, sustancias simples y elementos

Durante siglos hubo bastante confusión acerca de lo que es una sustancia y lo que es un elemento. Hoy se sabe que las sustancias como el agua, la sal de mesa, el amoníaco, el nitrógeno o el oxígeno tienen una composición definida y se pueden representar a través de fórmulas, sean estas moleculares o mínimas.

Pero todavía nos queda un desafío pendiente: conocer aun más acerca del concepto de elemento químico.

### Los átomos también tienen estructura

Antes se propuso como idea de elemento al conjunto de átomos iguales entre sí. Surge entonces una pregunta: ¿qué tienen en común los átomos iguales? Para responder este interrogante es necesario averiguar cómo están formados.

Los átomos son partículas extremadamente pequeñas que a su vez contienen:

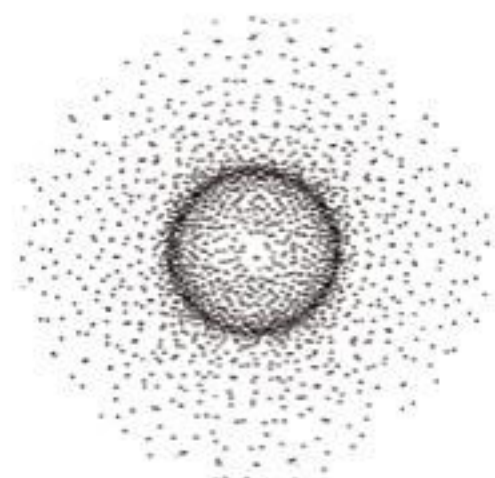
- ▶ un núcleo formado por dos tipos de partículas: protones (partículas con carga eléctrica positiva) y neutrones (sin carga eléctrica) reunidas en una zona muy pequeña, que se conoce como núcleo atómico.
- ▶ electrones (partículas con carga eléctrica negativa) que giran alrededor del núcleo.

La previamente mencionada, es una descripción muy simplificada del átomo, que se retomará en el capítulo 8.

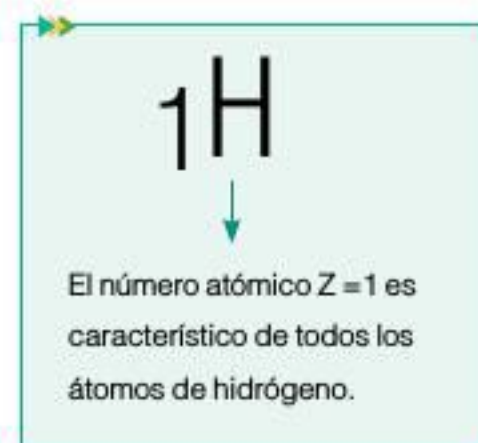
Los átomos se diferencian por el número de protones que tienen en el núcleo, que coincide con el número de electrones. Por ejemplo, todos los átomos de oxígeno tienen 8 protones y 8 electrones. Se podría decir que todos los átomos que tienen el mismo número de protones pertenecen a una agrupación llamada **elemento**. Por ejemplo, todos los átomos de **hierro** están formados por núcleos que contienen 26 protones (y un número variable de neutrones) y 26 electrones que constituyen una nube extranuclear. Los átomos que tienen 6 protones y 6 electrones pertenecen al elemento **carbono**.

El hidrógeno es el átomo más abundante en el universo. Todos los átomos de hidrógeno están formados por un protón y un electrón (que se mueve originando una "nube" extranuclear). Para indicar el número de protones o de electrones de un átomo, los científicos recurren al **número atómico**, que se representa con la letra **Z** y constituye la marca distintiva de todos los átomos de un mismo elemento.

Como ya se dijo, todos los átomos de carbono tienen 6 protones en su núcleo y 6 electrones moviéndose alrededor. Su número atómico es 6. Todos los átomos de carbono que se encuentran en el mármol, en la madera, en la mina del lápiz o en el diamante tienen 6 protones.



Modelo atómico nuclear con su nube electrónica.



### Actividades

1. Completen el siguiente cuadro.

Átomos del elemento	Símbolo	Número atómico Z	Número de electrones	Número de protones en el núcleo
Hierro	Fe	26		26
Calcio	Ca		20	



## Elemento, una palabra con varios significados

Para cada elemento hay un símbolo. Estos símbolos se encuentran agrupados y ordenados en la tabla periódica de los elementos.

En los símbolos, la primera letra se escribe en mayúscula de imprenta y la segunda en minúscula de imprenta o cursiva.

Hasta ahora, hemos considerado como elemento al conjunto de todos los átomos que tienen la misma cantidad de protones (y de electrones).

También hemos visto que a cada elemento se le asigna un nombre y se lo representa con un símbolo, por ejemplo:

Elemento	Número de protones	Número de electrones	Número atómico	Símbolo
Azufre	16	16	16	S





Como se indicó, cada elemento químico se representa en todos los países del mundo, independientemente del idioma que se habla, con una o dos letras. La primera de ellas siempre va en mayúscula. Pero si hay una segunda, esta se escribe en minúscula. Por ejemplo, el elemento carbono se representa con la letra C. En cambio, el elemento calcio (del latín: *calx*, *calcis*: "cal") cuyo nombre también comienza con C, se representa con las letras Ca.

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), que agrupa a químicos de todo el mundo y determina convenciones y reglas a nivel internacional, también acepta otro significado. Establece que al referirse a elemento puede entenderse como **sustancia simple** o **sustancia elemental**.

¿Qué significa esto? Por ejemplo, se puede referir a la sustancia elemental oxígeno, o a la sustancia elemental hierro o a la sustancia elemental cloro. En este caso se refiere a la sustancia simple en su variedad más abundante a 25 °C y presión de 1 atm.

En consecuencia, cuando los químicos se refieren a un **elemento**, se puede tratar de:

- una sustancia elemental (formada por átomos de un mismo elemento) de la que pueden describirse sus propiedades, o bien
- el conjunto de todos los átomos que tienen el mismo número atómico, en cuyo caso se representa con un símbolo.

Elemento	Símbolo y número atómico	Sustancia simple o elemental	Propiedades observables de la sustancia	
Azufre	$^{16}\text{S}$	$\text{S}_8(\text{s})$ formada por moléculas constituidas por 8 átomos de azufre.	Sólido a temperatura ambiente, color amarillo limón, quebradizo, insoluble en agua y soluble en alcohol.	
Zinc	$^{30}\text{Zn}$	$\text{Zn}(\text{s})$	Metal muy quebradizo en frío, maleable entre los 120 ° y 150 °C, puede laminarse en hojas mediante rodillos calientes. Es un buen conductor del calor y la electricidad.	
Yodo	$^{53}\text{I}$	$\text{I}_2(\text{s})$ sustancia formada por moléculas de 2 átomos de yodo cada una.	A temperatura ambiente es un sólido de color gris oscuro con reflejos violáceos. Volatiliza a baja temperatura originando vapores de color violeta, de allí su nombre (del griego: <i>iodes</i> , "violeta").	
Aluminio	$^{13}\text{Al}$	$\text{Al}(\text{s})$	Metal de color grisáceo, de baja densidad, maleable y dúctil. Es buen conductor del calor y de la electricidad.	



## La tabla periódica de los elementos

Desde épocas remotas, los seres humanos han tratado de clasificar minerales, animales, plantas y también sustancias elementales. En la naturaleza, la mayoría de las sustancias son compuestas, como la sal de mesa (cloruro de sodio), la hematita (óxido férrico) o el azúcar de mesa (sacarosa). También pueden encontrarse sustancias simples como el oro, el nitrógeno o el oxígeno.

Durante muchos años, los químicos intentaron agrupar las sustancias elementales según las semejanzas de sus propiedades químicas. Así, llegaron a construir una tabla que usan en su trabajo diario. Esta herramienta, sumamente útil es la **tabla periódica de los elementos**. En esta se encuentra información tanto de la estructura de los átomos de los elementos, como de sus sustancias simples. Pero, ¿cómo se llegó a elegir un criterio para organizar los elementos?

Diagrama de la tabla periódica de los elementos. El recuadro centralizado muestra los datos del oxígeno (O):

- Masa atómica: 15.999
- Símbolo: O
- Número atómico: 8
- Configuración electrónica:  $1s^2 2s^2 2p^4$
- Distribución electrónica: 2, 6

La tabla periódica completa muestra los elementos organizados en periodos y grupos, con sus respectivos símbolos, números atómicos y nombres.

### Los primeros intentos de ordenamiento

Varios fueron los intentos de los químicos para organizar los elementos de acuerdo con sus propiedades. A principios del siglo XIX, los científicos creían que debía existir alguna relación entre los **pesos atómicos** (actualmente se usa la denominación **masa atómica**) de los elementos y las semejanzas y diferencias entre sus propiedades. Pero, ¿acaso es posible pesar un átomo? Las masas de los átomos son demasiado pequeñas para determinarlas con una balanza, por eso siempre se trabajó con masas relativas, es decir, con referencia a la masa de un átomo determinado, tomada como unidad. Uno de los pioneros en esa tarea fue John Dalton. Entre 1803 y 1805 publicó una serie de artículos en los que mencionaba la necesidad de determinar los pesos relativos de los átomos. Dalton propuso tomar el peso del átomo más pequeño, el de hidrógeno, como patrón de comparación y asignarle el valor 1. Luego, el valor del peso de todos los otros átomos quedaría asignado por comparación con este.

Años después, en 1814, el químico sueco Jöns J. Berzelius pensó que tenía más sentido elegir el oxígeno como patrón para los pesos atómicos. Este elemento forma compuestos con la mayoría de los otros elementos, y además, presenta la ventaja de no ser inflamable como el hidrógeno, por lo que es más fácil y menos peligroso para trabajar. Berzelius utilizó el oxígeno en sus trabajos y logró construir una tabla de **pesos atómicos relativos** muy semejante a la actual.

Algunos valores de pesos atómicos relativos aceptados en la segunda mitad del siglo XIX.

Elemento	Peso atómico
Azufre (S)	32,0
Selenio (Se)	79,4
Teluro (Te)	128,0
Cloro (Cl)	35,5
Bromo (Br)	80,0
Yodo (I)	127,0





Dimitri  
Mendeleiev.

### Actividades

1. Respondan en sus carpetas las siguientes preguntas:

- ¿Qué criterio usó Mendeleiev para ordenar los elementos químicos?
- ¿Con qué inconveniente se encontró al colocar los elementos en orden?
- ¿Cómo lo solucionó?

El inglés John Newlands fue quien realizó uno de los primeros intentos para lograr un ordenamiento. En 1864, ordenó los elementos conocidos hasta entonces de menor a mayor según el valor de sus pesos atómicos, y observó que había propiedades que se repetían cada ocho elementos.

Newlands construyó entonces una tabla dividiendo la lista de elementos conocidos en su época en columnas de siete elementos cada una. Pero algunos de estos no encajaban correctamente en los lugares que les había asignado por sus propiedades. Todavía había que seguir buscando.

### La primera tabla periódica

En 1869, un químico ruso hizo una presentación, que pasaría a la historia. Dimitri Mendeleiev propuso la agrupación de los elementos según las fórmulas de los óxidos que podían formar. Fue una tabla elaborada sobre las propiedades químicas de las sustancias elementales. En su primer trabajo, *Los principios de Química*, describía las propiedades del cloro, del bromo y del yodo, sustancias elementales semejantes que formaban compuestos parecidos. Mendeleiev se preguntaba con qué criterios ordenar los elementos.

El viernes 14 de febrero de 1869, el científico comenzó un arduo camino para buscar respuestas. Pasó el fin de semana trabajando y llegó el lunes. Mendeleiev tenía que viajar a Tver para asesorar a una delegación de fabricantes de queso, pero él quería hallar una respuesta al problema del ordenamiento de los elementos. Con el trineo esperándolo para llevarlo a tomar el tren, canceló su viaje. Anotaba en unas tarjetas las propiedades de las sustancias elementales conocidas.

Cuentan los historiadores que cansado y desorientado, para distraerse comenzó a jugar al solitario, un juego de cartas en el cual los naipes se ordenan según palos y orden numérico creciente. Se quedó dormido sobre la mesa de trabajo. Pero al despertar tuvo ante sus ojos la respuesta: al ordenar los elementos en grupos como los palos de la baraja, de acuerdo con sus pesos atómicos, las propiedades de los elementos se repetían a intervalos periódicos. Había nacido la **tabla periódica de los elementos**.

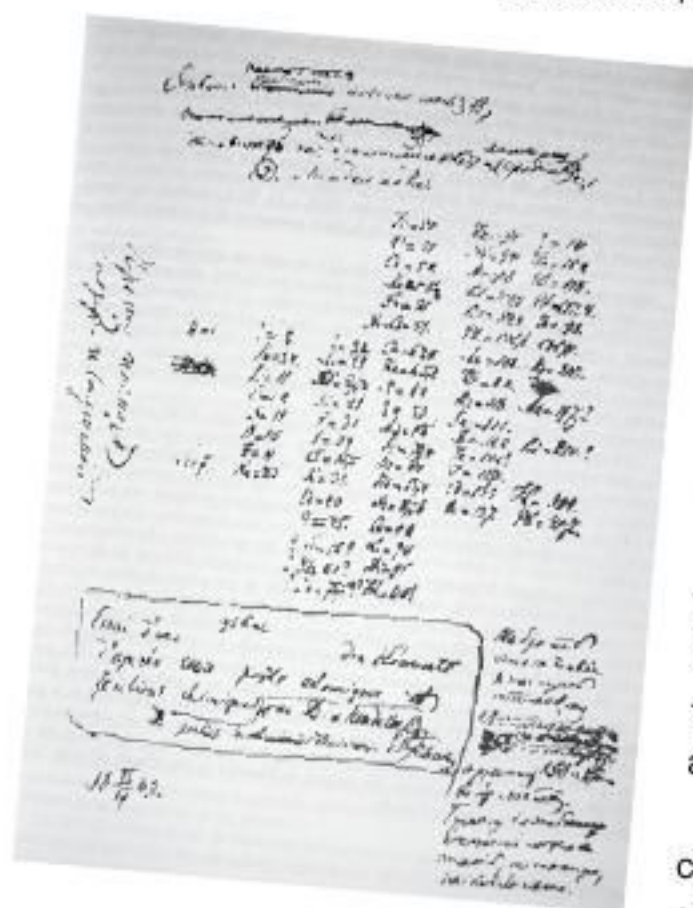
Los elementos se repitieron a intervalos periódicos. Había nacido la **tabla periódica de los elementos**.

Dos semanas más tarde publicó *Una propuesta para el sistema de los elementos*, una herramienta formidable para el desarrollo de la Química. El uso de la tabla permitía prever las propiedades de los elementos, incluso los que no se conocían en aquel momento.

La actual tabla difiere de la de Mendeleiev, pero el científico ruso tiene el mérito de haber contribuido al primer ordenamiento sistemático de los elementos.

En su tabla, dejó tres "huecos" que quedaban junto a los elementos boro, aluminio y silicio, e incluso predijo las propiedades de estos tres elementos aún no conocidos. Algunos años más tarde, cuando fueron descubiertos y se confirmaron sus predicciones, la tabla fue aceptada por sus colegas.

Sin embargo, algunos elementos, ordenados según sus pesos atómicos quedaban ubicados en grupos con propiedades muy diferentes (por ejemplo el telurio y el yodo).



Manuscrito de la primera tabla de  
Mendeleiev.



© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El número atómico es lo que caracteriza a cada elemento.

Número atómico

6

C

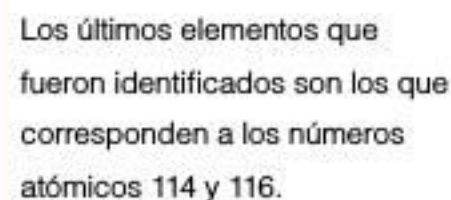
Símbolo

Carbono

12,011

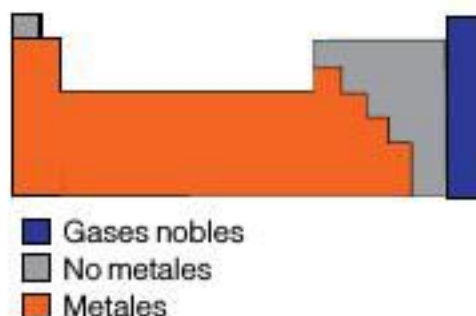
Masa atómica

Los elementos incluidos en los grupos 1 y 2 y en los grupos 13 al 18 se denominan **elementos representativos** (son los grupos que antes se diferenciaban con la letra A). Los del grupo 3 al 12 inclusive se denominan **elementos de transición** (ex grupos B), y los lantánidos y actínidos, **elementos de transición interna**.



Hay siete períodos que tienen diferentes números de elementos, numerados del 1 al 7. En los períodos 6 y 7, luego del lantano y el actinio, se ubican 14 elementos que están separados en dos filas que forman dos familias: los **lantánidos** y los **actínidos**. El séptimo período se encuentra aún incompleto.





## Los gases nobles

El primer gas noble fue hallado en 1894 por el físico británico Robert John Strutt y su colaborador, el químico escocés William Ramsay, tras cuatro años de trabajo. Los investigadores lo llamaron **argón**, palabra que en griego significa "inerte" (muy poco reactivo). Un año después, Ramsay descubrió otro gas al que llamó helio. Entonces, hizo un lugar en la tabla para una nueva familia, lo que renovó el entusiasmo por la búsqueda de los elementos, y comenzó a buscar nuevos elementos en el aire, donde había encontrado el argón. Con su colaborador Morris Travers pudieron rastrear el **neón** (del griego: "nuevo"), el **criptón** (del griego: "oculto") y **xenón** (del griego: "extraño"), que eran tan poco reactivos como el argón. Así se constituyó el grupo de los gases inertes o nobles, que actualmente forman el grupo 18. Por el descubrimiento de estos elementos y por su correcta asignación en la tabla periódica, William Ramsay fue galardonado con el Premio Nobel en 1904.

## Actividades

1. Discutan en grupo:  
¿por qué creen que en la clasificación de Berzelius no se incluyeron los gases nobles?

## Elementos agrupados de acuerdo con sus propiedades más características

Una de las primeras clasificaciones de los elementos en dos grandes grupos fue la realizada por el científico Jöns Jacob Berzelius en 1814, quien los agrupó en **metálicos** y **no metálicos**. Pero esta división no resulta hoy muy rigurosa, ya que algunos elementos cercanos a la línea escalonada divisoria presentan propiedades intermedias entre las de un metal y las de un no metal. Por este motivo, estos elementos actualmente suelen denominarse **semimetales** o **metaloides**.

## Actividades experimentales

### ¿Metales o no metales?

Les proponemos tratar de clasificar sustancias elementales según sean metales o no metales.

#### Necesitarán:

- ▶ papel de aluminio;
- ▶ un clavo de hierro;
- ▶ azufre (barrita que se vende en farmacias);
- ▶ un trozo de plomo;
- ▶ un tramo de cable de cobre;
- ▶ carbón (una mina de lapiz como grafito);
- ▶ plata (un anillo de aleación de plata);
- ▶ un par de cables de cobre, pinzas "cocodrilo";

- ▶ una lamparita de 2,5 V, un par de pilas o una batería.

**Paso 1.** Describan con detalle cada una de las sustancias que han conseguido.

**Paso 2.** Organicen la información en una tabla de doble entrada.

**Paso 3.** ¿Qué experimentos podrían hacer para proponer una forma de clasificarlos y agruparlos en metales y no metales?

**Paso 4.** Ubiquen los elementos con los que trabajaron en la tabla periódica y analicen si sus predicciones coinciden con la ubicación real de cada uno de estos.

## Para conocer más

Asimov, I., *La búsqueda de los elementos*, Barcelona, Plaza y Janes, 1986.

Blok, R., Bulwik, M., *En el desayuno también hay química*, Buenos Aires, Magisterio Río de la Plata, 1995.

Chamizo, J. A., *El maestro de lo infinitamente pequeño*, John Dalton, México, Pangea Editores, 1992.

García, H., *El químico de las profecías Dimitri I. Mendeléiev*, México, Pangea Editores, 1994.

Fucito, S. y Lotersztain, I., *Química hasta en la sopa*, Buenos Aires, Iamiqué, 2011.

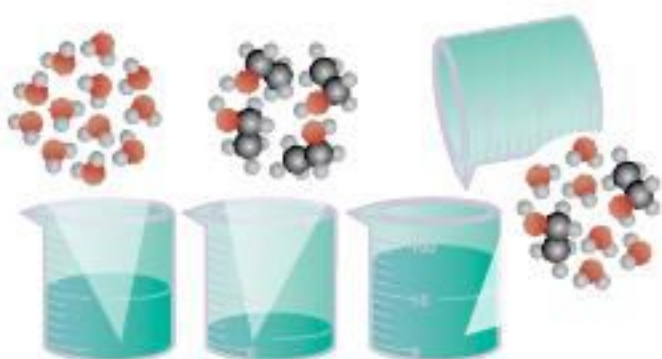


## Ideas básicas

- ▶ Si una única sustancia da origen a otras, se dice que se produjo una reacción de descomposición.
- ▶ Una sustancia compuesta se puede descomponer, una sustancia simple no.
- ▶ Las sustancias están constituidas por elementos: las simples, por uno y las compuestas, por dos o más.
- ▶ Cuando dos o más sustancias reaccionan para dar un único producto, se dice que lo que se produjo es una reacción de combinación.
- ▶ Un símbolo representa un elemento. Una fórmula representa una sustancia. Una ecuación representa una reacción química.
- ▶ En la tabla periódica, los elementos están agrupados según sus propiedades.

## Actividades de integración

1. Respondan en sus carpetas las preguntas que se planteó Mariela al comenzar este capítulo.
2. En el agua de mar hay disueltas muchas sustancias iónicas. Busquen cuáles son las más abundantes y expliquen por qué se recomienda salir del mar en caso de que haya una tormenta eléctrica.
3. Carolina trabaja como ayudante en el laboratorio del colegio. Tiene que preparar una solución de alcohol y agua. Imaginen las moléculas de agua y de alcohol antes y después de la mezcla. Observen los siguientes dibujos y luego respondan las preguntas.



- a. ¿Difieren de los modelos que imaginaron?
  - b. ¿Se ha producido una transformación química? ¿Cómo podrían justificarlo?
4. Para cada una de las descomposiciones que se representan a continuación, indiquen si son parciales o totales, qué fórmulas corresponden a sustancias compuestas y cuáles a simples. Justifiquen en todos los casos sus elecciones.

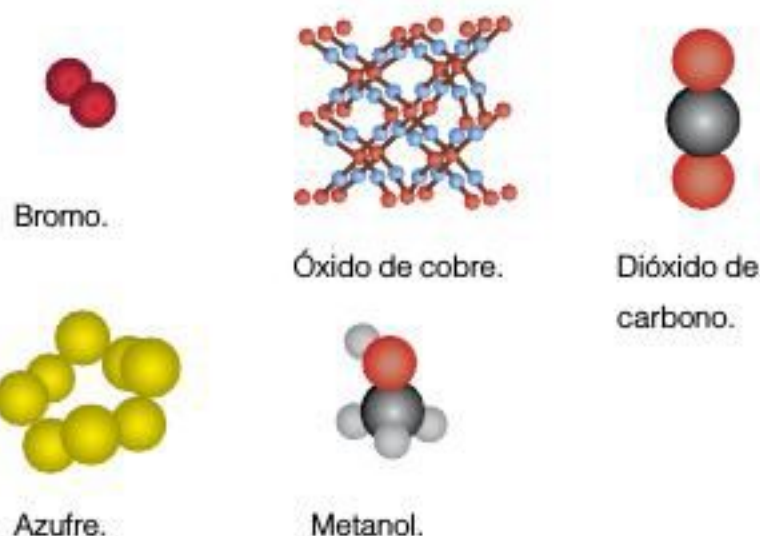
- a. El nitrato de amonio es una sal que se utiliza como fertilizante. Cuando se lo almacena debe guardarse en un lugar ventilado y fresco, ya que puede descomponerse y provocar una explosión. La ecuación que representa la reacción es:



- b. Para obtener aluminio a partir de su mineral, la alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), se lo somete a altas temperaturas (alrededor de  $1.000^\circ\text{C}$ ) con lo que el óxido se funde. A través del líquido obtenido se hace pasar una corriente eléctrica. Producto de esta reacción se forman aluminio y oxígeno. La ecuación representativa es:



5. ¿Cuáles de las siguientes representaciones corresponden a sustancias simples y cuáles a sustancias compuestas? ¿Por qué?





6. Elijan la opción que consideren correcta.

a. Durante las reacciones químicas:

- i. se pierden átomos;
- ii. se forman átomos nuevos;
- iii. no desaparecen ni se forman átomos nuevos;
- iv. no dejan de existir ni se forman moléculas nuevas.

b. Una fórmula química representa:

- i. una reacción;
- ii. una sustancia;
- iii. los átomos de un elemento;
- iv. una ecuación.

7. Cuando se queman combustibles provenientes del petróleo, como el caso del fuel oil, suelen formarse como subproductos óxidos de azufre. Cuando el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) se pone en contacto con el agua presente en el aire como humedad, origina ácido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ). ¿Se trata de una transformación química? ¿Por qué?

Expliquen el cambio mencionado usando la teoría atómico-molecular y represéntenlo por medio de una ecuación.

8. Acerca de los elementos:

a. Busquen información en Internet (en la página 181 del capítulo 8 encontrarán una guía para usarla) y luego completen el siguiente cuadro.

Elemento	Cuándo	Quién
Hidrógeno		Henry Cavendish
Nitrógeno	1772	
Cloro		Karl W. Scheele

b. Busquen cuáles son los cinco elementos más abundantes de la corteza terrestre y si están combinados con otros o no.

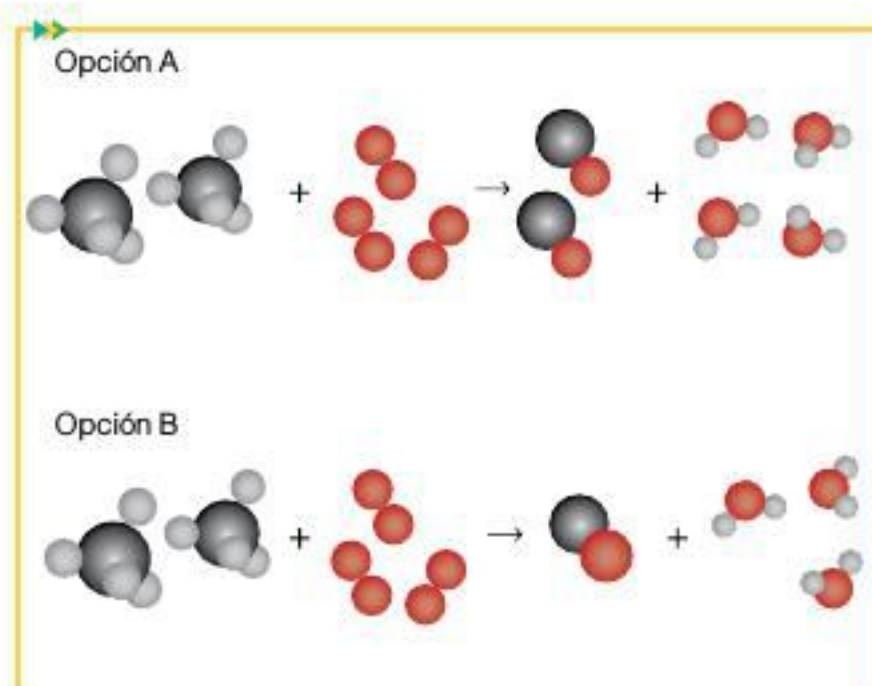
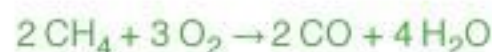
9. Juan quiso escribir la ecuación que representa la descomposición del agua oxigenada para dar agua líquida y oxígeno gaseoso. ¿Es una descomposición total o parcial? ¿Cuántos reactivos hay? ¿Cuántos productos? Juan escribió lo que sigue:



Discutan, basándose en argumentaciones, si lo que escribió Juan es correcto. Si concluyen por la negativa, escriban la ecuación correcta.

Nota: pueden ayudarse usando modelos.

10. A continuación, figura la ecuación correspondiente a la reacción química entre el metano y el oxígeno para formar monóxido de carbono y agua (esto ocurre cuando el gas natural arde en un ambiente en el que no hay suficiente oxígeno). De acuerdo con la ecuación, decidan cuál de las modelizaciones que aparecen a continuación es la que corresponde a dicha reacción. Justifiquen la respuesta.



11. Si tenemos tiza blanca en polvo, ¿qué podríamos hacer para saber si esta sustancia está contaminada con almidón en polvo? ¿Cómo nos daríamos cuenta si el resultado fuera positivo?

12. Den el símbolo y nombre del elemento ubicado en el:

a. grupo 2 y período 3 de la tabla periódica.

b. grupo 10 y período 5 de la tabla periódica.

13. ¿En qué grupo y período de la tabla periódica está ubicado el elemento estroncio? ¿Cuál es su símbolo? ¿Cuántos protones y cuántos electrones tienen sus átomos?



# Química en la vida cotidiana

## 8

### Contenidos

- > Combustibles y combustiones
- > Petróleo, gas natural, gas envasado
- > Contaminación de la atmósfera y de las aguas
- > Usos del agua
- > Plaguicidas
- > Procesos de corrosión: metales, mármoles y vidrios

Ayer fue un día extraño para Marcelo. Mientras estaba haciendo la tarea, escuchaba la radio como de costumbre. Entonces, una noticia llamó su atención: el locutor de la emisora informó que en un departamento en el cual estaban todas las ventanas cerradas y una estufa encendida, habían encontrado a una persona a punto de morir por haber inhalado monóxido de carbono. La noticia lo dejó muy intrigado. ¿Qué había ocurrido? Decidió preguntarle a Pablo, su hermano mayor. Él le dijo que creía que eso tenía que ver con estufas a gas que funcionaban mal, pero no pudo darle más detalles. Mientras buscaba información en Internet, Marcelo escuchó que su mamá retaba a su hermanita Mercedes por haber dejado la tijera sobre la mesada que estaba mojada. Entonces se preguntó: ¿qué efecto podría tener eso? Mientras tanto, y sin darse cuenta, Pablo había dejado la canilla del baño abierta. Marcelo pensó en el agua que se desperdiciaba, y se lo dijo. Pero él le respondió: "No seas exagerado, si hay un montón de agua en el planeta". Marcelo, por su parte, quedó muy disconforme con la respuesta que le dio su hermano. ¿Qué dirían ustedes?

### EN ESTE CAPÍTULO...

Se desarrollarán temas relacionados con las características de distintos tipos de combustibles y combustiones. También se incluyen algunos aspectos de la contaminación ambiental y de la corrosión, y qué medidas pueden tomarse para evitarlas.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C8](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C8)





En los folletos de las empresas de gas se suele encontrar una leyenda que dice: "Controle que la llama de sus artefactos sea de color azul". Este consejo está directamente relacionado con el cuidado de nuestra salud.

**gas natural:** gas combustible también llamado gas de red. Generalmente se encuentra acompañando al petróleo.

## Los seres humanos, los materiales y el ambiente

Los seres humanos siempre tratamos de mejorar nuestra calidad de vida. Para eso, utilizamos los recursos naturales que tenemos a nuestra disposición y los transformamos.

### Combustibles y combustiones

Desde épocas remotas, los seres humanos hemos necesitado combustibles para cocinar los alimentos, iluminar las viviendas e incluso calefaccionarlas. Inicialmente se utilizaba leña, y luego carbón. En la actualidad es muy habitual usar derivados del petróleo.

En los laboratorios, se usan los mecheros como fuente de calor. Estos pueden funcionar con gas natural\* o de garrafa, conectados a la fuente mediante una manguera de goma. A través de la manguera circula el gas desde la salida hacia el mechero. Al acercar un fósforo a la boca de la chimenea (tubo cilíndrico vertical) se enciende una llama porque se produce la combustión del gas.

### Actividades experimentales

#### Para encender la curiosidad: el mechero de Bunsen

**Paso 1.** Enciendan el mechero de Bunsen y háganlo funcionar con la entrada de aire abierta (vean la indicación en la foto).

Una vez encendido, observen atentamente la forma, el tamaño, la luminosidad y el color de la llama. Tomen nota de sus observaciones y dibujen el mechero encendido, con todos los detalles. Cierren la entrada de aire (este paso debe hacerlo un adulto). Repitan la observación de la llama con la entrada de aire cerrada.

**Paso 2.** Sujetándolo con una pinza, coloquen un plato (de porcelana, loza o cerámica) por encima de la llama. Luego observen la superficie del plato que estuvo en contacto con esta. Registren lo observado. Finalmente, apaguen el mechero cerrando la llave de paso del gas.



Mechero de Bunsen funcionando con la entrada de aire abierta.

#### Análisis de resultados

Para ordenar la información, pueden armar un esquema similar al siguiente.

Llama del mechero	Tamaño	Color	Luminosidad
con entrada de aire abierta			
con entrada de aire cerrada			

Luego, respondan las preguntas que figuran a continuación:

¿De qué color es la "mancha" del plato que estuvo en contacto con la llama? ¿Qué estado de agregación tiene? ¿Qué podría ser?  
 ¿A qué puede deberse el color de la llama del mechero cuando la entrada de aire está cerrada?  
 ¿Qué relación existe entre el color de la llama del mechero de Bunsen y la cantidad de aire que entra en él?



Cuando se trabaja con la entrada de aire del mechero abierta, la llama que se observa no es igual a la que se produce si la entrada de aire está cerrada.

El aire contiene un componente indispensable para que se produzcan las combustiones: el oxígeno. A medida que aumenta la cantidad de aire que ingresa en el mechero (lo que sucede cuanto más abierta se encuentra la entrada de aire), la proporción de oxígeno disponible para la combustión del gas se incrementa.

Un ejemplo cotidiano sirve para describir lo que ocurre en las combustiones. El metano ( $\text{CH}_4$ ) es una sustancia que forma parte del gas natural usado a diario en muchos hogares. Mezclada con aire, esta sustancia puede entrar en combustión. En este caso, el metano es el **combustible** (material sólido, líquido o gaseoso que puede arder), y el oxígeno es el **comburente** (gas que reacciona con el combustible durante una combustión).

Pero para encender la llama de una hornalla, ¿basta con abrir la llave de gas y tener alrededor un montón de aire que contiene oxígeno? La respuesta es no. Para que la combustión ocurra, hace falta un fósforo encendido o un chispero que proporcione la energía necesaria para iniciar la reacción.

Durante una combustión, se produce la ruptura de enlaces entre átomos en las moléculas de los reactivos, el reordenamiento de los átomos y la obtención de los productos.

Cuando hay suficiente cantidad de oxígeno, se produce la combustión completa. Los productos son dióxido de carbono y agua. En ese caso, la llama es de color azul. Esta reacción puede ser representada con la siguiente ecuación:



### Combustión incompleta

Si se parte de los mismos reactivos, pero la cantidad de oxígeno es insuficiente para que se produzca la combustión completa del metano, entonces la reacción de combustión es **incompleta**. Es muy habitual que ocurran reacciones de combustión incompleta en ambientes mal ventilados (menor cantidad de oxígeno), o con quemadores o instalaciones de gas defectuosos.

En las combustiones incompletas, la llama que se obtiene es de color amarillo. Además, en este tipo de combustiones se observa que se depositan partículas de color negro sobre las superficies que están en contacto con la llama, ensuciándolas. Esto es lo que ocurre cuando se coloca un plato sobre la llama.

Pero, ¿qué tiene de malo la combustión incompleta, además de ensuciar las ollas o las sartenes?

### Tres protagonistas

Para que comience una **combustión** se necesita un **combustible** y un **comburente**, y que ambos se encuentren a la **temperatura de inflamación**, esto es, la temperatura mínima requerida para comenzar a reaccionar. Si falta alguna de estas tres condiciones, la combustión no se produce. Y si ya comenzó y falta alguno de ellos, la reacción se interrumpe.



Llama de combustión completa.



Llama de combustión incompleta.



## Recursos cada vez más escasos: petróleo y gas natural

### ¡Piedra libre para el asesino!

El monóxido de carbono es un gas que no tiene olor ni color que permitan identificarlo fácilmente mientras se produce. Existen dispositivos (sensores) que lo detectan, aun en pequeñas cantidades, y emiten señales lumínicas y sonoras para alertar a quienes estén en el lugar sobre su presencia.

La primera reserva de petróleo que perteneció al Estado Nacional Argentino estaba en Comodoro Rivadavia y tenía unas 200.000 hectáreas de extensión. El presidente del gobierno en ese momento, José Figueroa Alcorta, firmó el decreto de conformación de tal reserva al día siguiente de que se produjera el hallazgo de petróleo en esa zona.

### Actividades

1. Busquen y registren información acerca de la composición del gas natural y de los yacimientos existentes en la Argentina.

En las combustiones incompletas se obtienen monóxido de carbono (CO) y carbono (C); este último es el que mancha las superficies y otorga el color amarillo anaranjado a la llama. A temperatura ambiente, el carbono es negro, pero a temperaturas elevadas (como la de la llama), se pone incandescente y emite luz amarilla.

El monóxido de carbono es una gas peligroso y muy perjudicial para el organismo humano. Al entrar en el torrente sanguíneo, el monóxido de carbono reemplaza al oxígeno y provoca la intoxicación de la persona. Esta situación puede llegar a ser irreversible y eventualmente llevar a la muerte por asfixia.

Existen muchas sustancias como el metano, que están formadas por moléculas que contienen exclusivamente átomos de carbono e hidrógeno. Estas sustancias se denominan **hidrocarburos** y son combustibles. Algunas mezclas de combustibles se usan para proveer energía para usos múltiples. Por ejemplo, para calefaccionar las casas o para poner en movimiento los vehículos.

El petróleo y el gas natural son las fuentes naturales de hidrocarburos, y por este motivo ambos son frecuentemente utilizados para la obtención de energía. Pero, ¿somos conscientes de su uso cada vez que encendemos una estufa o cargamos combustible? Por lo general, no.

El petróleo y el gas natural son **recursos naturales no renovables** que se gastan mucho más rápidamente de lo que tardan en formarse, y que están disponibles en cantidades limitadas. Por esta razón, sería conveniente que tomáramos conciencia de la importancia que tiene aprender a cuidarlos ya que se están agotando. Por ejemplo, en la actualidad ya se ha explotado más del 80% del petróleo utilizable.

Se cree que el petróleo se formó a partir de un complejo proceso en el cual la materia de origen vegetal y animal quedó almacenada en el interior de la Tierra, junto con arcilla, arena, limo y otros sedimentos arrastrados por el viento y los ríos. Esas formaciones de sedimentos, conocidas como mantos sedimentarios, fueron sometidas a altas presiones y temperaturas que provocaron una serie de transformaciones que originaron el petróleo. Cuando los mantos sedimentarios quedan rodeados de rocas impermeables al paso del petróleo, este queda atrapado y se deposita formando un **yacimiento**. El gas natural tendría el mismo origen que el petróleo, e incluso existen yacimientos que contienen ambas mezclas de estos compuestos.

El petróleo y el gas natural son llamados **combustibles fósiles** porque se

cree que se formaron a partir de restos de materia que proviene de organismos que habitaron nuestro planeta hace millones de años. Algunas veces, el petróleo se encuentra en el mismo lugar donde se originó (la llamada roca madre), mientras que en otros casos aparece más alejado, debido a que se filtró a través de los poros y de las fracturas subterráneas.



Gasoducto en la provincia del Neuquén.



## Petróleo y combustibles derivados

A la pregunta ¿de qué color es el petróleo?, se podría responder: de muchos.

Como el gas natural, el petróleo no es una única sustancia sino una mezcla de varias. Su composición es variable y de esta depende el color que tiene el petróleo crudo. Si bien habitualmente suele ser negro, también se los encuentra casi incoloros, de color ámbar y hasta rojizos.

En las refinerías de petróleo se usa la destilación fraccionada para separar sus componentes de la mezcla. En este procedimiento, la mezcla se calienta en las llamadas torres de destilación. Cada uno de los componentes del petróleo tiene una temperatura de ebullición diferente, y esta característica es aprovechada en el proceso de destilación. Así, en función de qué temperatura haya en el sector de la torre, se obtienen los derivados correspondientes.

La siguiente tabla brinda más información acerca de los componentes obtenidos en los diferentes intervalos de temperatura.

Temperatura de ebullición (intervalo)	Productos obtenidos
Temperaturas menores a 20 °C	Gases usados como combustibles en refinerías. También para calefacción industrial y doméstica.
Entre 40 °C y 200 °C	Naftas para automóviles. Materias primas para disolventes.
Entre 250 °C y 300 °C	Gas oil para motores diésel y calefacción.
Entre 350 °C y 500 °C	Fuel oil para buques. Materia prima para aceites lubricantes y ceras.
Temperaturas mayores a 500 °C	Asfalto para usos varios (pavimentos, impermeabilización, etcétera).

De todos los componentes del petróleo mencionados en la tabla anterior, la **nafta** es el más requerido para usar como combustible en los vehículos.

Dentro de los cilindros de los motores se mezclan el aire y los vapores de la nafta. La chispa generada al encender el motor provoca "la explosión" de esta mezcla.

Desde el ingreso del combustible a los cilindros hasta la salida de los productos de la combustión por las válvulas de escape, ocurren procesos en etapas sucesivas. Si estas se superponen, se producen explosiones bruscas o fuera de tiempo (eso se llama detonación). Cuando esto ocurre, el motor se daña y se gasta más combustible.

## El gas natural

El gas natural es una mezcla utilizada como una de las principales fuentes de energía en nuestro país. El gas natural es un combustible tanto de uso doméstico como industrial, y es transportado a través de tuberías llamadas gasoductos.

Como el petróleo, el gas natural también es una mezcla de sustancias de composición variable. Aproximadamente entre un 80% y un 90% corresponde a metano, y el porcentaje restante se reparte entre otros hidrocarburos, tales como etano ( $C_2H_6$ ), propano ( $C_3H_8$ ) y butano ( $C_4H_{10}$ ), también gaseosos a temperatura ambiente y presión normal.

## Pioneras en petróleo

La primera empresa argentina que intentó explotar el petróleo con fines comerciales fue la Compañía Jujena de Kerosene, constituida en 1865. Al año siguiente, se formó en Mendoza la Compañía Mendocina de Petróleo S.A., que llegó a extraer 8.000 toneladas de petróleo en esa provincia.



Destilería en Mendoza.

► En el capítulo 6, página 122 hay más información sobre la destilación fraccionada.

## ¡Dale gas!

El GNC, o gas natural comprimido, se utiliza como combustible para algunos vehículos desde el año 1995.



Como hemos visto, el gas metano puede experimentar una combustión completa o incompleta, según la cantidad de oxígeno con la que se combine.

¿Recuerdan qué color debe tener la llama para poder asegurar que la reacción de combustión que se produce es completa? Esta debe ser azul.

Es recomendable tener en cuenta esta información, y observar las llamas utilizadas para prevenir la producción de monóxido de carbono, un gas que como vimos, puede ser mortal. Una llama amarilla o anaranjada es señal de una combustión incompleta; en esos casos es necesario destapar los quemadores, es decir, los orificios o conductos por donde entra el aire en el artefacto. Esto permite que entre más aire (más oxígeno) y la combustión pase a ser completa.

A veces, el problema no es la combustión incompleta sino los escapes de gas, ya que esta mezcla no es tóxica pero sí inflamable. La ventaja con la que se cuenta es que estas pérdidas son fácilmente identificables por el olor. Pero, ¿es el gas natural el que huele? La respuesta es no. Los componentes del gas natural no tienen olor en sí mismos. Por eso se agregan por cada metro cúbico de gas, entre 15 y 19 miligramos de ciertas sustancias llamadas **mercaptanos**, que le confieren ese olor característico que permite identificar fácilmente una pérdida de gas.

### ¡Puf, qué olor!

El olfato puede distinguir una parte de mercaptano en 460 millones de partes de aire. ¡Casi nada!



### Cálculo del consumo de gas

¿Cómo hacen las compañías proveedoras para calcular cuánto gas gasta un consumidor? En las casas se instalan medidores para conocer el consumo durante un determinado tiempo. Este se mide en metros cúbicos (unidad de volumen).

Para conocer el consumo se resta el valor de la lectura actual del medidor al valor de la lectura anterior. Si este resultado es multiplicado por el precio del gas, que se expresa en pesos por metro cúbico, es posible calcular cuánto debe pagar cada consumidor. A este valor calculado se le debe sumar los cargos correspondientes a los impuestos de transporte y de distribución.

También es posible calcular la energía que puede liberar el volumen de gas consumido si su combustión es completa. En la factura que se recibe figura el **poder calorífico**, dato que corresponde a la cantidad de kilocalorías obtenidas por la combustión completa de cada metro cúbico de gas utilizado.

### Actividades

#### 1. Analicen:

- Por qué para detectar una posible pérdida de gas se coloca solución jabonosa en el lugar donde se supone que se produce, y nunca se debe encender un fósforo en la cercanía de esta zona.
- Por qué al entrar en un recinto en el que hay pérdida de gas no se debe encender la luz ni utilizar el teléfono.

#### 2. Consigan una factura de gas y ubiquen en ella los datos que fueron mencionados en esta página.



## Gas envasado, pero... ¿líquido?

A pesar de que las redes de distribución de **gas natural** se amplían año tras año en toda la región, muchos sectores de la población de nuestro país y de países vecinos aún utilizan combustibles envasados en **garrafas** o **cilindros**, denominado **gas licuado (GL)**, **gas licuado de petróleo (GLP)** o simplemente **gas envasado** como combustible básico.

En grandes áreas de baja densidad poblacional (lugares que tienen bajo número de habitantes), o zonas ubicadas lejos de los gasoductos troncales, se consume el GLP desde depósitos semifijos recargables a granel (bombonas) instalados en el domicilio.



Distintos envases de GLP.

Pero, ¿qué contienen las garrafas que se usan en zonas urbanas y los cilindros de acero de mayor volumen que se utilizan en zonas rurales?

Básicamente, el contenido de estas garrafas consiste de una mezcla de propano ( $C_3H_8$ ) y butano ( $C_4H_{10}$ ), dos hidrocarburos que a diferencia del metano ( $CH_4$ ) pueden pasar a estado líquido cuando son sometidos a presiones relativamente bajas (algo más de 2 atmósferas). Esta propiedad es aprovechada para su almacenamiento y transporte en recipientes a presión.

Estos gases, mezclados en distintas proporciones, son comprimidos y parcialmente licuados para envasarlos.

Los llamados **GLP** se conservan en estado líquido, junto con una pequeña fracción gaseosa, a presiones que oscilan entre 2,5 y 10 atm, según la temperatura a la que se encuentren. Esto permite que puedan ser transportados fácilmente en camiones hasta llegar a destino (los usuarios). Cuando se abre la válvula y entran en contacto con la atmósfera (cuya presión es inferior a la que soportan dentro de la garrafa), estos hidrocarburos se transforman en gas nuevamente.

Los componentes del GLP se obtienen en las bocas de los yacimientos gasíferos y petrolíferos, o también de los subproductos de las refinerías de petróleo.

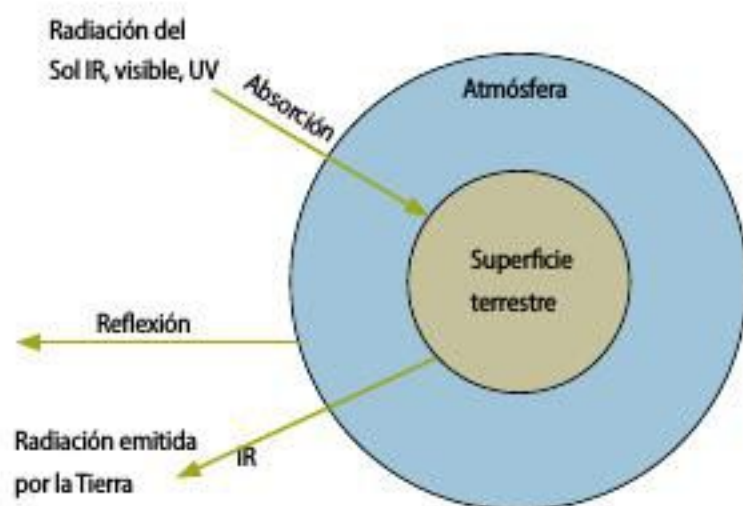
El gas licuado de petróleo, cuyo componente principal es el butano, se comercializa generalmente envasado en garrafas de 10, 15 y 45 kg, y es conocido con el nombre comercial de **supergas**. Cuando el propano es el componente mayoritario en la composición del GLP, este es denominado **gas propano**.

Las garrafas del llamado **gas envasado** de consumos domésticos (para la cocina, la calefacción, el agua caliente...) se suelen cargar con una mezcla de aproximadamente 60% de butano y 40% de propano.

## Para estar informados: consejos de seguridad para el uso de gas envasado

- ▶ No aceptar envases cuyo precinto de seguridad haya sido violado.
- ▶ Controlar la instalación (incluido el regulador, la puntera de goma y la manguera) antes de conectar el envase.
- ▶ Antes de girar el volante de la válvula de la garrafa verificar que estén cerradas las llaves de maniobra de los artefactos y que no haya ninguna llama cerca.
- ▶ No ubicar, almacenar o instalar garrafas o cilindros en sótanos. Elegir siempre lugares permanentemente ventilados.
- ▶ Las garrafas fueron diseñadas para usarse en interiores, mientras que los cilindros solo deben colocarse en exteriores.
- ▶ Colocar los envases solo en posición vertical.
- ▶ Después de la conexión es siempre conveniente realizar una prueba con agua y detergente. Si aparecen burbujas nuevas, significa que hay una pérdida. En ese caso se deben apretar las conexiones y realizar nuevamente la prueba.
- ▶ No probar la correcta conexión de la garrafa con una llama.
- ▶ La óptima calidad de la combustión se comprobará mediante una llama azulada.





## El aire que respiramos y el efecto invernadero

¿En qué consiste el efecto invernadero?

La Tierra recibe radiación proveniente del Sol. Una parte de esa radiación es reflejada por la Tierra y devuelta a la atmósfera como radiación infrarroja (IR). Otra parte es absorbida por ciertas sustancias presentes en la atmósfera, lo cual permite que la temperatura de la superficie terrestre no descienda bruscamente. Una de las principales sustancias que participan en este

proceso es el dióxido de carbono.

El efecto invernadero no es nocivo cuando ocurre naturalmente, porque permite que se mantenga una temperatura promedio que hace posible la vida en la Tierra.

Pero también existe el efecto invernadero artificial. Este se asocia con el aumento en la emisión y la acumulación en la atmósfera de diversas sustancias, muchas de ellas en estado gaseoso, provenientes de las actividades industriales. Esto provoca un aumento adicional de la temperatura del planeta, llamado **calentamiento global**.

Casi siempre se menciona como principal responsable del efecto invernadero, natural y artificial, al dióxido de carbono. Sin embargo, existen otras sustancias que, absorbiendo la radiación infrarroja, también contribuyen a este fenómeno.

Sustancia	¿De dónde proviene?
Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )	Es uno de los componentes normales del aire. La deforestación de zonas tropicales y la combustión de combustibles fósiles favorecen su formación adicional.
Vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ (v))	Es un componente del aire, cuya proporción en este es muy variable.
Metano ( $\text{CH}_4$ )	Se forma naturalmente en lagos. Puede provenir de fugas cercanas a los yacimientos de gas natural o producidas durante su traslado.

### Actividades

1. ¿Qué creen que ocurriría si toda la radiación emitida por la Tierra fuera absorbida por la atmósfera?
2. ¿Qué suponen que pasaría si no hubiera atmósfera?

### Actividades experimentales

#### Simulación del efecto invernadero

##### Necesitarán:

- ▶ dos recipientes del mismo tamaño (por ejemplo, dos cajas medianas);
- ▶ dos termómetros graduados de  $0^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$ ;
- ▶ dos lámparas de por lo menos 60 watt;
- ▶ una placa de vidrio transparente;
- ▶ un reloj.

**Paso 1.** Coloquen un termómetro en cada una de las cajas. Tapen una de ellas con el vidrio. Registren la temperatura en el interior de cada caja.

**Paso 2.** Apunten cada lámpara por encima de cada caja, cuidando que la distribución de la luz sea pareja. Dejen reposar durante aproximadamente una hora y, luego, lean la temperatura en cada uno de los termómetros.

Respondan:

¿A qué se debe la diferencia de temperaturas entre ambas cajas?

¿Se podría reemplazar el vidrio por una cartulina negra? ¿Por qué?



## La contaminación atmosférica y el calentamiento global

¡La Tierra no es un planeta reciclable! Para que nuestra calidad de vida no se vea modificada de forma negativa, es fundamental preservarla de aquellas cosas que la perjudican, por ejemplo, el calentamiento global. Por eso, desde hace varios años, esta y otras problemáticas similares son motivo de debates a nivel mundial.

En 1982 se realizó en Brasil la Cumbre de la Tierra. Luego, se sucedieron desde 1985 las conferencias anuales sobre el cambio climático. En 1997 en Kyoto, Japón, se propusieron las primeras medidas de acción concretas. Los países industrializados se comprometieron a reducir entre los años 2008 y 2012 las emisiones de gases que incrementan el efecto invernadero artificial (un 5% con respecto a las emisiones de 1990). En el año 2002, la Unión Europea ratificó el compromiso asumido, mientras que los Estados Unidos no se adhirió; sus representantes argumentaron que la economía de su país resultaría afectada.

La conferencia sobre este tema más recientemente llevada a cabo se organizó en Río de Janeiro en junio de 2012. La Ciudad de Buenos Aires fue dos veces sede, una en 1998 y la otra en 2004. En esa última oportunidad se acordó calcular los costos del impacto del cambio climático, y realizar un profundo análisis de la vulnerabilidad de los países, en especial la de los más pobres.



### Sorprendente ►

Una persona adulta exhala aproximadamente 57 gramos de dióxido de carbono por hora. Según este dato, un motor naftero genera la misma cantidad de este gas que la producida por 220 personas, mientras que un motor diésel equivale a la producción de 1.179 personas.

"[...] Yo te agradezco porque aquí estoy. Vos sos mi única madre. Con alma y vida hoy venero tu jardín [...]" Bersuit Vergarabat, "Madre hay una sola", 2005. En este tema, el grupo argentino hace referencia a nuestro planeta Tierra.

Puerto de Kawasaki,  
Japón.

### Actividades

1. Lean el siguiente fragmento y resuelvan las consignas.

El gobierno británico ha publicado el estudio más completo de los costos y los riesgos del calentamiento del planeta y de las medidas que podrían reducir las emisiones de gases que provocan el efecto de invernadero [...]. Como señala el informe Stern, los pobres son, como de costumbre, los más vulnerables [...]. Los contaminadores no están pagando el costo completo del daño que causan. Ninguna guerra podría ser más devastadora [...].

Se podría abordar este problema a escala mundial con un impuesto acordado globalmente, sustituyendo los impuestos actuales por un impuesto a la contaminación por dióxido de carbono [...]. Solo tenemos un planeta y debemos conservarlo como un tesoro. El calentamiento del planeta es un riesgo que no podemos permitirnos el lujo de seguir desconociendo.

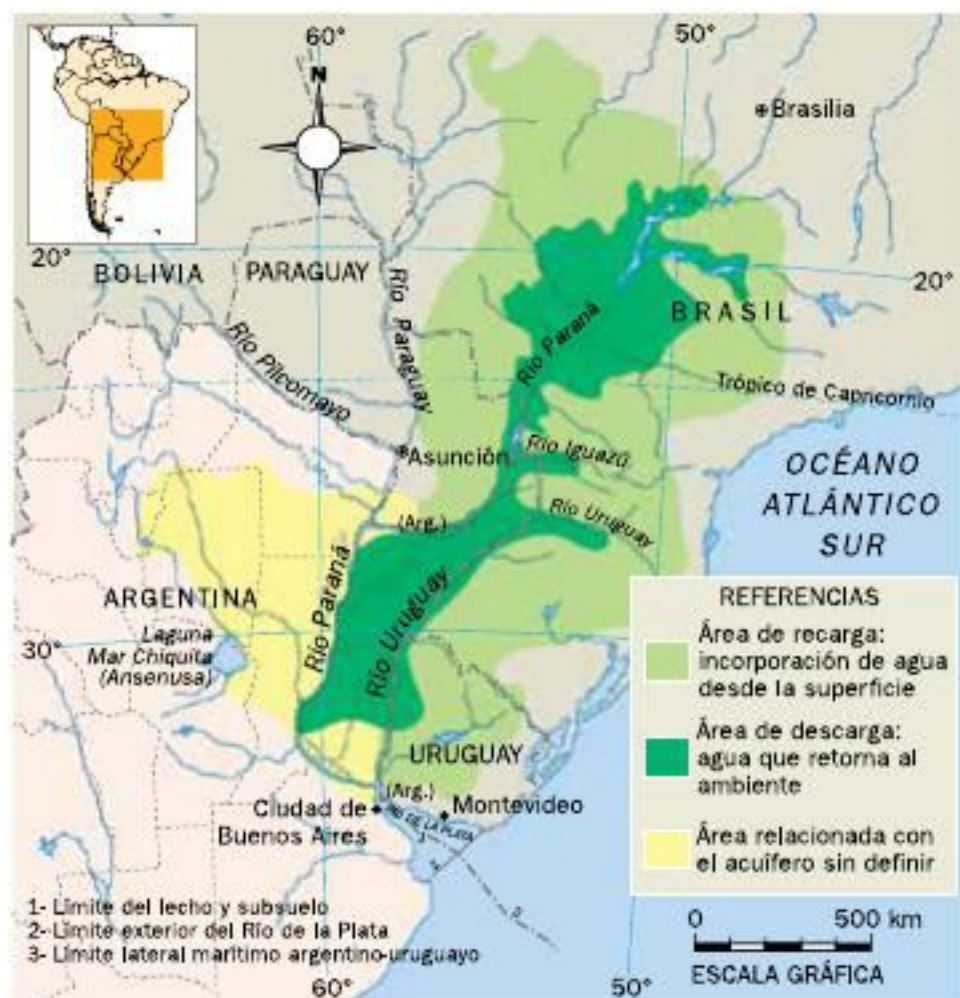
- a. ¿Piensan que es suficiente crear un "impuesto a la contaminación" para mejorar la situación? ¿Por qué?
- b. Opinen acerca del argumento de no ratificar un tratado ambiental porque resulta afectada la economía de un país.

*Clarín*, "El cambio climático es peor que cualquier guerra", 12/11/2006 (adaptación).  
Joseph Stiglitz.



## El agua que consumimos

Además de ser indispensable para la vida, el agua se usa para el riego, la higiene y las actividades industriales, entre otras cosas. El agua es un recurso natural que es necesario cuidar y usar racionalmente.



### Algunos datos importantes

► En el año 2003 se realizó el Foro Mundial del Agua, en Kyoto, Japón. Según lo que indica el informe final, se prevé que en los próximos veinte años el promedio mundial de abastecimiento de agua por habitante disminuirá a una tercera parte del actual.

► La ONU (Organización de las Naciones Unidas) asegura que para el año 2025, unos 3.500 millones de personas en el mundo padecerán por escasez de agua. Esta cifra se estima considerando que la demanda de agua potable será un 56% mayor que la que pueda ser suministrada.

► En Sudamérica se encuentra el Acuífero\* Guaraní, considerado la tercera reserva de agua dulce en importancia del planeta. Este reservorio no es reciente, sino que tiene 132 millones de años. Su superficie es enorme, cuenta con 1.190.000 km<sup>2</sup>, y ocupa parte del norte de Brasil, parte de Uruguay y de Paraguay, y se extiende

### Glosario

**acuífero:** zona subterránea impregnada de agua.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), "el **agua potable** es aquella considerada adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal".

hasta la pampa argentina. El acuífero almacena 37.000 km<sup>3</sup> de agua; cada kilómetro cúbico es ¡un billón de litros!

Con semejante cantidad de agua, pensaríamos que no hay por qué preocuparse. Sin embargo...

► El volumen de agua que se puede explotar en el acuífero es actualmente de 40 a 80 kilómetros cúbicos por año. Eso equivale a cuatro veces la demanda total anual de la Argentina.

► América Latina tiene el 20% del agua dulce disponible en la Tierra.

En el futuro, quien tenga agua dulce disponible para su consumo tendrá una ventaja significativa sobre aquellos que no la tengan. Seguramente, la disponibilidad de este recurso será un motivo de disputa internacional, como ya lo es el petróleo. En el caso del agua, las opiniones están divididas: Algunos piensan que el Estado debe preservar y suministrar el agua porque es un bien común. Otros sostienen que hay que comercializarla.

### Actividades

1. Unos 11.400 litros de agua se desperdician por año en cada canilla que gotea.

a. Discutan qué procedimiento podrían seguir para medir cuánta agua se desperdicia por el goteo de una canilla.

b. Delimiten un sector de su entorno que les parezca relevante para verificar si hay canillas goteando (puede ser, por ejemplo, la escuela, o algunas casas de familiares o amigos). En caso de encontrar pérdidas, estimen los litros derrochados en total, por día y por año.



## Agua potable

¿Cuál de los recipientes de las imágenes que aparecen en esta página suponen que contiene agua potable? ¿Qué tuvieron en cuenta para su elección?



Es muy probable que hayan considerado como no potable al agua contenida en el primer vaso (agua turbia, sucia). Sin embargo, es importante saber que el hecho de que el agua sea transparente y limpia, no siempre indica que esta sea potable. Puede ocurrir que el agua contenga sustancias tóxicas disueltas o microorganismos patógenos que la conviertan en no apta para el consumo humano. Por este motivo, antes de ser distribuida, el agua de red es sometida a diversos procesos de potabilización.

## Aguas minerales

Desde hace bastante tiempo, una alternativa para el consumo son las aguas minerales.

El Código Alimentario Argentino define al agua mineral como la que se obtiene de un yacimiento (manantial) o estrato acuífero (napa), ya sea gracias a la surgencia natural o por medio de perforaciones. Habitualmente el agua mineral se comercializa en envases de vidrio o de plástico con información detallada de sus componentes.

### Actividades

1. Busquen información y respondan las siguientes preguntas.

- ¿Cuál es el porcentaje de la población que no cuenta con agua de red en la provincia en la que ustedes viven?
- ¿Qué fuentes de acceso al agua potable usan los habitantes en caso de no contar con agua de red?

2. Para realizar la siguiente actividad necesitarán varias etiquetas de envases de agua mineral de diferentes marcas. No hace falta que compren los productos; es suficiente con copiar la información nutricional de las etiquetas.

a. Comparen todas las marcas en los siguientes aspectos: contenido de iones (cationes sodio, calcio y potasio), vitaminas adicionadas y kilocalorías que aportan cada  $100\text{ cm}^3$  cada una de las marcas. Organicen la información en un cuadro similar al siguiente.

Marca de agua mineral	Contenido de iones			Kilocalorías por cada $100\text{ cm}^3$ de agua mineral	Vitaminas adicionadas
	potasio ( $\text{K}^+$ )	sodio ( $\text{Na}^+$ )	calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )		

b. Ordenen las aguas minerales de la más conveniente a la menos conveniente según los siguientes criterios:

- para personas hipertensas que deben restringir el consumo de  $\text{Na}^+$ ;
- para quienes tienen cálculos renales que deben restringir el consumo excesivo de  $\text{Ca}^{2+}$ ;
- para dietas restringidas en calorías;
- para quienes necesitan vitaminas.

Justifiquen el orden propuesto.





Contaminación en el Riachuelo, ubicado en la provincia de Buenos Aires.

► En el capítulo 6, página 120, pueden acceder a más información sobre los gases en solución.

## Glosario

**degradación:** Transformación de moléculas complejas en otras más sencillas.

## Contaminación de las aguas

El agua cubre la mayor parte (un poco más del 70%) de la superficie del planeta que habitamos.

Se dice que el agua está contaminada cuando sus condiciones naturales han sido modificadas. Esto puede ocurrir de varias maneras.

Un tipo de contaminación es el que se relaciona con algunos materiales de alta toxicidad que se disuelven en agua, por ejemplo, los provenientes de desechos no tratados de industrias mineras o de curtiembres. Al ser arrojados a ríos u otros cuerpos de agua, estos materiales forman soluciones acuosas tóxicas. Este tipo de contaminación se da, por ejemplo, con los denominados metales pesados: arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo.

La llamada contaminación orgánica también causa problemas. Esta se produce cuando se arrojan al agua fertilizantes, plaguicidas, restos de hidrocarburos y detergentes no biodegradables.

La contaminación también puede ser de origen natural. Por ejemplo, al norte de la provincia de Santa Fe y en Santiago del Estero, las aguas se contaminan por la disolución de ciertas sales tóxicas de arsénico, provenientes del subsuelo.

Los restos animales y vegetales también pueden contribuir a la contaminación del agua. Cuando estos se degradan, ocurren reacciones químicas en las que interviene el oxígeno disuelto en el agua. En las reacciones de degradación\*, el consumo de oxígeno por encima de los valores considerados normales, funciona como un indicador de que el agua no está en las mejores condiciones. Esto se debe a que un mayor requerimiento de oxígeno implica que hay mayor cantidad de restos para degradar. Cuanto más oxígeno se gaste en esas reacciones de degradación, menor es la disponibilidad de este gas que habrá para la flora y la fauna acuáticas, cuya supervivencia resulta entonces amenazada.

Finalmente, existe otro tipo de contaminación, llamada contaminación térmica.

Temperatura	Solubilidad (gramos de oxígeno por litro de agua) a 1 atm de presión
10 °C	0,0544g
25 °C	0,0416 g
50 °C	0,0288 g



Central atómica de Embalse, Córdoba.

### Contaminación térmica

Para respirar, los peces utilizan el oxígeno que está disuelto en el agua. En el cuadro se muestran los valores correspondientes a la solubilidad del oxígeno en agua, en determinadas condiciones de temperatura y presión.

¿Qué ocurre con la solubilidad del oxígeno en el agua a medida que se incrementa la temperatura del agua?

Una planta industrial que no arroja desechos tóxicos al agua que la circunda pero que provoca un aumento de su temperatura, ¿podría perjudicar a los peces? ¿Por qué?

Si aumenta la temperatura del agua, su capacidad para disolver el oxígeno gaseoso baja. Si la cantidad de oxígeno disuelto disminuye, la respiración de los peces y plantas acuáticas se dificulta (¿coincide esto con las respuestas dadas por ustedes?).

Este tipo de contaminación se denomina **contaminación térmica**, porque el problema es ocasionado por la variación de temperatura.



# Usemos el agua con conciencia

El siguiente es un fragmento del artículo segundo de la Declaración de los Derechos del Niño, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 20 de noviembre de 1959.



El niño gozará de una protección especial y dispondrá de oportunidades y servicios, dispensado todo ello por la ley y por otros medios, para que pueda desarrollarse física, mental, moral, espiritual y socialmente en forma saludable y normal [...].

América Latina tiene 20% del agua dulce disponible en la Tierra. Sin embargo, una de cada seis personas de la región no tiene servicios sanitarios adecuados. Así es muy difícil pensar en un ambiente saludable para el desarrollo de los niños.

Entonces sería bueno recordar que el acceso de la población al agua potable no es un favor recibido sino un derecho adquirido.

Algunos datos contundentes:

- en Europa, solo cinco de sus ríos no están contaminados.
- en los Estados Unidos, están contaminadas el 40% de sus fuentes de agua potable.

La Argentina tampoco escapa a la contaminación de las aguas naturales. En algunas zonas hay arsénico, en otras se vierten desechos cloacales mal tratados. Una preocupación creciente de los pobladores de diversas provincias, por ejemplo de San Juan, Catamarca, Chubut, Santa Cruz y La Rioja, es la instalación de industrias mineras que eliminan desechos tóxicos sin tratamiento previo a las fuentes de agua.

Claro que esos son unos pocos ejemplos. Por lo tanto, muchas localidades cuentan con fuentes de agua que no deberían consumirse antes de ser tratadas. La calidad de estas fuentes es variable. Por eso, es necesario realizar análisis físicos, químicos y biológicos para decidir qué pasos se llevarán a cabo para potabilizarla antes de distribuirla.

En la Argentina hay varias plantas potabilizadoras de agua. En el barrio de Palermo, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, se encuentra la planta General San Martín, una de las más grandes del mundo. Su producción diaria supera los tres millones de metros cúbicos.

<http://misionesonline.net/2015/03/17/el-agua-del-acuifero-guarani-se-sumara-a-la-red-de-agua-potable-de-obera/>



1. Lean las siguientes noticias, discutan su contenido, y respondan las preguntas que están al final.

## El agua del Acuífero Guaraní se sumará a la red de agua potable de Oberá

Desde el Consejo de Administración de la Cooperativa Eléctrica de Oberá (CELO) se decidió dejar de utilizar los recursos del Acuífero Guaraní para el parque Termas de la Selva y desviarlo a la red de agua potable de la ciudad. La producción del mismo significará 500 litros de

agua para unas 480 familias, “es una decisión pensando en la complicada situación que vivimos en Oberá”, comentó una autoridad de la Cooperativa. Con esta medida se prevé evitar los cortes de suministro de agua que se vienen realizando en esta zona.



## Oberá: Conflicto por aguas del Acuífero Guaraní, entre el día a día y el turismo

OBERÁ. El Consejo de Administración de la Cooperativa Eléctrica Limitada de Oberá (CELO) decidió dar marcha atrás con la disposición por la cual toda el agua proveniente del acuífero Guaraní iba a alimentar la red de agua potable e irá también al Parque Termal. “... los abogados de la CELO advirtieron que el convenio firmado entre el municipio y la entidad, para la explotación del consorcio termal 'obliga' a destinar el 10% del agua

que insufla el Acuífero Guaraní a las piletas termales”.

El intendente de Oberá, manifestó que le pareció “desubicada” la decisión de anunciar desde la CELO que dejarán de utilizar los recursos del Acuífero Guaraní para el parque Termas de la Selva y desviarlo a la red de agua potable de la ciudad. “Mucha gente ha invertido creyendo en esa idea y de la noche a la mañana nos enteramos de que iban a dejar de prestar el servicio”, aseguró.



<http://www.nuevasinteracciones.com.ar/ober-conflicto-por-aguas-del-acufero-guaran-entre-el-da-a-da-y-el-turismo-465>

- a. ¿Qué fue lo que se priorizó para cambiar la primera decisión?
- b. ¿A quiénes beneficia el cambio producido? ¿Quiénes se perjudican?
- c. ¿Qué pasará con las 480 familias que iban a recibir el agua que ahora seguirá yendo a las termas?
- d. En el lugar donde viven, ¿tienen suficiente agua potable?  
¿De dónde proviene el agua potable que utilizan a diario?



## Las plagas y los plaguicidas

La interacción de los seres humanos con la naturaleza para satisfacer sus necesidades, en especial las alimenticias, ha generado algunos problemas derivados principalmente de la necesidad de producir cultivos con una alta producción y rentabilidad económica.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha señalado que la invasión de malezas, las enfermedades de las plantas y los insectos provocan la pérdida de entre un 30% y 35% de las cosechas. Además, sin el uso de plaguicidas, las pérdidas serían aun mayores. Sin embargo, debido a la falta de cuidados en su manipulación, todos los años resultan intoxicados muchos trabajadores agrícolas.

Antes de continuar veamos algunas definiciones importantes.

Llamamos **plaga** a cualquier organismo vivo que habiendo alcanzado una densidad de población elevada, genera diferentes daños a las personas y los cultivos, causando molestias y/o daños económicos. Pueden ser plantas, insectos, maleza, hongos, roedores, bacterias u otros.

Los **plaguicidas** son sustancias (o mezclas de sustancias) que se utilizan para prevenir, repeler, o controlar cualquier tipo de plaga y/o enfermedad de origen vegetal, animal, bacterial, virósico o fúngico.

El uso de equipos de protección personal, así como la consideración de las condiciones adecuadas de aplicación (especialmente la velocidad y dirección del viento), resultan fundamentales para disminuir los riesgos de contaminación ambiental (del agua, el suelo y el aire) y de toxicidad para los seres humanos.



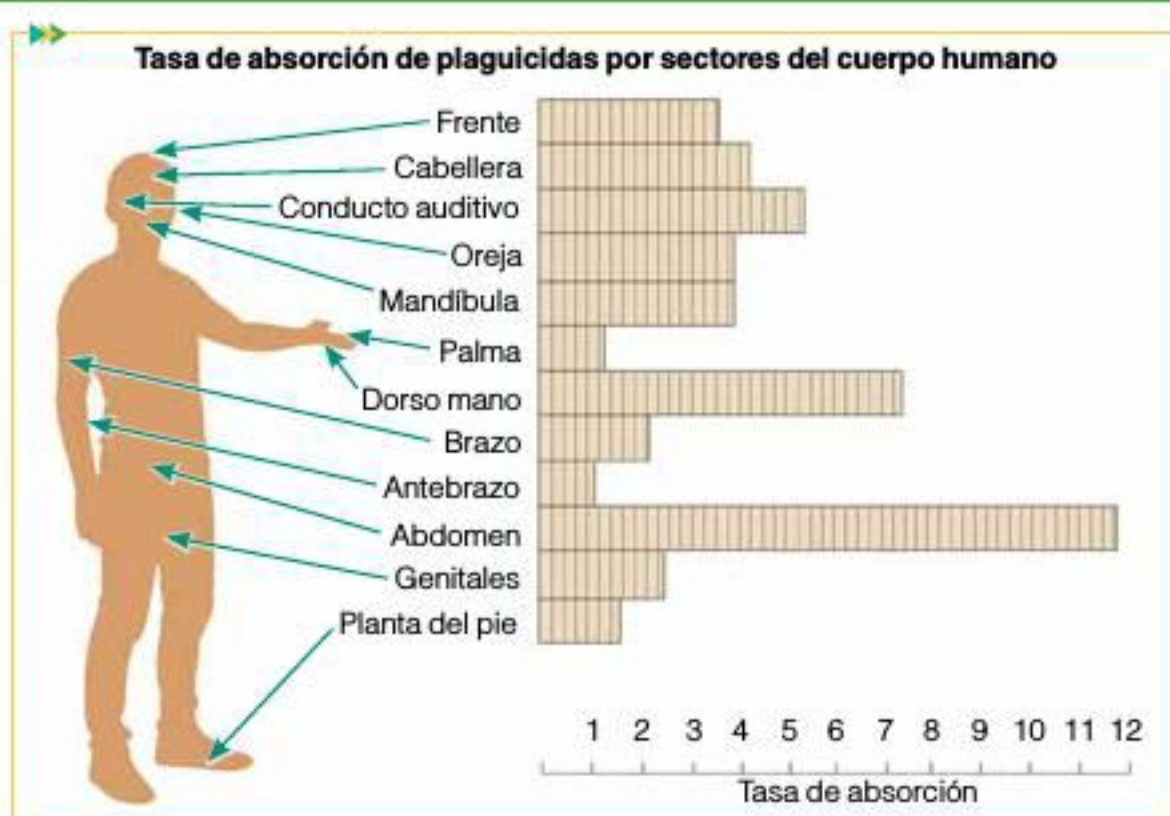
Para fumigar, o sea, esparcir productos para evitar plagas, es necesario el uso de equipos de protección personal que permiten evitar intoxicaciones.

### Actividades

1. Observen la siguiente figura y respondan:

a. ¿Cuáles son las zonas del cuerpo con mayor riesgo de absorción de plaguicidas?

b. ¿Queda justificada la recomendación de utilizar máscara, equipo impermeable y delantal, especialmente al momento de la preparación del producto y de su aplicación (situaciones de mayor riesgo del proceso)?



[www.frlr.utn.edu.ar](http://www.frlr.utn.edu.ar)



## Hagamos las cosas bien

Estas son algunas normas de seguridad para el uso de los plaguicidas.

1. No se deben utilizar plaguicidas si no se tiene la suficiente información acerca de los riesgos que implica su aplicación y la forma correcta de llevarla a cabo, y cuáles son los equipos de protección adecuados y primeros auxilios indicados para casos de urgencia.

2. Para fumigar se deben usar los equipos de protección individual: guantes largos de goma, botas altas, mascarilla que proteja la nariz y la boca de la inhalación de gases o polvo tóxico, anteojos o máscara facial que eviten las salpicaduras en los ojos, y ropa de trabajo que proteja el cuerpo del contacto con los plaguicidas.

3. No se debe fumar, beber, ni comer mientras se está fumigando. Al terminar, es necesario lavarse con abundante agua y jabón y cambiarse de ropa, de ser posible, en el mismo lugar de trabajo. Esta ropa se debe lavar separada de la que se usa en la casa.

4. Antes de empezar a usar los equipos de aplicación de los plaguicidas (mochilas y tanques pulverizadores), se debe verificar que estos funcionen correctamente.

5. Si un aparato de aplicación se llegara a obstruir, jamás se deben soplar las boquillas ni aspirar con la boca. Para desatascarlos se debe utilizar un alambre o un hilo de cobre.

6. Se debe pulverizar siempre de espaldas al viento, para impedir que la nube generada alcance al aplicador. Además, se debe guardar una distancia prudencial con otros trabajadores para evitar la mutua contaminación.

### Actividades

1. Lean el siguiente texto y vayan registrando todas las situaciones incorrectas que aparecen en el relato. Discutan con sus compañeros los motivos por los que hicieron cada una de las anotaciones.

Recientemente recibido de técnico agrario, Carlos se fue al campo de unos conocidos de su padre para aprender y ayudarlos en los trabajos de campo. Un día, camino a una zona de naranjos, Elías (un trabajador) le contó que su sobrino Miguel, recién llegado de la ciudad, colaboraba con él en los trabajos de fumigación. Al llegar al naranjal, todos los trabajadores fueron por sus equipos de trabajo, pero Miguel se dio cuenta de que había olvidado el suyo (que había utilizado para fumigar el día anterior) en su dormitorio. Elías, muy enojado, le pidió que regresara. Pero Miguel le respondió que los pantalones largos y la remera de manga corta que llevaba puestos eran suficientes para protegerse. No muy convencido, Elías aceptó su propuesta. Los dos tomaron sus respectivos depósitos de plaguicida, y se los colocaron en la espalda. A continuación se pusieron

los anteojos protectores, el sombrero de ala ancha y un gran pañuelo que les cubría la boca y la nariz. Carlos se quedó intranquilo por la situación, ya que no creía que se estuvieran teniendo en cuenta los cuidados para usar los plaguicidas. Además, se dio cuenta de que los bidones de los plaguicidas no tenían etiqueta con nombre ni las normas de seguridad para su uso. Elías y Miguel comenzaron a trabajar. De pronto, Carlos vio que Miguel soplabla con fuerza la boquilla del aparato de fumigar para destaparla. Luego se colocó el pañuelo en la cara nuevamente y comenzó a aplicar el pesticida. Casi inmediatamente, Miguel se puso muy pálido y sudoroso, y Carlos tuvo que sujetarlo para que no se cayera. Viendo lo que ocurría, Elías acudió de inmediato y llevaron de urgencia a Miguel al centro de salud más cercano.



## Corrosión: los materiales interaccionan con el ambiente

Es muy común observar que algunos objetos se descascaran, disgregan, pierden sus propiedades, o simplemente cambian de textura, brillo o color con el paso del tiempo y la exposición al ambiente. Cualquiera que haya percibido el desarrollo de manchas de óxido sobre la superficie de un portón o reja de hierro, el "picado" de la chapa de un automotor luego de haberse levantado la pintura, el opacamiento de una superficie de aluminio, o la pátina (coloración verde) que adquieren el cobre y el bronce expuestos al aire libre, habrá sido testigo de un proceso de corrosión sobre metales.

La corrosión no se manifiesta únicamente a través de la pérdida de brillo o la formación de óxidos visibles, sino que además puede provocar grietas que eventualmente pueden llevar a la fractura del material, la producción de perforaciones o la pérdida de las propiedades que lo caracterizan.

En una primera aproximación podemos decir que **la corrosión** es el fenómeno de destrucción progresiva de los materiales debido a la acción del medio en contacto con ellos.

Con frecuencia, cuando se habla de corrosión se considera únicamente a los metales. Pero lo cierto es que por acción del medio en que se encuentran, existen otros materiales que también pueden sufrir transformaciones. Por ejemplo, el plástico se puede ampollar, la madera se puede pudrir, el cemento se puede degradar y la goma puede perder su flexibilidad.

La corrosión es un proceso que afecta a la mayoría de los materiales, en diversos ambientes (medios acuosos, contacto con la atmósfera, alta temperatura, etcétera).

Debido a que los metales han sido y aún constituyen los materiales más utilizados en la construcción de herramientas, envases, cañerías, equipos, máquinas, puentes, y edificios, es sobre estos donde más se ha estudiado el fenómeno de la corrosión.

Por ejemplo, en el caso del hierro, la corrosión origina óxidos hidratados y otros compuestos, que forman un material sólido, rojizo, poroso y muy poco adherente, que recibe el nombre de **herrumbre** u **orín**.

### La corrosión metálica

La corrosión constituye uno de los más grandes y costosos problemas que enfrenta nuestra civilización desde hace varios siglos. Por ejemplo, actualmente más del 20% de la producción de aceros se destina a la reposición del que es destruido por corrosión. En general, se calcula que su costo económico multimillonario no es inferior al 2% del valor total del PBI (producto bruto interno) de cada país.

La atmósfera y el agua de lluvia contaminadas de las ciudades, junto con el agua de mar, son los principales causantes de la corrosión.



Muchas bellas cúpulas de la Ciudad de Buenos Aires revestidas en cobre están oxidadas. Este fenómeno se percibe por el color verde que adquieren debido, principalmente, al carbonato de cobre que se forma por acción de los componentes del aire sobre el metal. Estas pátinas se mantienen adheridas a la superficie y hacen sumamente lento el avance de la corrosión.

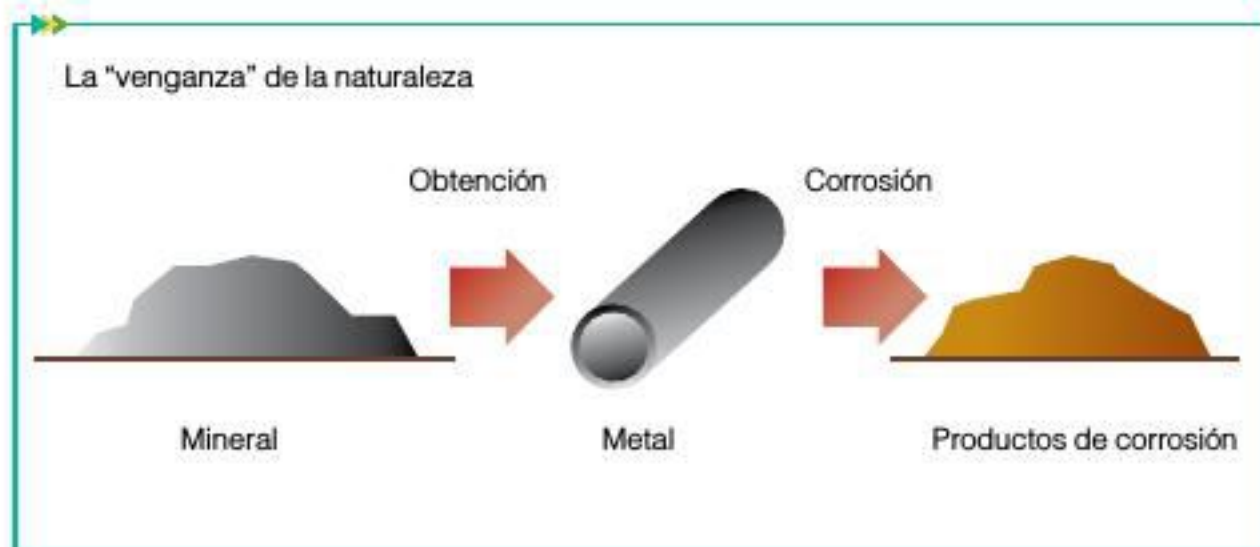




La corrosión ataca embarcaciones.

¿Por qué la mayoría de los metales se corroen? ¿Por qué en algunos casos el proceso es relativamente rápido y, en otros, muy lento o casi inexistente?

La mayoría de los metales se encuentran en la naturaleza combinados fundamentalmente con oxígeno, azufre y carbono, formando óxidos, sulfuros y carbonatos. Estos solo pueden obtenerse a partir de compuestos naturales mediante procesos físico-químicos que requieren grandes cantidades de energía. Los metales así obtenidos se encuentran en una situación inestable y en contacto con aire, agua, tierra, etcétera, tienden a recuperar su estado natural.



La tendencia de los metales a volver su estado original causa la corrosión (particular para cada metal), que además resulta favorecida o inhibida por la temperatura a la que se encuentran y el tipo de medio con el que están en contacto. En el caso particular del hierro, la corrosión a temperatura ambiente en un medio aireado y húmedo, provoca su transformación progresiva en óxidos de hierro hidratados y carbonatados, que se desprenden del cuerpo del objeto, lo que provoca su destrucción.

En el caso del aluminio que se encuentra en las mismas condiciones, la formación de una capa de óxido ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) en la superficie resulta beneficiosa. La herrumbre que se forma en el hierro es una capa porosa que no impide que el metal siga en contacto con el oxígeno y la humedad. En contraste, la capa de óxido de aluminio es densa, compacta, casi transparente y muy resistente. Algo similar ocurre con el cinc (Zn) cuya capa de óxido lo protege de futuras oxidaciones.

### Actividades

1. Reconozcan en sus hogares objetos metálicos expuestos al aire y al agua. Observen que algunos no sufren corrosión y otros presentan evidentes muestras de ella.
  - a. Hagan una lista de cada tipo: los que presentan corrosión y los que no.
  - b. Comparen sus listas con las del resto de sus compañeros. ¿Qué cosas en común encuentran?
  - c. Averigüen con qué material o materiales está hecho cada uno de los objetos que mencionaron.
  - d. Averigüen cómo se encuentran los metales nobles en la naturaleza, particularmente el oro.
  - e. Busquen información acerca de los buscadores de oro.

### En la Química también hay nobleza

El oro (Au), la plata (Ag), el platino (Pt), el iridio (Ir) y el paladio (Pd) son parte de un selecto grupo de metales caracterizados por ser prácticamente inertes, muy poco susceptibles de corroerse u oxidarse. Esta "inalterabilidad" les da una gran utilidad para muchos fines tecnológicos o para la joyería, razón por la cual se les ha denominado con el apelativo de "nobles".



## Procesos de corrosión

Si logramos comprender el fenómeno de la corrosión metálica y analizar las condiciones en las que se produce y los factores que influyen, podemos discutir sobre las formas para evitarla o contrarrestarla.

### Parte I. ¿En qué condiciones se oxida más fácilmente el hierro?

#### Necesitarán:

- ▶ 7 tubos de ensayo o vasitos o frascos pequeños de vidrio o plástico transparente;
- ▶ 14 clavos (de acero común) limpios y brillantes de 2 a 2,5 cm de largo (se los puede pulir suavemente con papel de lija si están opacos);
- ▶ cucharitas plásticas;
- ▶ algodón;
- ▶ tapones de goma o corcho para los tubos o frascos utilizados;
- ▶ sal de mesa;
- ▶ agua potable;
- ▶ agua hervida y caliente;
- ▶ vinagre de alcohol (vinagre blanco);
- ▶ refresco cola;
- ▶ vaselina o aceite de cocina.



**Paso 1.** Numeren los frascos del 1 al 7 y en cada uno de ellos coloquen dos clavos limpios. Tengan cuidado al introducir los clavos en los tubos: háganlo suavemente y sin tirarlos de punta, para evitar la rotura de los tubos.

**Paso 2.** Preparen los tubos o frasquitos según las siguientes indicaciones.

- ▶ Frasco 1: tapen la boca del tubo con un trozo de algodón húmedo.
  - ▶ Frasco 2: tapen la boca del tubo (que debe estar seco) con un tapón de goma o de corcho.
  - ▶ Frasco 3: cubran los clavos hasta la mitad con agua de la canilla.
  - ▶ Frasco 4: cubran los clavos totalmente con agua hervida y caliente. Realicen este ensayo con cuidado porque pueden quemarse. Si es necesario, pidan ayuda al docente. Luego cubran la superficie del agua con una delgada capa de aceite o vaselina.
  - ▶ Frasco 5: cubran los clavos hasta la mitad con agua salada (agua en la que se disolvió un poco de sal común).
  - ▶ Frasco 6: cubran los clavos hasta la mitad con refresco de cola.
  - ▶ Frasco 7: cubran los clavos hasta la mitad con vinagre de alcohol.
- Anoten en sus cuadernos o carpetas en qué caso suponen que el clavo se oxidará con mayor facilidad y en cuál, con mayor dificultad, y por qué.

**Paso 3.** Controlen cada tubo durante 5 días consecutivos y a la misma hora. Registren en sus carpetas los cambios volcando la información en una tabla.

Respondan:

¿Qué diferencias hay entre las condiciones de los clavos colocados en los frascos 1 y 2?  
¿Por qué no se cubren totalmente los clavos en el frasco 3?

¿Para qué se calienta a ebullición el agua para el frasco 4 y luego se la cubre con aceite?

Saquen conclusiones de los resultados obtenidos. Comparen los resultados obtenidos con las anticipaciones que habían realizado antes de realizar los ensayos.



**Parte II. ¿Todos los metales se corroen por igual?**  
**Necesitarán:**

- ▶ varios trocitos de plomo;
- ▶ 14 clavos o trocitos de alambre de cobre;
- ▶ tiras de aproximadamente 1 x 3 cm de hojalata (por ejemplo de latas de pintura cortadas) y de chapa de cinc (todo pulido muy suavemente para que las superficies queden libres de capas opacas o de pinturas y barnices protectores).



**Paso 1.** Vacíen y enjuagen los frascos o tubos previamente utilizados. Luego, en vez de clavos de hierro, coloquen trocitos de plomo, los clavos o alambre de cobre, y las tiras de hojalata y de chapa de cinc.

¿Se producirán los mismos cambios?

Anoten sus anticipaciones.

Ustedes pueden comprobar lo que ocurre repitiendo los ensayos del 1 al 7 pero ahora con cada uno o varios de los materiales disponibles. Elaboren un cuadro adecuado para anotar en él los resultados.

Registren sus observaciones. ¿Coinciden con sus anticipaciones?

**Paso 2.** Enrollen un alambre de cobre con varias vueltas alrededor de un clavo de acero hasta cubrir más de la mitad de este. Colóquenlo en un tubo y agreguen agua de la canilla.

Observen y describan la apariencia del clavo de acero y del alambre de cobre luego de 5 días. La parte del clavo cubierta por el cobre, ¿difiere de la que quedó descubierta? ¿Cuál se oxidó?

**Paso 3.** Coloquen en un tubo o frasquito un clavo de acero insertado o envuelto con una tira de chapa de cinc, bien ajustada con una pinza pero sin dañar la superficie. Agreguen agua y observen luego de 5 días los cambios en el clavo y en la chapa.



¿Cuál de los clavos se oxidó? Comparen con las observaciones realizadas con cada uno de los metales solos en contacto con agua. Saquen conclusiones y registrenlas. Luego, coméntenlas en grupo.

**Para tener en cuenta**

Las llamadas chapas de cinc (Zn) son en realidad chapas de acero con un recubrimiento de cinc. Por su parte, las de hojalata tienen un recubrimiento de estaño (Sn) y son usadas en algunos envases. El alambre de cobre puede tener un recubrimiento de barniz aislante, que será necesario eliminar con lija o lana de acero antes de usarlo.



## Buscar y seleccionar información en Internet

A diferencia de lo que sucede en una biblioteca, en Internet no hay un número limitado de volúmenes clasificados, ni un archivo con una ficha por cada libro donde está toda la información que se necesita. Tampoco hay un/a bibliotecario/a que pueda ser de ayuda para orientar una búsqueda. Sin embargo, la red brinda otras ventajas para encontrar información.

Con gran simplicidad y rapidez, esta nueva “biblioteca de Alejandría” digital permite acceder a una enorme cantidad de publicaciones, enciclopedias, libros, artículos, sonidos, fotos y videos, todo desde cualquier lugar donde haya una computadora (ordenador) conectada a Internet.

### Alerta. ¡No todo lo que brilla es oro!

El acceso prácticamente ilimitado a Internet constituye su virtud y también un peligro. Cualquiera puede colocar o subir información, por lo que es fundamental no confiar en todo lo que está publicado. Es necesario **revisar las fuentes y valorar la calidad de la información a la que se accede, con una actitud crítica**.

Por ejemplo, la clara identificación de los responsables de una publicación es un dato que se debe tener en cuenta para valorar la confiabilidad del sitio web. Conviene conocer antecedentes de los autores, su currículum, las actividades que han realizado, o la asociación de la cual forman parte. Informarse acerca del prestigio de un sitio que publica información, además de verificar que esta esté actualizada (seis meses es bueno y más de dos años no es adecuado), nos asegura que también esté respaldada por una institución acreditada. La información de este tipo de sitios tendrá más valor que la de un sitio realizado por un aficionado y sin respaldo institucional o académico.

Igualmente es importante distinguir las páginas publicitarias, tendenciosas o de opinión, de las que tienen argumentos científicos. En todos los casos, cuando se usa información obtenida en una página web, se debe citar su nombre, la dirección y la fecha de acceso.



### Actividades

1. Organizados en grupos, usen los métodos de búsqueda de los operadores y el de “búsqueda avanzada”, para indagar sobre el tema “métodos de protección de la corrosión en estructuras metálicas de automotores y electrodomésticos”.
2. Seleccionen y registren la información obtenida. Elaboren un resumen y citen las fuentes consultadas.
3. En el caso de no contar con Internet, consulten en una biblioteca, seleccionen y registren la información encontrada sobre este mismo tema.
4. Lean la información de la siguiente página y compárenla con la del resumen que elaboraron. De ser necesario, hagan los ajustes correspondientes para corregirlo o mejorarlo.



## Protección contra la corrosión

Se puede observar experimentalmente que el hierro no se corroe en el aire seco, ni en el agua privada de aire (lo que sucede por ejemplo al hervirla, ya que el aire disuelto en ella se desprende). La formación de herrumbre requiere tanto de oxígeno como de agua. También se observa que la corrosión del hierro aumenta en presencia de ciertas sustancias, como ácidos o sales.

Es posible evitar la corrosión, o al menos atenuarla, si se aísla el hierro del oxígeno y del agua. Esto puede lograrse simplemente engrasando o pintando la superficie metálica con pinturas comunes, o con las nuevas pinturas poliméricas llamadas comercialmente convertidores. Estas, además de cubrir el metal, son capaces de encapsular partículas de óxido que no se hayan desprendido previamente de la superficie que se quiere proteger, con lo que se evita realizar el lijado previo (tarea totalmente necesaria para lograr una eficaz protección con pinturas comunes).

Otra técnica que también es muy usada para proteger de la herrumbre consiste en recubrir la superficie del hierro con una capa protectora característica de ciertos metales (cincado, niquelado, cromado, etcétera). En todos los casos, es importante que el recubrimiento sea total; de lo contrario, al quedar el material parcialmente expuesto al aire, el proceso corrosivo se acelera.

## Una forma de protección: el galvanizado

**Este proceso fue desarrollado a partir del trabajo de Luigi Galvani, quien ordenó los metales según una propiedad, la carga eléctrica, relacionada con su tendencia a la oxidación.**

Se denomina galvanizado al proceso electroquímico, basado en una reacción química que se produce debido al pasaje de corriente eléctrica, por el cual se cubre un metal con cinc.

En las **cínguerías** se trabaja con las llamadas chapas de cinc (Zn) que, en rigor, son de hierro pero están recubiertas con cinc (es decir que se trata de hierro galvanizado). El cinc (Zn) protege el hierro, al reaccionar y formar con el oxígeno

(O<sub>2</sub>) y con el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico una película adherente, que impide la corrosión. Además, la tendencia a la oxidación del cinc es mayor que la del hierro. Por lo tanto, si se raya o perfora el revestimiento, y quedan ambos metales expuestos al ambiente, la corrosión se producirá fundamentalmente en el cinc.

A pesar de su nombre, el acero inoxidable no debería llamarse inoxidable. En rigor, se trata de una aleación que contiene cromo (Cr) y níquel (Ni) que se corroen pero solo superficialmente, ya que se forma una capa de óxido que se mantiene adherida a la superficie del objeto, y así protege el material, que permanecerá prácticamente inalterado.



Las chapas y perfiles de hierro galvanizados son muy utilizados por su resistencia a la corrosión.

Ciertos metales como el hierro, el cobre, el plomo, el cinc o el estaño no reaccionan con el agua de forma rápida y eficaz. Por ejemplo, el hierro y el cobre son metales apropiados para la construcción de tuberías para agua. Aun así, es necesario protegerlos externamente si están enterrados o empotrados en zonas húmedas.



## Corrosión hasta en las piedras

Si un techo de plástico, un toldo de lona, una bandera o un portafolio de cuero quedan expuestos a la intemperie durante mucho tiempo (supongamos, algunos años), particularmente a la agresividad de la actual atmósfera urbana, se arruinan.

Entre los efectos de la corrosión en materiales no metálicos que pueden observarse a simple vista, se encuentra la notoria decoloración, la fragilidad o el cuarteo, e incluso el desgranamiento de plásticos, textiles o cuero, que los puede dejar inutilizados para cumplir con las funciones para los que fueron creados. Algunos de estos mismos efectos descriptos pueden detectarse también en edificios, estructuras o elementos arquitectónicos, y en valiosos monumentos históricos no preservados.

Tanto el mármol como la piedra caliza son rocas sedimentarias formadas por el mineral calcita, que es carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Estas rocas resultan particularmente interesantes, dado que en todas las ciudades del mundo hay edificios y esculturas, consideradas patrimonios históricos, que están elaboradas con estas.

Los principales contaminantes atmosféricos son por un lado los óxidos de nitrógeno, de carbono y de azufre, que provienen de la combustión de hidrocarburos y, por otro, los gases de combustión liberados en la incineración de residuos sólidos.

En atmósferas contaminadas con estos gases se produce la llamada lluvia ácida, que es altamente corrosiva.

Las microscópicas porosidades de la piedra caliza o mármol los hacen especialmente sensibles a la lluvia ácida, que carcome las estructuras de ese tipo de piedras. Cuando entran en contacto con ácidos, estas rocas, al igual que el yeso (constituido fundamentalmente por sulfato de calcio hidratado,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), se transforman químicamente y producen sustancias que se desmenuzan y/o disuelven en agua. Los efectos de la lluvia ácida también pueden verse en el tono gris de los edificios y monumentos históricos mal preservados.

Es necesario que tomemos consciencia de que la contaminación ambiental es un problema que no solo afecta la salud, sino también el patrimonio cultural de la humanidad. Un porcentaje importante de obras artísticas están hechas de piedra caliza y de mármol, materiales que son muy sensibles al deterioro por la acción de la lluvia ácida. La preservación del patrimonio cultural tiene una relación directa con la investigación científica sobre la estabilidad ambiental de los materiales y constituye un campo de investigación complejo, ya que requiere la interacción de profesionales de diferentes disciplinas como físicos, meteorólogos, químicos, ingenieros y arqueólogos, entre otros.

### El mal de la piedra

Este mal es una patología ocasionada por un proceso de degradación de las rocas calizas debido a la presencia de sustancias atmosféricas contaminantes. El mal de la piedra consiste en la formación de unas costras llamadas **calcín y sulfín**, muy perjudiciales, con efectos similares a los de la herrumbre que ataca al hierro.

Restauración de esculturas atacadas por la corrosión.





## Los vidrios

La fabricación de vidrios se remonta a épocas muy lejanas. Los primeros materiales vidriados fueron producidos hace unos 6.000 años. Cerca del 200 a.C. comenzó a desarrollarse la técnica artesanal aplicada a la elaboración de objetos de vidrio, pero debido a la complejidad del proceso estos resultaban muy caros. No fue hasta comienzos del siglo pasado, que la producción mecanizada de piezas de vidrio generalizó el uso de este material en ventanas, espejos, frascos, vasos, botellas, adornos y lentes, entre muchos otros objetos.

Existen diferentes tipos de vidrios que se diferencian entre sí por su composición química.

Todos los vidrios son duros (muy difíciles de rayar), quebradizos (se rompen al ser golpeados o por cambios muy bruscos de temperatura), funden a muy elevadas temperaturas (1.000 °C o más), y son resistentes a la acción de los ácidos (excepto del ácido fluorhídrico, HF, que es justamente el compuesto utilizado para realizar grabados en vidrios).

Los objetos de vidrio resisten al ataque de agentes contaminantes y de la lluvia ácida. Los envases de vidrio, previo lavado, se pueden reutilizar. Una de las ventajas del vidrio es que es un material que se puede reciclar en su totalidad: los trozos de vidrio se pueden fundir y con el material líquido obtenido se puede elaborar nuevos objetos.

Los vidrios están constituidos por silicatos obtenidos, principalmente, a partir de sílice (dióxido de silicio,  $\text{SiO}_2$ , principal componente de la arena) que se funde y se mezcla con carbonato de sodio y de calcio, y con diversos óxidos

metálicos que dan origen a una gama de productos con características especiales. Por ejemplo, los óxidos de boro le confieren al vidrio una gran resistencia al cambio de temperatura, y son los llamados **vidrios térmicos**. Por su parte, el óxido de plomo origina un vidrio que se puede pulir y tallar, llamado **crystal**, con el que se fabrican las copas finas. También hay óxidos que le dan al vidrio un color específico, como el caso de los vidrios azules que contienen cobalto.



Con vidrio se puede fabricar objetos muy diferentes.

### Actividades

1. Discutan las ventajas y desventajas de utilizar vidrio o plástico para envases de bebidas.

### Para conocer más

Thiel, I. y otras, *La contaminación en el aire*, Buenos Aires, Lumen, 1995.

Thiel, I. y Gentile, G., *La contaminación en los mares*, Buenos Aires, Lumen, 1994.

Wais de Badgen, I. y otras, *La contaminación en ríos y lagos*, Buenos Aires, Lumen, 1997.

Thiel, I. y Gentile, G., *La contaminación en la vida diaria*, Buenos Aires, Lumen, 1993.

Camilloni, I. y Vera C., "El aire y el agua en nuestro planeta", *Colección Ciencia Joven N° 19*, Buenos Aires, Eudeba, 2006.



## Ideas básicas

- ▶ Durante la combustión del gas natural, una llama azul indica que la combustión es completa, mientras que una llama amarilla-anaranjada es señal de que la combustión es incompleta. Esta última reacción es muy peligrosa.
- ▶ El petróleo, el gas natural y el agua son recursos naturales que requieren un uso racional y cuidado.
- ▶ A partir del petróleo se obtienen combustibles que son mezclas de hidrocarburos, como la nafta.
- ▶ El agua es esencial para la vida, por ese motivo es importante cuidarla y evitar su contaminación.
- ▶ Para vivir, todos los seres vivos necesitamos una atmósfera no contaminada.
- ▶ La contaminación es un fenómeno global.
- ▶ La corrosión es un proceso de deterioro que sufren los materiales por acción del ambiente.

## Actividades de integración

1. Retomen los interrogantes que se plantearon en la página inicial del capítulo y, a partir de los contenidos desarrollados, vuelvan a responderlos.

### 2. ¿Cuánto gastaron?

Identifiquen en una factura de consumo de gas el apartado referido a "consumo comparado".

Consumo Comparado	
Consumo anterior	100
Consumo actual	0
<b>Ahorro</b>	<b>100</b>

Desglose de cargos	
CARGO POR CONSUMO	100.00
CARGO POR SERVICIO	10.00
CARGO POR DISTRIBUCIÓN	10.00
CARGO POR PÉRDIDAS	10.00
CARGO POR IMPUESTOS	10.00
<b>TOTAL</b>	<b>140.00</b>

Consigan dos facturas de gas, una correspondiente a la época de verano y otra que corresponda a los meses de invierno, ambas del mismo domicilio. A partir de estas, calculen cuántas kilocalorías se han obtenido en un mes de verano y en un mes de invierno, utilizando el dato de los metros cúbicos de gas consumido.

Comparen y justifiquen la diferencia observada entre ambos resultados.

### 3. Echándole leña al fuego...

- ¿Por qué creen que es conveniente apantallar mientras se enciende el fuego en una parrilla?
- ¿Qué materiales cotidianos no son recomendables para arrojar a un fogón? ¿Por qué?

### 4. Gases combustibles envasados

- En sus carpetas, construyan un cuadro indicando las ventajas y desventajas que se podrían plantear respecto del uso doméstico del gas en garrafas comparándolo con el consumo del gas natural domiciliario.
- Busquen información para poder responder por qué los tubos recipientes del gas natural comprimido (GNC) utilizados como combustibles en los autos, tienen paredes mucho más gruesas y son mucho más pesados que las garrafas o cilindros más grandes de propano y butano (GLP)? Pista: tengan en cuenta que el principal componente del gas natural es el metano.

### 5. Sedientos...

- ¿Cuáles pueden resultar fuentes confiables de agua potable en sitios desconocidos?
- Los montañistas no cargan –¡por razones obvias!– pesados bidones de agua mientras escalan. Sin embargo, ingerir el producto de fundir nieve directamente para consumirla podría ocasionarles graves problemas.



Averigüen qué componentes le agregan a esta fuente de agua para consumirla, y cómo los transportan.

c. ¿Cuáles son los componentes adicionales que aportan las bebidas que suelen ingerir los deportistas en comparación con los aportados por el agua mineral?

## 6. Consejos acuosos

En la siguiente tabla se muestran datos correspondientes a los litros de agua empleados en diversos usos domésticos.

Uso	Agua consumida
Lavado de un auto	500 litros
Ducha de aproximadamente 5 minutos	70 a 140 litros
Una descarga de inodoro	20 a 25 litros
Una carga de lavado en el lavarropa	100 a 200 litros
Lavado de manos	1,5 litros
Baño de inmersión	350 litros
Canilla abierta mientras se lava la vajilla	100 litros

a. ¿En cuáles de los usos mencionados se podría reemplazar el agua potable por agua no necesariamente potable?

b. Reunidos en grupos y con ayuda del docente, diseñen afiches o volantes informativos que incluyan consejos para evitar el derroche de agua potable, a partir de los datos informados en la tabla. Luego, los pueden repartir entre sus conocidos o colocarlos en sitios visibles al público en general (por ejemplo, comercios de su barrio).

## 7. Para no olvidar

El 30 de diciembre del año 2004 murieron 194 personas en el boliche República de Cromañón, situado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Una bengala incendió la media sombra colocada en el techo y los paneles de poliuretano que se usaban para aislar el sonido. Las víctimas mortales y muchos de los sobrevivientes que aún arrastran problemas de salud, sufrieron quemaduras e intoxicación por productos de la combustión incompleta. El uso de esos materiales y de muchos otros que se incendian fácilmente no está permitido en lugares cerrados de acceso masivo.

Esta tragedia será difícil de olvidar. Para empezar a tomar conciencia sobre esto, les proponemos lo siguiente:

a. En los sitios en los que permanecemos habitualmente (por ejemplo, su casa) observan atentamente: ¿En cuáles de estos hay aparatos que no cumplen con las normas de seguridad requeridas (por ejemplo, estufas de gas tipo "pantalla" dentro de los baños)?

b. Averigüen de qué materiales están contruidos algunos de los adornos y cortinados de instituciones a las que asisten con frecuencia (por ejemplo, clubes de su barrio, cines, etc.). Luego, investiguen si estos son incombustibles o tienen algún tratamiento ignífugo.

c. Identifiquen si en los lugares que frecuentan (analizados en el punto anterior) hay matafuegos e indicaciones de salidas de emergencia.

d. Una vez reunidos los datos, ¿a quiénes consultarían acerca de...

i. ...la pertinencia o no del uso de los materiales detectados?

ii. ...la responsabilidad de la inspección de las instalaciones?

Elaboren en grupos una lista de preguntas que les formularían a esas personas.

## 8. La vajilla de la cocina

Si observamos algún recipiente de cocina nuevo fabricado en aluminio, como un jarro recién comprado, seguramente se lo ve brillante, con el típico brillo metálico. Sin embargo, transcurrido algún tiempo de exposición al aire atmosférico, el objeto se va poniendo opaco, aunque no haya sido usado ni rayado.

a. ¿Por qué sucede esto? ¿Qué se hace habitualmente para volverlo a ver reluciente?

b. ¿Ocurriría lo mismo si el recipiente fuera de acero común? ¿Y si fuera de cobre? ¿Cuáles serían las diferencias?

## 9. Por qué no...

Las siguientes afirmaciones son incorrectas, expliquen por qué.

a. El agua mineral es agua pura.

b. El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) es un hidrocarburo.

c. La sigla GNC corresponde a gas natural condensado.



# Electricidad y magnetismo

## 9

### Contenidos

- > Atracciones y repulsiones eléctricas
- > Carga eléctrica y modelos atómicos
- > Conductores y aisladores
- > Campo eléctrico
- > Imanes y campo magnético
- > Aplicaciones tecnológicas de la electrostática y el magnetismo

Desde que se fueron identificando, ciertos fenómenos eléctricos, como las tormentas eléctricas o la posibilidad de levantar algunos objetos livianos con barras frotadas, han despertado la curiosidad de los seres humanos. Sin embargo, no fue hasta el siglo xix que la Física pudo comenzar a enunciar las primeras leyes del comportamiento eléctrico.

Algo parecido ocurrió con el magnetismo. La capacidad de ciertas piedras de atraer hierro se resolvió en un comienzo con explicaciones mágicas, para luego permitir la fabricación de imanes. Por ejemplo, la aplicación de este fenómeno para construir brújulas modificó radicalmente la navegación, que dependía hasta entonces de la orientación por las estrellas. Como en el caso de la electricidad, recién en el siglo xix se enunciaron las primeras leyes científicas que pudieron explicar el magnetismo.

En el siglo xx, el modelo de la estructura de la materia se utilizó para explicar la carga eléctrica de los cuerpos y los fenómenos magnéticos. Los átomos que forman la materia, y los desbalances y movimientos de los electrones y protones han permitido explicar el comportamiento eléctrico y magnético de los materiales.

### EN ESTE CAPÍTULO...

Se explicarán los principales fenómenos referidos a la interacción entre cuerpos con carga eléctrica y entre imanes, y algunas de las leyes que rigen estos fenómenos. Además, se introducirá la primera idea del "campo", un concepto científico muy importante, como región donde ocurren fenómenos físicos.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C9](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C9)





## Atracciones y repulsiones eléctricas

Si se frota una regla de plástico con un trozo de lana, y luego se la acerca a un grupo de papeles pequeños, se observa que estos son atraídos por la regla.

Este mismo efecto puede observarse si se abre una canilla y se deja salir un delgado chorro de agua: al acercarle la regla, el líquido que brota también es atraído por esta.

Cuando un objeto modifica su movimiento, este cambio necesariamente se debe a su interacción con otro cuerpo. Por ejemplo, cuando se suelta una lapicera desde cierta altura, la caída se debe a su interacción con la Tierra, que atrae a la primera.

Volviendo a nuestro ejemplo, los papeles se levantan de la mesa donde están apoyados debido a su interacción con la regla. La regla ejerce una fuerza de atracción sobre los papeles que provoca que estos se acerquen a esta.

Pero si se repite esta experiencia sin frotar la regla, se observa que los papelitos no son atraídos. Es decir, para que la regla y los papelitos interactúen a cierta distancia, es necesario que la regla sea frotada previamente.

Entre la regla y el agua, y entre la regla y los papelitos ocurren interacciones que se denominan de **atracción**. También, en otras circunstancias, pueden ocurrir interacciones de **repulsión**.

Desde hace más de 2.000 años se conoce esta propiedad en algunos materiales. Uno de ellos es el ámbar (una piedra hecha de resina vegetal fosilizada, que tiene un color amarillento) que al ser frotado con un trozo de tela o de piel, adquiere la propiedad de atraer trozos pequeños de paja o de pelusa. En la Antigüedad, los griegos se percataron de las propiedades eléctricas que tenía esta piedra que se denominaba *elektrón*, y de allí proviene el nombre que se le ha dado posteriormente a este fenómeno.

### Glosario

**repulsión:** efecto de causar rechazo.



### Actividades experimentales

#### Para probar la atracción y repulsión de distintos materiales

Les proponemos realizar una sencilla experiencia para observar lo que ocurre con las cargas eléctricas de distintos materiales.

**Paso 1.** Acerquen una regla plástica frotada previamente a los objetos mencionados:

**Necesitarán:**

- ▶ pedacitos de corcho;
- ▶ pedacitos de telgopor;
- ▶ un chorro delgado de agua que salga por una canilla;
- ▶ el cabello de un compañero.

**Paso 2.** Repitan las experiencias anteriores con una regla plástica que no haya sido frotada previamente. ¿Cómo pueden explicar lo que ocurre con los pequeños cuerpos o con el chorro de agua en cada caso?



Para ver un efecto distinto, les proponemos que realicen la experiencia que se describe a continuación utilizando dos reglas y un hilo:

**Paso 1.** Atan la parte media de una de las reglas, como se muestra en la figura.

**Paso 2.** Frotan la regla atada y luego acérquenle la otra regla, que también debe ser previamente frotada. ¿Qué ocurre? ¿Qué conclusiones pueden sacar de la experiencia realizada?



## Dos formas de electricidad. Cargas positivas y negativas

Los científicos que en los siglos XVI y XVII comenzaron a estudiar los fenómenos eléctricos se preguntaron por qué en algunos casos se producían fuerzas de atracción y, en otros, fuerzas de repulsión.

Para responderse estas preguntas, los investigadores comenzaron a realizar experiencias. Una de estas y sus observaciones se describen de forma resumida a continuación.

Si se toma un cuerpo frotado previamente para que adquiriera propiedades eléctricas, y luego se observa si este atrae o repele a otros cuerpos tratados de la misma manera, se observa que el cuerpo en cuestión, llamado A, atrae a un conjunto de cuerpos, como el B, y repele a otros cuerpos, como el C. Además, cuando se pone un cuerpo como el B cerca de otro como el C, estos se atraen (vean figura al lateral).

Estas observaciones llevaron a pensar que debían existir dos tipos de cargas eléctricas, y que al ser frotados algunos cuerpos adquieren un tipo de carga, y otros la opuesta.

El físico Benjamin Franklin (1706-1790) dio a estos dos tipos de carga los nombres que llevan actualmente. A la carga eléctrica que adquiere el vidrio cuando es frotado la llamó **carga positiva** y, a la opuesta, **carga negativa**.

La experiencia realizada también permitió concluir que cuando un cuerpo de carga negativa se acerca a uno de carga positiva estos se atraen; por el contrario si se acercan dos cuerpos con carga de igual signo, estos se repelen o rechazan.

### Franklin y el signo de las cargas eléctricas

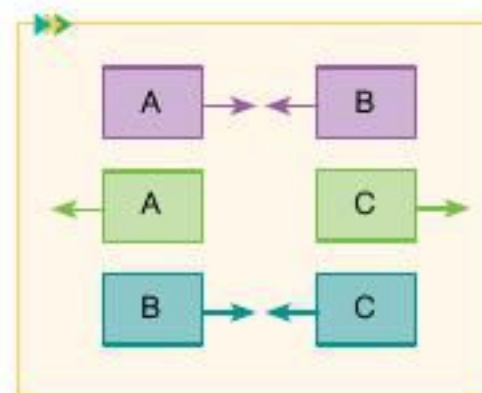
Benjamin Franklin nació en los Estados Unidos de América, y participó activamente en el proceso de independencia de su país, además de destacarse en disciplinas como filosofía, ciencia, tecnología y también como inventor. Además de su invento más conocido, el pararrayos, también inventó hornos, lentes bifocales y el cuentakilómetros, entre otros objetos.

Con relación a los fenómenos eléctricos, Franklin propuso la teoría del "fluido eléctrico". Esta sostenía que la electricidad era como una especie de gas sin peso e invisible. Si un cuerpo tenía más fluido eléctrico que lo normal, entonces tenía carga positiva. Si en cambio tenía menos fluido que lo normal, su carga era negativa.

A partir de esta teoría, que no se mantuvo vigente durante mucho tiempo, se ha conservado la denominación de cargas positivas y negativas, que nada tienen que ver con positivo o negativo en términos matemáticos. Franklin podría haber utilizado cualquier otra denominación. De hecho se han utilizado nombres que hoy no perduran, como electricidad vítrea para la que adquiere el vidrio al ser frotado.

### Experiencias difíciles

Las experiencias para observar la interacción entre cuerpos cargados por frotamiento no siempre son fáciles de hacer. A veces los cuerpos se cargan muy poco y no es posible observar las atracciones o repulsiones; en otros casos se descargan en muy poco tiempo, sobre todo en climas húmedos.



Ejemplo de los cuerpos A, B y C.



Benjamin Franklin.



## La carga eléctrica y el modelo atómico

### Notación científica

Para operar y anotar más rápidamente el valor de una magnitud, se utiliza la notación científica. Esta consiste en expresar el valor de una medición mediante una o dos cifras multiplicadas por el número 10 elevado a la potencia que corresponda.

Para potencias positivas de 10 esto se expresa:  $10^1 = 10$ ,  $10^2 = 100$ ,  $10^3 = 1.000$ , etcétera.

En el caso de potencias negativas las expresiones son:

$10^{-1} = 0,1$ ,  $10^{-2} = 0,01$ ,

$10^{-3} = 0,001$ , etcétera.

Por ejemplo, la distancia

de la Tierra al Sol es de

15.000.000.000 m, es decir

$1,5 \cdot 10^{10}$  m. La masa del electrón

sería 0, ...treinta ceros... 91 kg,

es decir  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.

Los modelos atómicos que se utilizan para explicar algunas de las propiedades de la materia, tienen que poder explicar también las propiedades eléctricas. Una de las ideas principales de estos modelos es la siguiente: por lo general la materia no presenta propiedades eléctricas, por lo cual los átomos que la constituyen no deben estar cargados positiva ni negativamente. Esto permite suponer que estos átomos tienen tantas cargas positivas como negativas, por lo que resultaron eléctricamente neutros.

A comienzos del siglo XIX, algunos científicos plantearon que los fenómenos eléctricos se podían explicar a partir de los átomos. Sin embargo, el primer modelo atómico que se refiere a propiedades eléctricas fue el del científico británico Joseph J. Thomson (1856-1940) en 1897. Según este modelo, el átomo era como un "budín de pasas": la masa era positiva, y en su interior se encontraban las cargas negativas a las que luego denominó electrones. En 1911, el físico neozelandés Ernest Rutherford (1871-1937) propuso un nuevo modelo que se llamó átomo nuclear. Según este modelo, que permitía explicar ciertos procesos que el modelo anterior no podía, la carga positiva estaba acumulada en un pequeño volumen llamado núcleo, en torno al cual los electrones giraban en órbitas (como si fueran un pequeño sistema planetario). La carga positiva del núcleo era igual a la suma de todas las cargas negativas de los electrones.

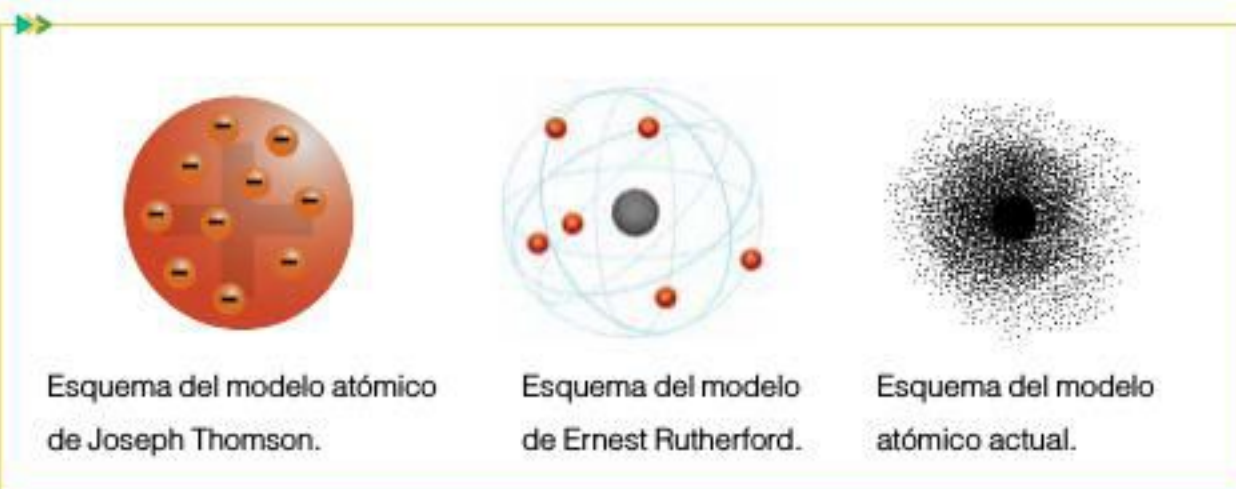
Con el paso del tiempo fueron surgiendo nuevas experiencias y teorías que permitieron ir modificando los modelos atómicos. Hoy en día, se puede usar un modelo actual simplificado para explicar el comportamiento eléctrico de la materia. Según este, un átomo está constituido por el núcleo atómico, donde se encuentran dos tipos de partículas: los protones y los neutrones. Fuera del núcleo están los electrones, en constante movimiento, formando una nube a su alrededor.

La nube electrónica que rodea al núcleo indica la imposibilidad de ubicar exactamente la trayectoria de los electrones, partículas que tienen carga eléctrica negativa y masa muy pequeña (unas 1.835 veces menor que la del protón).

Los protones, partículas con carga eléctrica positiva, tienen una masa de  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg. El valor de su carga eléctrica es igual al valor de la carga del electrón, pero de signo contrario.

Los neutrones, como su nombre lo indica, son partículas que no tienen carga eléctrica. Su masa es similar a la de los protones.

En un átomo, el número de protones en el núcleo es igual al número de electrones en la nube electrónica, de tal manera que el conjunto resulta eléctricamente neutro.





A partir de este modelo es posible caracterizar un átomo mediante dos números: el número atómico y el número másico.

**Número atómico:** a principios del siglo xx, se estableció que todos los átomos de un mismo elemento químico tienen el mismo número de protones. A dicho número se lo denominó **número atómico del elemento**, y se utiliza la letra **Z** para simbolizarlo. El número atómico caracteriza a cada elemento. Así, cuando se indica el elemento de  $Z = 10$  se hace referencia al neón, cuyos átomos tienen 10 protones en sus núcleos.

**Número másico o número de masa:** es la suma del número de protones y neutrones que constituyen el núcleo atómico, es decir, el número total de partículas que están en el núcleo de dicho átomo, denominadas **nucleones**. Para simbolizarlo, se utiliza la letra **A**. Siguiendo con el ejemplo anterior, un átomo de neón cuyo  $A = 20$  tiene 20 partículas en su núcleo (neutrones más protones).

Pero, ¿qué sucede si en un átomo el número de protones y electrones no coincide? ¿O si el número de protones no es igual al de neutrones? En esos casos se habla de iones o de isótopos respectivamente.

**Iones.** Por diversas razones, un átomo puede perder o ganar electrones en su nube electrónica. Cuando esto ocurre, el átomo pierde su neutralidad y se convierte en un ión. Por ejemplo, si un átomo de litio que tiene tres protones en el núcleo y tres electrones en la nube electrónica pierde un electrón, se convierte en un ión positivo y queda con tres protones y solo dos electrones. Los iones positivos se denominan **cationes** y los negativos, **aniones**.

**Isótopos.** Los isótopos son átomos de un mismo elemento que poseen diferentes cantidades de neutrones; por lo tanto, tienen igual número atómico y diferentes números másicos. La mayoría de los elementos existen en la naturaleza como una mezcla de isótopos. Por ejemplo, existen 3 isótopos diferentes del hidrógeno: el hidrógeno-1 o protio, el hidrógeno-2 o deuterio y el hidrógeno-3 o tritio (el número que sigue al guión indica el número másico de cada isótopo).

## Cuerpos cargados eléctricamente

El fenómeno de atracción y repulsión electrostática entre los cuerpos se explica por una diferencia entre las cantidades de electrones y de protones que tiene cada uno de ellos.

A partir de este modelo se puede explicar el fenómeno de la regla y la lana. Cuando se los frota, algunos electrones pasan de la lana al plástico, provocando que la regla quede con exceso de electrones, y adquiera carga negativa. A su vez, la tela de lana queda con falta de electrones y adquiere carga positiva.

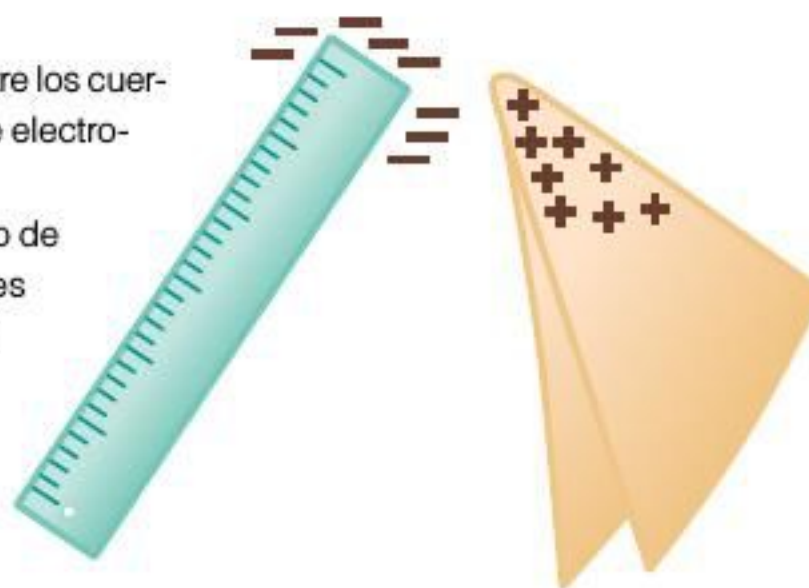
Es posible afirmar que la carga eléctrica que tiene un cuerpo es el resultado de la diferencia entre la cantidad de electrones y protones que este posee. Cuando hay un exceso de electrones respecto del número de protones, el cuerpo queda cargado negativamente, y el valor de su carga resulta de la diferencia entre ambos números. En contraposición, la carga positiva de un cuerpo resulta de un exceso de protones frente al número de electrones.

## Último modelo

Para todas las explicaciones eléctricas se emplea el modelo anterior, en el cual el átomo tiene cargas positivas en los protones y negativas en los electrones.

Cada carga positiva de un protón tiene el mismo valor que la negativa de un electrón.

En los actuales modelos del núcleo atómico, se acepta que los electrones son partículas elementales, pero los protones y neutrones están formados por partículas más pequeñas llamadas **quarks**, cuyas cargas eléctricas son fracciones de la carga del electrón.



El cuerpo que gana electrones queda con carga negativa.

El cuerpo que pierde electrones queda con carga positiva.



## Conductores y aisladores eléctricos

### ¿Qué utilidad tiene clasificar los materiales en conductores y aisladores?

En general, el conocimiento acerca de las propiedades de un material es útil para seleccionarlo con fines específicos. Por ejemplo, los destornilladores están contruidos de metal y tienen un mango aislante para evitar descargas eléctricas en quien lo utiliza. Los cables y los filamentos de las lámparas eléctricas se fabrican con materiales conductores.

En algunos materiales, los portadores de carga eléctrica no se mueven fácilmente. Estos materiales se llaman **aisladores**, como el vidrio, el azufre, los plásticos y el agua pura.

Los materiales cuyos portadores de carga se mueven fácilmente se denominan **conductores**. Son conductores eléctricos los metales como el oro, la plata y el hierro, las aleaciones como el acero, y el agua salada. Cuando se ioniza un gas, es decir que algunos de sus átomos pierde electrones, pasa a un estado llamado plasma. En ese caso, se convierte en un material conductor, como ocurre en el interior de un tubo fluorescente.

Vale aclarar que la conductividad de la electricidad depende de situaciones particulares. Por ejemplo, el aire no es buen conductor, por lo cual los enchufes pueden estar expuestos sin ocasionar riesgos a las personas. Sin embargo, cuando hay tormentas eléctricas, el aire conduce la electricidad, y es posible visualizar descargas eléctricas a través de la atmósfera.

Por frotamiento, los aisladores pueden electrizarse con facilidad. Por ejemplo, al frotar una varilla de vidrio o un trozo de tubo de PVC (policloruro de vinilo) se produce un desequilibrio entre la cantidad de protones y electrones, y el material queda cargado.

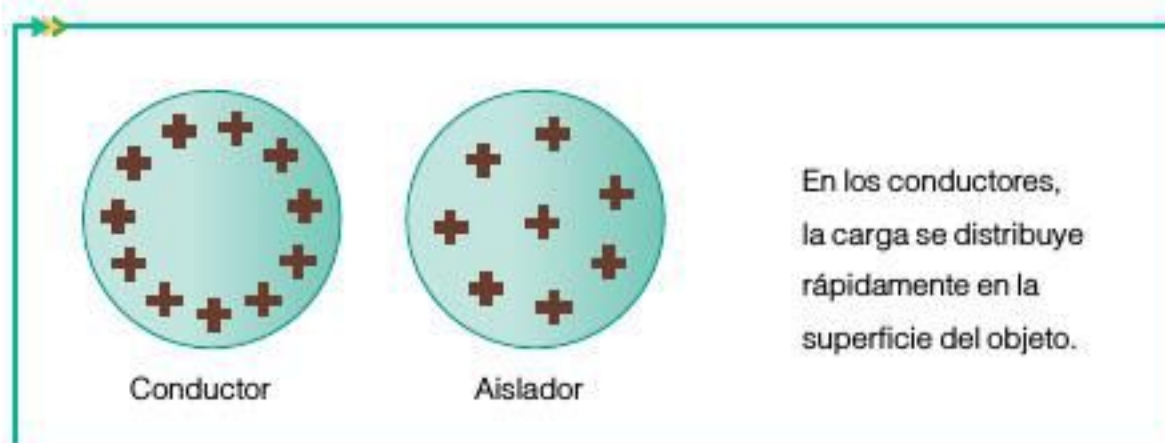
Pero, cuando se intenta cargar por frotamiento un conductor, rápidamente los electrones se mueven por el material, y la carga no se localiza en un lugar determinado, como ocurre con el vidrio o el plástico.

### Glosario

**led:** sigla del inglés *Light Emitting Diode*.

Son las pequeñas lamparitas, por lo general de color rojo o verde, que se mantienen encendidas en los equipos electrónicos para indicar que están conectados.

Led rojo encendido.



Algunos materiales tienen diferente comportamiento según la situación. Por ejemplo, el silicio o el germanio son buenos aislantes cuando están puros. Sin embargo, en condiciones particulares, pueden ser buenos conductores. Debido a esta característica de "doble comportamiento", estos materiales se denominan **semiconductores**. Los semiconductores se utilizan, por ejemplo, para construir los leds\* de los controles remotos.

También existen materiales **superconductores**. Estos son aquellos que a temperatura ambiente son conductores normales, pero a muy bajas temperaturas (aproximadamente  $-250^{\circ}\text{C}$ ) conducen la electricidad de manera excelente.



## Conservación de la carga

Los electrones y protones tienen cargas eléctricas iguales y de signos opuestos.

A diferencia de lo que ocurre con una varilla de vidrio o un clavo de metal, no es posible quitarles o agregarles carga eléctrica a un electrón o un protón. La carga eléctrica de un cuerpo se calcula como la diferencia entre su cantidad de protones y electrones. Si un cuerpo tuviese 10 protones y 8 electrones, su carga sería positiva y del valor de dos veces la del protón o la del electrón ya que estas son iguales.

Cuando se frota una regla con lana se intercambian grandes cantidades de electrones que corresponden a 16 cifras, por ejemplo 1, seguido de dieciséis ceros de electrones. La carga de cada electrón es muy chica para los cálculos habituales y se ha definido una unidad para medir la carga eléctrica llamada **coulomb**. El símbolo es C. La carga de un electrón en esta unidad es negativa y tiene un valor de  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

La carga del protón tiene el mismo valor, pero es positiva.

$$p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

La **potencia** negativa de 10 indica que hay 19 ceros antes del 1,6. Se usa la notación científica porque sería incómodo escribir  $e = 0,00000000000000000016$  C.

Por ejemplo, un cuerpo cuya carga positiva sea de un coulomb tiene una diferencia de  $6,25 \cdot 10^{18}$  más protones que electrones, es decir 6,25 seguido de 18 ceros.

## Detección de carga eléctrica

Para determinar si un cuerpo está cargado eléctricamente o no, se puede utilizar un péndulo eléctrico o un electroscope.

El péndulo eléctrico consiste en un péndulo en cuyo extremo hay un objeto pequeño de material aislante. Cuando se acerca un objeto que está cargado eléctricamente, el extremo del péndulo se mueve hacia el objeto.

El electroscope es otro tipo de instrumento que se usa para saber si un cuerpo está cargado eléctricamente. Este está construido con una varilla metálica que tiene una esfera pequeña y hojuelas metálicas a ambos lados. Si se acerca un cuerpo cargado a la esfera, las hojuelas se separan ya que al tener cargas de igual signo, se repelen. La separación es mayor cuanto mayor sea la carga del cuerpo.

Cuando se quiere medir la cantidad de carga eléctrica que tiene un cuerpo se lo descarga de tal manera que su carga pasa a través de un instrumento llamado galvanómetro, que indica el valor.

## Submúltiplos del coulomb

A veces se usan submúltiplos del coulomb de manera similar a cuando se utiliza en cm (centímetro) o mg (miligramo) para medir la longitud o la masa. Algunos submúltiplos del coulomb:

$$1 \text{ mC (milicoulomb)} = 10^{-3} \text{ C} = 0,001 \text{ C}$$

$$1 \mu \text{ C (microcoulomb)} = 10^{-6} \text{ C} = 0,000001 \text{ C}$$



Péndulo eléctrico.



Cuando se cargan las hojuelas del electroscope, se repelen.



Galvanómetro





Por frotamiento, los electrones pasan del trapo a la varilla de acrílico.

## Formas de electrizar un cuerpo

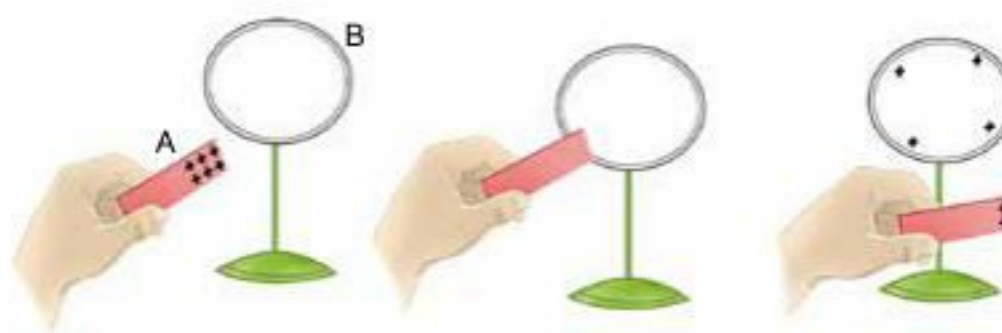
La carga eléctrica no se genera ni se produce, sino que se transfiere de un cuerpo a otro. La electrización de un cuerpo puede producirse de las siguientes maneras.

### ► Electrización por frotamiento

Cuando se frota un cuerpo contra otro, se produce un desequilibrio en las cargas eléctricas de cada uno.

### ► Electrización por contacto

Si un cuerpo cargado eléctricamente se toca con un cuerpo eléctricamente neutro, al separarlos, ambos quedan con cargas del mismo signo.



Carga por contacto.

El cuerpo A tiene carga positiva y el cuerpo B está neutro.

Cuando se ponen en contacto, algunos electrones del cuerpo B pasan al A.

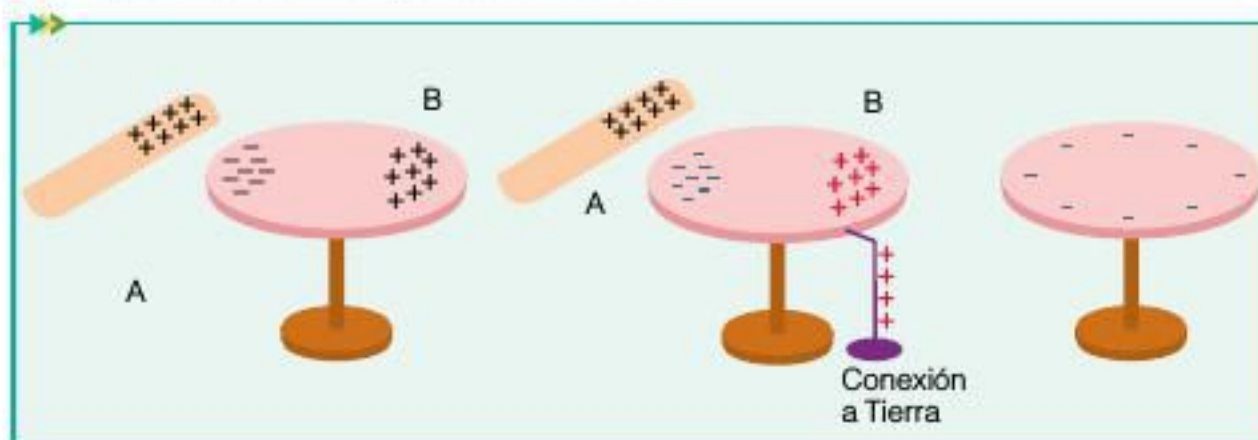
Al separar los cuerpos, el A queda con cargas positivas, pero por tener mayor cantidad de electrones que al inicio, su carga es menor. El cuerpo B ganó carga positiva. Los dos cuerpos quedan con exceso de carga de igual signo.

### ► Electrización por inducción

Aun sin tocarse, si un cuerpo cargado (A) se aproxima a un cuerpo conductor y neutro (B), se produce un reacondicionamiento de cargas en este último. Por este motivo, el cuerpo A se llama inductor. En este caso, aun si se separa el inductor, el cuerpo B continúa eléctricamente neutro.

Pero si por algún procedimiento se transfieren cargas de B mientras el inductor está cerca, el cuerpo B queda cargado eléctricamente. La carga de B es opuesta a la del inductor. Por ejemplo, como se ve en la figura, si se acerca el cuerpo A al B unido a Tierra, las cargas negativas son atraídas por A y las positivas, repelidas, pasan a Tierra. Al separar el cuerpo B de Tierra, este queda cargado negativamente, ya que las cargas positivas en exceso quedaron en Tierra.

Los fenómenos de electrización por inducción y por contacto permiten explicar lo que ocurre en un péndulo eléctrico.



Si durante la inducción se conecta el cuerpo inducido con la Tierra, al desconectarse quedará cargado.



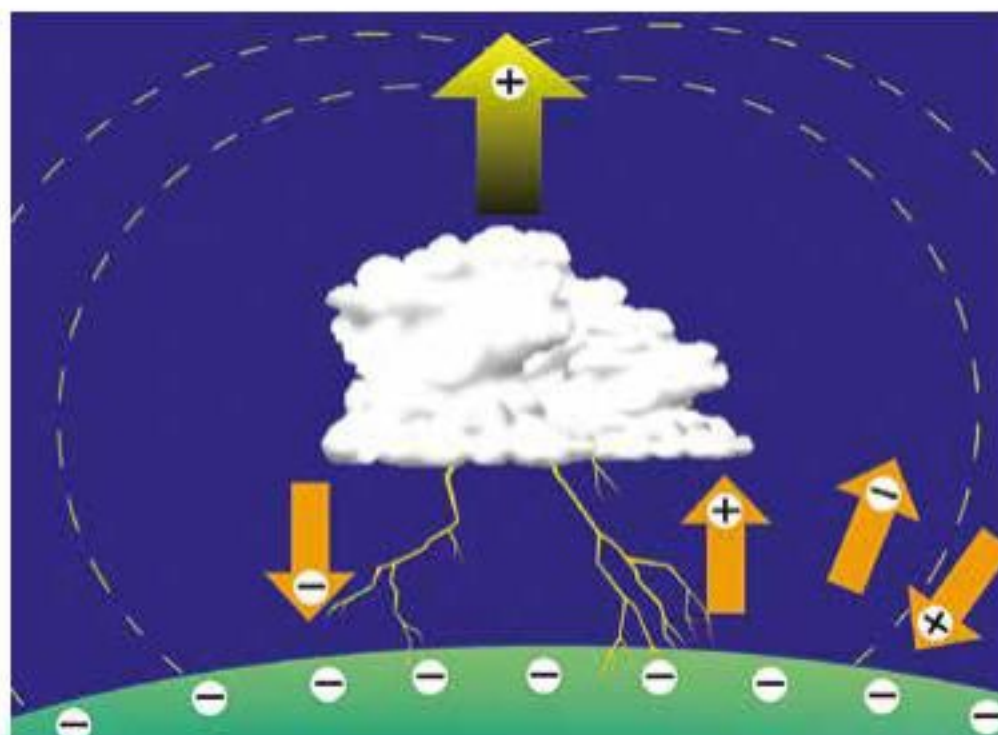
## La Tierra y las cargas eléctricas

La Tierra es un gran conductor eléctrico, por eso entre esta y la atmósfera hay un constante flujo de cargas eléctricas. Esto significa que en zonas del planeta donde no hay tormentas, pasan cargas eléctricas del suelo a la atmósfera, que regresan cuando hay tormentas.

La Tierra puede acumular gran cantidad de carga eléctrica. Cualquier conductor que esté en contacto con la Tierra puede descargar su exceso de carga en esta. Este fenómeno es conocido como "conexión a Tierra" y sirve para evitar accidentes indeseables.

Por ejemplo, los vehículos en movimiento aislados del piso por las cubiertas, se cargan eléctricamente por su frotamiento con el aire.

Esto es peligroso para el transporte de combustible, por lo que los camiones que lo hacen tienen en su parte trasera una cadena metálica que toca el piso y descarga a Tierra.



Durante una tormenta eléctrica, las cargas llegan al suelo en forma de rayos.

## La jaula de Faraday

Una superficie metálica cerrada, como la carrocería de un auto o una jaula, funciona como una especie de blindaje eléctrico impidiendo efectos sobre lo que hay en su interior. ¿Cómo se explica esto?

Al suministrar cargas eléctricas a un conductor cerrado, ya sea por contacto o por inducción, estas cargas quedan alojadas en su superficie exterior y su interior queda protegido.

El físico inglés Michel Faraday (1791-1867) realizó un experimento muy ingenioso e impactante: construyó una caja metálica cerrada apoyada sobre soportes aislantes. Luego, la cargó con un poderoso generador electrostático y se metió adentro para ver el efecto que le causaba. Según escribió en sus notas:

*"No pude encontrar la más mínima influencia (...) a pesar de que estaban saliendo chispas y descargas dispersas en todos los puntos de su superficie exterior".*

## El cuerpo humano también es conductor

Los accidentes que se pueden producir al recibir descargas eléctricas y todas las medidas de precaución que se toman para evitarlos se deben a que el cuerpo humano conduce la electricidad y, por eso, su paso por este es extremadamente peligroso.

Cuando la carga eléctrica no pasa a través del cuerpo humano sino que esta se distribuye en la superficie exterior, se detecta claramente por la repulsión que se produce en los cabellos cargados.



### Sorprendente ►

Tal vez hayan escuchado que si viajan en auto durante una tormenta eléctrica, es más seguro quedarse dentro del vehículo que salir de él.

En la figura se ve un auto cuya carrocería es metálica (conductora de la electricidad). Si cae sobre ella un rayo y se carga negativamente, las cargas se repelen entre sí y quedan distribuidas en la superficie exterior sin afectar el interior del auto.





## Ley de Coulomb

Cuando dos cuerpos cargados eléctricamente se acercan, se producen entre ellos atracciones o repulsiones según sea el signo de la carga de cada uno. Estas atracciones o repulsiones pueden ser muy leves o muy intensas.

La medición en un laboratorio de Física de estas fuerzas no es sencilla. Pese a que este tipo de interacciones ya se conocían desde hace más de 2.000 años, recién en 1788 el ingeniero francés Charles Coulomb (1736-1806) diseñó un sistema, llamado balanza de Coulomb, que mediante la torsión de un alambre permitió calcular con precisión las fuerzas eléctricas.

Para el estudio detallado de estas fuerzas y para poder calcularlas, hay que tener en cuenta que la atracción o repulsión entre los cuerpos cargados eléctricamente es una manifestación de la fuerza ejercida sobre cada uno de ellos por el otro.

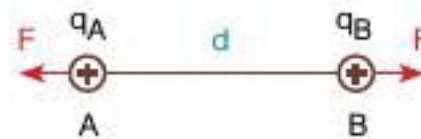
Por tratarse de una interacción entre dos cuerpos, las fuerzas que actúan sobre cada uno de ellos tienen igual intensidad están sobre la misma recta y tienen sentidos opuestos. Indican atracción si ambas cargas son de signos opuestos, y repulsión, si son del mismo signo.

Las hipótesis razonables que se plantearon para investigar de qué dependen las intensidades de las fuerzas eléctricas que se manifiestan entre cuerpos cargados, llevaron a pensar que se deben considerar dos variables:

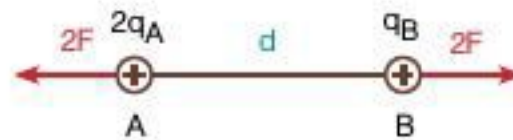
1) El **valor de las cargas** de ambos cuerpos: es de esperar que cuerpos muy cargados interactúen más intensamente que otros poco cargados en iguales condiciones.

2) Las **distancias** entre los cuerpos: si se acercan o se alejan cuerpos cargados, es de esperar que la intensidad de las fuerzas entre ellos se modifique.

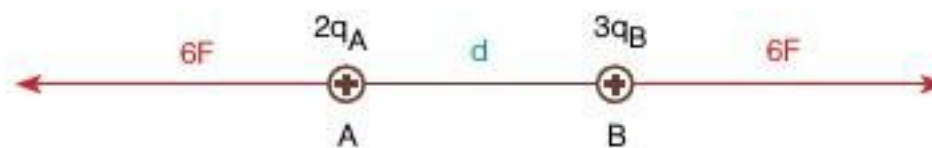
Para ejemplificar la relación entre la intensidad de la fuerza y el valor de las cargas de los cuerpos, imaginemos que hay dos pequeñas esferas A y B con cargas  $q_A$  y  $q_B$  que al ser colocadas a una distancia  $d$  se ejercen mutuamente fuerzas de intensidad  $F$ .



Al duplicar el valor de una de las cargas, la fuerza también se duplica. Por ejemplo, en el esquema, si se duplica el valor de  $q_A$ , la intensidad de  $F$  también se duplica.



Si ahora se triplicara el valor de la carga  $q_B$  la intensidad de la fuerza sería 6 veces mayor que la del primer caso.



A partir de resultados como estos se estableció que la intensidad de estas fuerzas es proporcional al producto entre las cargas de cada cuerpo.



Balanza de Coulomb. Al interactuar las bolitas metálicas cargadas, la barra suspendida de un alambre gira un ángulo que se puede medir en el cilindro exterior. Eso permite calcular la fuerza eléctrica entre dos de las esferas cargadas

### Ley de Coulomb

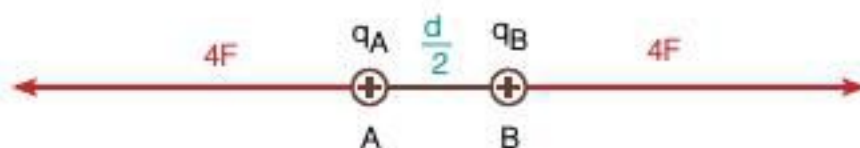
La relación entre la intensidad de las fuerzas que actúan sobre cuerpos cargados que interactúan y las variables de las cuales dependen se expresa en la Ley de Coulomb: la intensidad de esas fuerzas es directamente proporcional al producto de las cargas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.



Respecto de la segunda hipótesis, usando su balanza Coulomb halló la relación entre la distancia de los cuerpos y la intensidad de la fuerza eléctrica. Si se utiliza el ejemplo anterior con las esferas A y B, se observa que si a una distancia  $d$  la fuerza sobre cada cuerpo es  $F$  y no se cambian sus cargas, al duplicar esta distancia, la fuerza se hace cuatro veces menor.



Si la distancia se reduce a la mitad, la fuerza es cuatro veces más intensa.



Cuando la distancia aumenta un valor  $d$ , la fuerza disminuye en relación con el valor de  $d^2$ .

## Cálculos de fuerzas aplicando La ley de Coulomb

La Ley de Coulomb permite calcular las fuerzas que se ejercen mutuamente dos cuerpos puntuales con carga eléctrica. Como la fuerza es una magnitud vectorial, para caracterizarla hay que conocer su intensidad, dirección y sentido. La Ley de Coulomb establece que la interacción entre dos cuerpos puntuales cargados eléctricamente está dada por una fuerza ejercida sobre cada cuerpo que tiene:

- la dirección de la recta que pasa por ambos cuerpos puntuales cargados;
- el sentido de atracción o repulsión según el signo de las cargas;
- a igual distancia las intensidades de las fuerzas son proporcionales al producto de las cargas.

En símbolos:  $F \sim q_A \cdot q_B$  [1]

- Para las mismas cargas la intensidad de las fuerzas es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

En símbolos:  $F \sim \frac{1}{d^2}$  [2]

- De [1] y [2] se puede establecer que:  $F \sim \frac{q_A \cdot q_B}{d^2}$  [3]

La expresión [3] se puede escribir como una igualdad, para operar con ella introduciendo un coeficiente de proporcionalidad.

Entonces:  $F = K \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{d^2}$ , donde  $K$  es una constante.

En el SIMELA y considerando que las cargas están en el vacío, el valor de la constante  $K$  es:  $9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$  ( $9.000.000.000 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ ).

Una aclaración importante que debe hacerse es que la expresión anterior permite calcular la intensidad o módulo de la fuerza. Este valor siempre es positivo y para calcularlo se debe escribir el valor de las cargas sin el signo.

## Cargas puntuales

Si dos personas se encuentran muy cerca una de otra, es difícil hablar de la distancia entre ellas porque el ojo de una de ellas está a una distancia de la nariz de la otra que es diferente de la distancia que hay entre las manos de cada una. En cambio, si están en los arcos opuestos de una cancha de fútbol, se puede decir que se encuentran a 100 metros de distancia.

Con los cuerpos cargados ocurre lo mismo: si la distancia entre ellos es grande respecto de su tamaño, se puede definir la distancia entre ellos y se los llama cargas puntuales, ya que en escala serían solo un puntito.

En matemática, el símbolo  $\sim$  indica proporcionalidad.



## Magnetismo

En la Tierra, los mayores depósitos de magnetita se encuentran en el norte de Suecia. También hay yacimientos importantes en Noruega, Rumania, Rusia, Sudáfrica y los Estados Unidos.



La magnetita tiene color negro y brillo metálico.



Dado que la placa contiene hierro, los imanes quedan adheridos.

De una u otra forma, los imanes son familiares para todos: los juguetes donde hay que pescar con una varilla que tiene un pequeño imán en el extremo, las piezas magnéticas de los juegos de viaje, los cierres magnéticos de algunas fundas para celulares, los burletes en las puertas del *freezer*, las cintas magnéticas de una tarjeta de crédito... todos estos son ejemplos de usos del magnetismo en la vida diaria.

El fenómeno del magnetismo se conoce desde la Antigüedad, y fue descubierto a través de la magnetita. La magnetita es una piedra oscura que tiene propiedades particulares, ya que atrae objetos de hierro y acero.

Todo objeto que presente esta característica es llamado **imán**. El magnetismo estudia los fenómenos que involucran interacciones magnéticas.

Los imanes pueden ser naturales, como la magnetita, o creados de forma artificial tecnológicamente. Además, si mantienen esta propiedad casi de manera indefinida, se los denomina **imanes permanentes**.

### El magnetismo y los materiales

Si acercan un imán a la puerta de la heladera observarán que este queda adherido. Sin embargo, si lo acercan a una lata de aluminio, el imán no se adhiere. ¿Por qué ocurre esto?

La diferencia está en que la heladera y la lata están construidas con materiales distintos.

No todos los metales presentan características magnéticas evidentes. Por ejemplo, el hierro, el níquel y el cobalto, y algunas aleaciones como el acero, se denominan **materiales ferromagnéticos**. Esto significa que son atraídos por un imán. Además, estos materiales también pueden adquirir propiedades magnéticas.

En realidad, todos los materiales reaccionan ante la proximidad de un imán, solo que algunos de ellos lo hacen tan débilmente que para detectarlo se requieren instrumentos muy precisos.

Existen materiales que al igual que el hierro son atraídos por los polos de un imán, pero en forma extremadamente débil, por ejemplo, el plomo. Estos materiales se denominan **paramagnéticos**.

Más extraño aun resulta el comportamiento de otros materiales que son repelidos, aunque muy débilmente, por los polos de un imán. Estos materiales se denominan **diamagnéticos**. Algunos ejemplos de estos son la plata, el estaño y el cinc.

### Actividades

1. Esta actividad les permitirá comprobar qué metales no son ferromagnéticos.

- Hagan una lista de objetos contruidos con metal o aleaciones.
- Averigüen qué metal se emplea para construir cada objeto de la lista.
- Busquen los objetos de la lista y acerquen un imán a cada uno.
- Indiquen si los metales son ferromagnéticos o no.



## Polos de un imán

En todos los imanes hay zonas donde el efecto magnético es más evidente. Por ejemplo, si se esparcen limaduras de hierro sobre un papel, estas se desparraman por todas partes. Pero si se coloca un imán con forma de barra debajo del papel, las limaduras se ubican de una manera determinada. Además, aunque se repita este proceso varias veces, las limaduras se ubican siempre de forma similar por encima del imán.

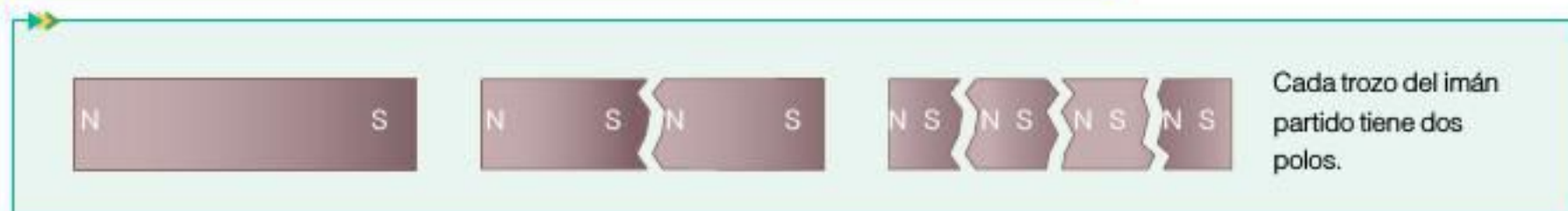
Las regiones donde se concentran las limaduras son los **polos del imán**. Por lo general, en los imanes se pueden distinguir dos polos: el polo norte y el polo sur. El nombre de estos polos se debe a que si se cuelga un imán de su parte media y se lo deja estabilizar, uno de los polos siempre apunta aproximadamente hacia el norte y el otro hacia el sur. Esta propiedad se utiliza desde hace muchísimos años para fabricar brújulas.



## Características de los polos magnéticos

Si se toman dos imanes rectos que tengan sus polos marcados y se trata de juntarlos de todas las maneras posibles, se observa que al acercar el polo norte de uno de los imanes al polo sur del otro, estos se atraen. Pero si se acercan los mismos polos de dos imanes diferentes, estos se repelen o rechazan entre sí.

Una observación interesante es que si un imán se quiebra en dos pedazos, cada uno de los fragmentos tendrá un polo norte y un polo sur. El imán se puede seguir cortando en tantos trozos como se desee, y esto volverá a ocurrir ya que no es posible aislar los polos.



## Actividades

1. Si en el laboratorio de la escuela encuentran un imán en herradura que no tiene los polos marcados, ¿cómo harían para determinar cuál es el polo norte y cuál el sur?
2. Si tienen un imán en barra con los polos norte y sur marcados, y en las proximidades del polo norte colocan un alfiler de acero que es atraído por el imán, ¿qué ocurriría si colocaran otro alfiler cerca del polo sur? ¿Por qué?

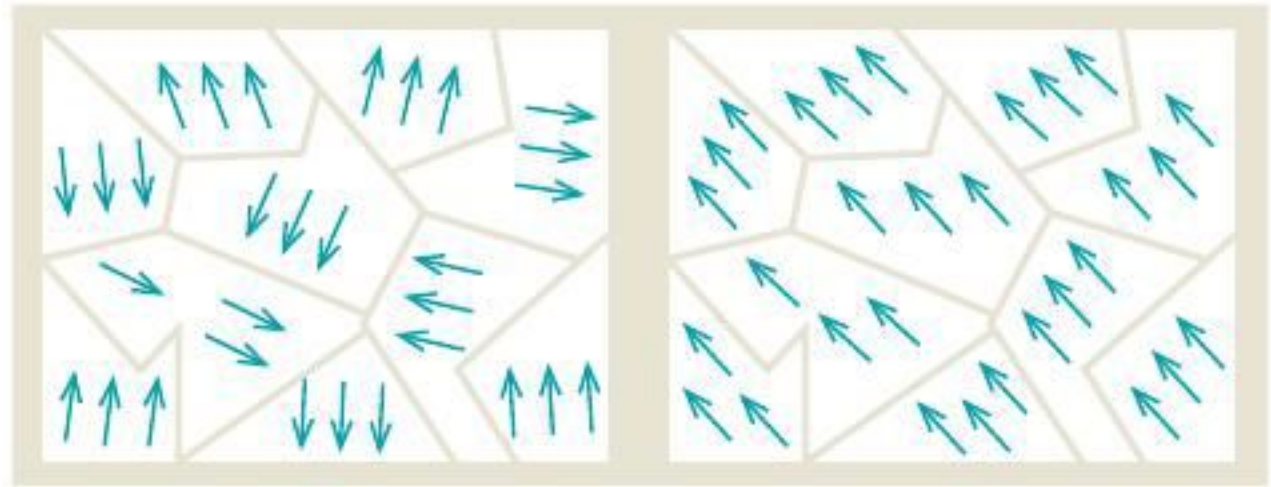


## Modelo del interior de un imán

El análisis de las propiedades de los imanes ha permitido proponer un modelo de cómo es la estructura interna de los materiales ferromagnéticos.

Este modelo propone que los átomos de estos materiales se agrupan en grandes cantidades, formando en su interior como unos pequeños imanes llamados **dominios magnéticos**. Los dominios magnéticos están naturalmente desordenados, pero si mediante algún mecanismo externo se los ordena, suman sus efectos y el cuerpo se convierte en un imán.

Si por alguna acción externa, como un golpe o el aumento de su temperatura hasta cierto valor, los dominios magnéticos se desordenan, como consecuencia, el imán pierde sus propiedades.



El magnetismo de los materiales ferromagnéticos proviene del ordenamiento de los dominios magnéticos que lo forman.

## Formas de imantar un objeto

Un trozo de acero o de hierro puede convertirse en un imán. Algunos métodos para lograr esto son conocidos desde la Antigüedad; otros se descubrieron a partir del estudio de la relación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos.

### Inducción magnética

Si toman un imán y lo acercan a un grupo de ganchitos o clips de acero, estos formarán una hilera. ¿Cómo se puede explicar lo ocurrido?

Inicialmente, los ganchitos no están imantados: si acercan un ganchito a otro, no notarán ningún efecto particular. En esa situación, se considera que los dominios magnéticos están desordenados.

Pero si se acerca un imán a un ganchito, este provoca el ordenamiento de sus dominios, transformándolo en un pequeño imán, formado por un polo norte y un polo sur. El ganchito adquiere entonces la capacidad de atraer a otros. Este proceso ocurre con cada ganchito y se denomina imantación por inducción.

Sí se aleja el imán, los dominios se desordenan nuevamente y el ganchito regresa al estado inicial.

### Frotamiento

Al frotar un clavo de hierro con un imán, cuidando de hacerlo siempre en el mismo sentido, es posible imantarlo. Este fenómeno puede comprobarse si se acerca el clavo magnetizado a un conjunto de ganchitos: los ganchitos son atraídos por el clavo.



Los ganchitos forman una hilera.



## Electroimanes

Existe un sistema que, según se desee, puede actuar como un imán en algunos momentos y en otros no.

Por ejemplo, en los desarmaderos de autos viejos, estos son elevados mediante una grúa que tiene un imán. Este imán se coloca sobre el techo del vehículo, se lo acciona y el auto se puede elevar y transportar. Cuando se llega al depósito, el imán deja de actuar y el auto queda libre.

Este efecto se logra mediante un **electroimán**, que es un imán accionado por corriente eléctrica. La corriente eléctrica permite convertir un cuerpo de hierro o acero, como un clavo o un tornillo, en un imán.

Un electroimán consiste en un enrollamiento de cable alrededor de un trozo o núcleo de hierro. Cuando circula corriente por el cable, el trozo de hierro adquiere propiedad magnética; al cortar la corriente eléctrica, el trozo de metal deja de actuar como un imán. Este sistema tiene muchas aplicaciones en la vida cotidiana. Se utiliza, por ejemplo, para el funcionamiento del timbre.



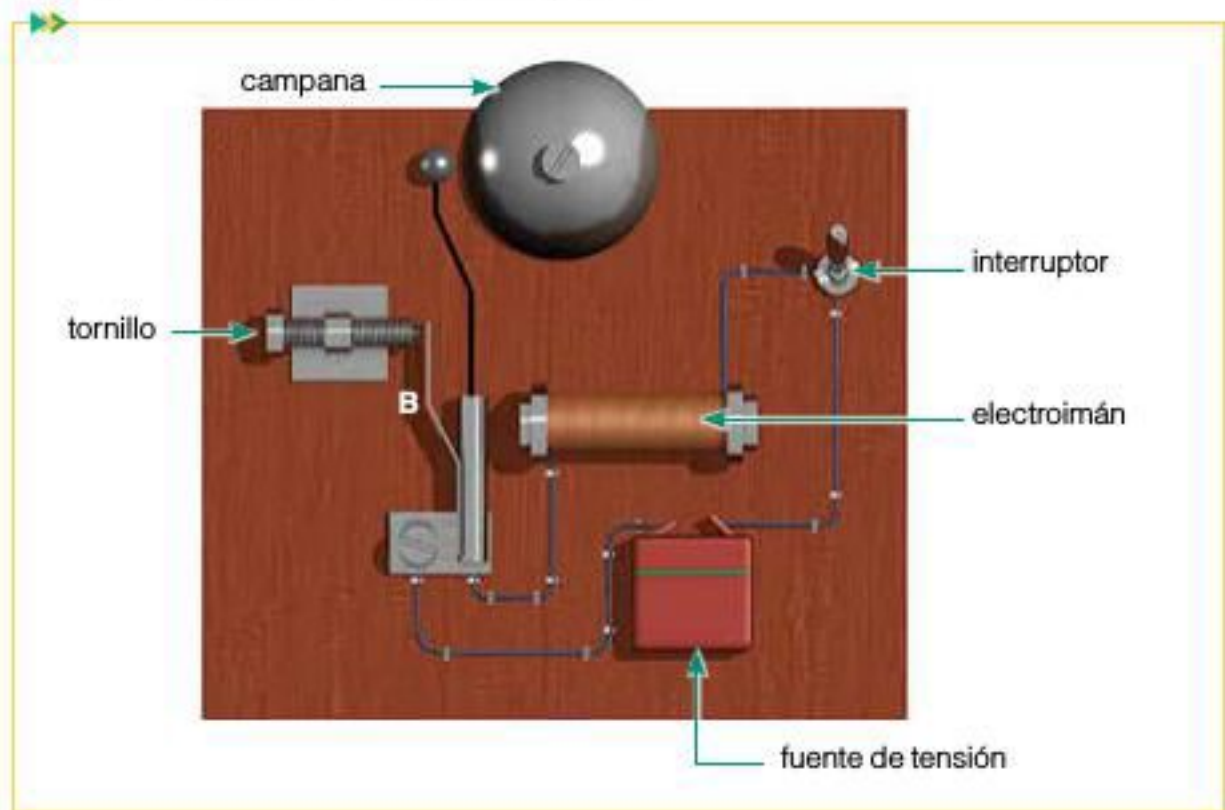
Las grúas magnéticas pueden levantar cuerpos muy pesados que contengan algún material ferromagnético.

## Timbre

Como se ve en la siguiente figura, un timbre está formado por un electroimán que se activa al cerrar el circuito, accionando el interruptor. Cuando esto ocurre el electroimán atrae a la lámina de hierro (indicada con una B en la figura) que de esa manera toca la campana con la esferita colocada en su parte superior.

Al ser atraída la lámina B, el tornillo deja de hacer contacto y el circuito se abre, lo que provoca que deje de actuar el electroimán. Sin atracción magnética, la lámina B vuelve a su posición inicial (la del dibujo), el tornillo toca la lámina, se cierra el circuito nuevamente y todo recommienza.

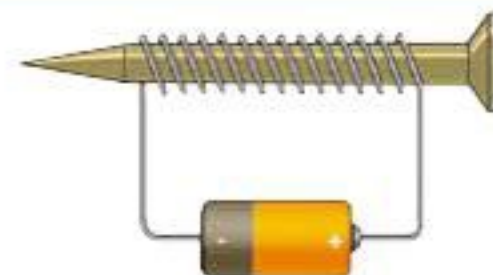
En la actualidad, muchos timbres tienen un dispositivo electrónico en lugar del sistema electromecánico.



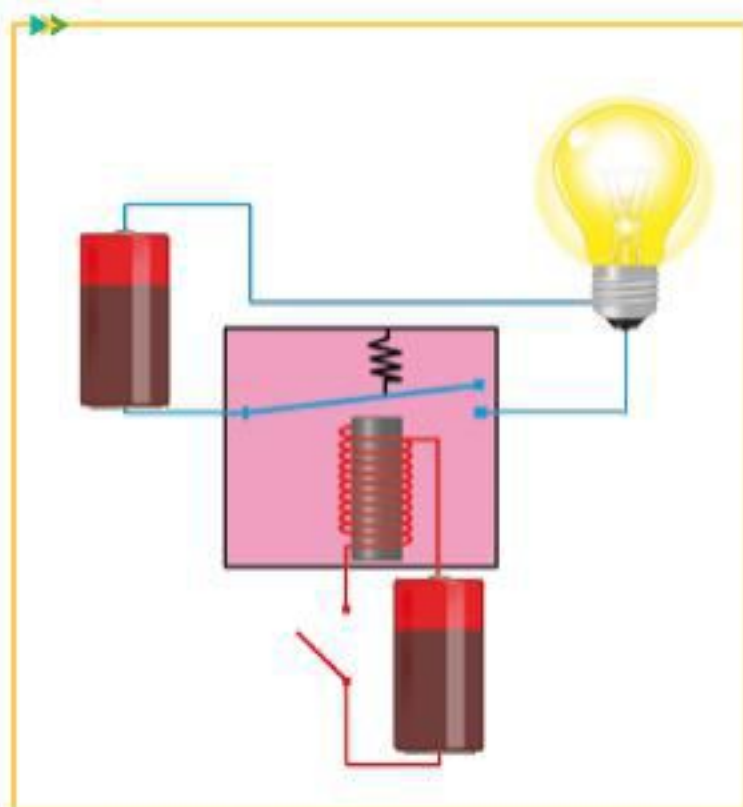
## Actividades

1. Para observar lo que ocurre cuando una corriente eléctrica rodea un cuerpo de acero, enrollen un cable alrededor de un bulón, como se ve en la figura.

- Acerquen el bulón a alfileres o clips de acero. ¿Qué ocurre?
- Luego conecten los extremos del cable a una pila y reiteren la experiencia. ¿Qué ocurre entonces?







Relé para encender una lámpara.

## Otras aplicaciones de los electroimanes

Es posible provocar que un electroimán actúe como tal o deje de hacerlo utilizando una llave, como cuando se prende y se apaga la luz. El aprovechamiento de esta característica de los electroimanes ha llevado a su utilización en muchos mecanismos que, de esta manera, se pueden accionar a distancia.

Estos dispositivos se llaman **relé**; y en la figura que está al lateral se muestra un esquema de su funcionamiento.

Al cerrar la llave que conecta el arrollamiento sobre el núcleo, actúa el electroimán que atrae la llave del otro circuito y se enciende la lamparita. Cuando se desconecta el electroimán, el resorte desconecta la lamparita. Un ejemplo podría ser el de las luces de un auto comandadas desde la cabina o la bocina.

Los electroimanes también se utilizan porque con ellos es posible lograr efectos mucho mayores que con imanes permanentes.

Además, los electroimanes ofrecen la ventaja de poder ser regulados modificando la corriente eléctrica.

Por ejemplo, los trenes de levitación magnética, que son sostenidos por electroimanes, pueden avanzar sin rozar las vías por lo que pueden alcanzar velocidades muy altas, además de disminuir el desgaste de las piezas, las pérdidas de energía por calor y el ruido.



Tren de levitación magnética.



Los equipos de resonancia magnética nuclear (RMN) utilizan electroimanes.

## La historia del magnetismo

Los fenómenos magnéticos han despertado curiosidad desde la Antigüedad y se relacionaban muchas veces con la magia. El médico inglés William Gilbert (1544-1603) publicó el primer libro con intencionalidad científica sobre el tema. Aquí un fragmento del libro: *"Se dice que el imán es una impostura diabólica que [...] abre las cerraduras, [...] cura la gota y los espasmos... que de día tiene cierto poder para atraer el hierro, pero ese poder mengua de noche y que su poder es restablecido por la sangre de una cabra... Los filósofos de poca monta se interesan mucho en estas sandeces, y colman con ellas la curiosidad de lectores aficionados a cosas ocultas. Pero una vez que la naturaleza magnética haya sido develada por lo que sigue, las causas de un efecto tan maravilloso se darán por ciertas..."*.

## Electricidad y magnetismo

Cuando se trata de acercar entre sí dos cuerpos cargados eléctricamente, se producen entre ellos fuerzas de atracción si las cargas son de distinto signo, o de repulsión si el signo es el mismo.

Cuando se quieren acercar los polos de dos imanes ocurre algo parecido: los polos se atraen si son de diferente nombre y se repelen si ambos son norte o sur.

Pero, ¿qué ocurre si se acerca un imán a un cuerpo cargado que se encuentre encendido quieto? No pasa nada. No hay interacción entre imanes y cuerpos cargados en tanto estos se encuentren quietos.

Pero si el cuerpo cargado está en movimiento, la situación cambia. Por ejemplo, si circula una corriente por un cable (que no es más que cargas eléctricas en movimiento), se puede producir un electroimán.

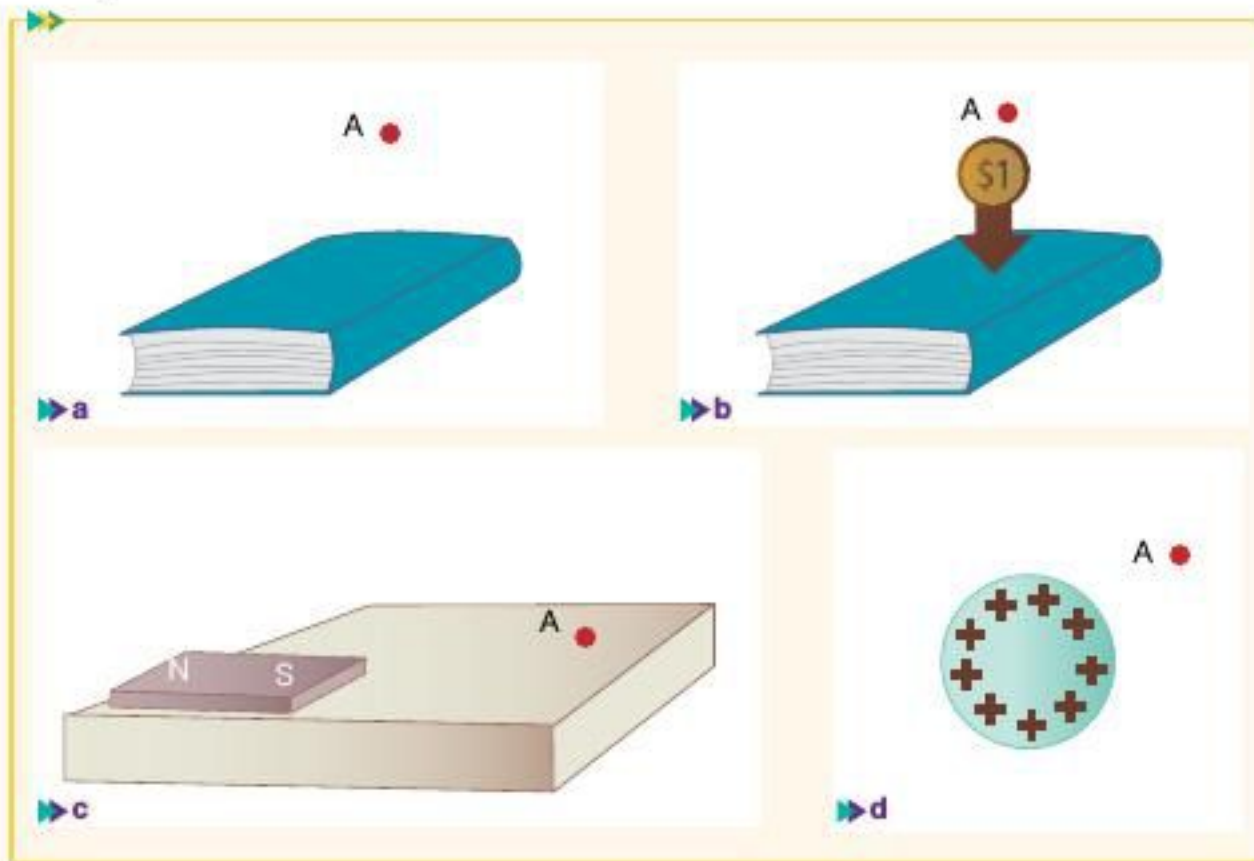


## Campos eléctricos y magnéticos

Observemos con atención la **figura a**. El punto rojo A que está en el aire, 20 cm arriba del libro, no tiene nada en particular. Pero, si se pone en ese punto una moneda y se la suelta, esta se cae (**figura b**). Si bien esto nos resulta obvio, debe existir "algo" que la haga caer. Si se repite la experiencia en cualquier otro punto del aire sobre el libro ocurrirá lo mismo, a menos que algo la sostenga.

En la **figura c**, el punto A está cerca de un imán. ¿Qué ocurrirá al colocar un alfiler en ese punto? ¿Y en otros puntos cercanos?

En la **figura d** se representa un cuerpo con carga eléctrica y nuevamente se marca un punto A. ¿Qué ocurrirá si se coloca un cuerpo cargado en A? ¿Y en otros puntos cercanos?



En todos los ejemplos previos, el punto A y otros cercanos tienen alguna propiedad especial. En el primer caso, al colocar un cuerpo como la moneda, actúa sobre ella una fuerza que la tira hacia abajo. En el segundo caso, una fuerza actúa sobre el alfiler y, en el tercero, la fuerza actúa sobre el cuerpo cargado. En cada caso, en el punto A sucede algo.

Cuando en una región o conjunto de puntos como el A se producen fuerzas sobre los cuerpos colocados en él, se dice que esa región es un **campo**.

En el caso de la moneda u otro cuerpo colocado cerca de la superficie terrestre, la fuerza se debe al efecto de la gravedad y la región se denomina **campo gravitatorio**. Los lugares en los que las fuerzas actúan sobre cuerpos ferromagnéticos se llaman **campos magnéticos**, y cuando las fuerzas se ejercen sobre cuerpos cargados, la región se llama **campo eléctrico**.

Así como un campo gravitatorio es el espacio que rodea la superficie terrestre, un campo magnético es la región que rodea a un imán, y un campo eléctrico, la región que rodea a una barrita frotada que haya adquirido carga eléctrica.

### Actividades

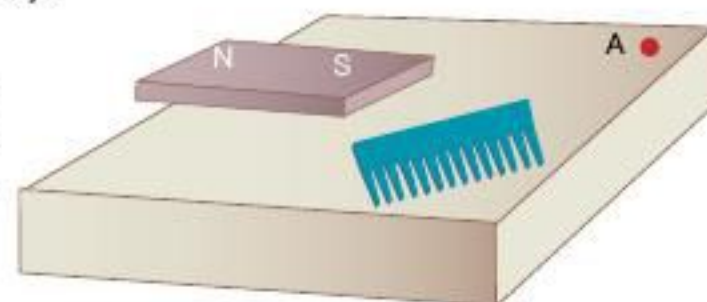
1. En la figura, hay un punto marcado sobre la mesa. Cerca de ese lugar han dejado un imán y un peine que fue frotado con un trozo de lana.

a. ¿A cuáles de los campos mencionados pertenece ese punto?

b. ¿Cómo se podría justificar experimentalmente la respuesta anterior?

c. Si se aleja el imán, ¿qué ocurrirá con el campo magnético en el punto?

d. ¿Qué ocurrirá con el campo eléctrico en el punto si se acerca más el peine?







La carga de prueba permite detectar el campo eléctrico.

## Campo eléctrico

El **campo eléctrico** es un espacio en el que se manifiestan fuerzas eléctricas sobre los cuerpos eléctricamente cargados colocados en él.

Para averiguar si en algún punto hay un campo eléctrico o no, se coloca en ese punto un cuerpo puntual cargado. Si este cuerpo recibe una fuerza, significa que hay campo eléctrico; en caso contrario, no lo hay.

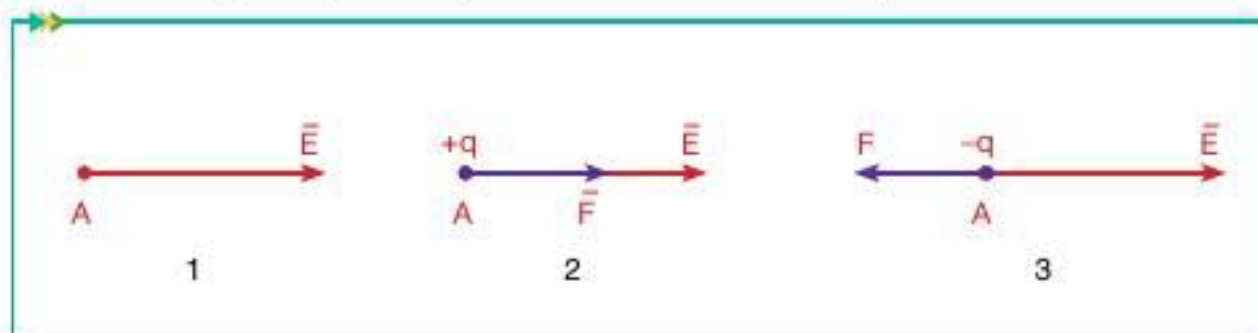
En este ensayo, el cuerpo cargado actúa como un instrumento detector y medidor del campo eléctrico: no solo lo detecta, sino que si la fuerza es de mayor o menor intensidad, se puede determinar que allí el campo es más o menos intenso.

Por ejemplo, si en un punto el campo tiene un valor de 2.000 newton por coulomb ( $E = 2.000\text{N/C}$ ), significa que si se colocase en ese punto un cuerpo puntual con una carga de 1 coulomb, actuaría sobre él una fuerza eléctrica de 2.000 newton. El valor del campo en ese punto permite predecir el valor de la fuerza que actúa sobre cuerpos cargados colocados en él: 2.000 newton por cada coulomb de carga que tenga el cuerpo. Pero si se colocase un cuerpo con una carga 3 coulomb, la fuerza sería de 6.000 newton, es decir 2.000 newton por cada coulomb.

Hay que aclarar que el coulomb es una carga muy grande y que los cuerpos cargados suelen tener cargas mucho menores.

Para que el campo eléctrico de cada punto quede bien definido falta decidir algo acerca de la carga puntual colocada para detectarlo, llamada carga de prueba. Si la carga de prueba colocada en el punto hubiera sido positiva, la fuerza que actúa sobre ella tendría el sentido contrario de lo que ocurriría si esta hubiera sido negativa. Como el campo en cada punto depende solo del punto y no de la carga que se coloca para detectarlo, se debe tomar una decisión: la carga de prueba se toma como positiva.

El campo eléctrico en cada punto se puede representar por un vector que se designa con la letra **E** y que tiene la dirección y sentido de la fuerza que actuaría sobre una carga de prueba positiva colocada en dicho punto.



En un punto A, el vector campo eléctrico es como se muestra en la figura 1. Al colocar un cuerpo cargado positivamente en ese punto, recibe una fuerza en la misma dirección y sentido (como se muestra en la figura 2). En cambio, si en ese punto A se coloca un cuerpo con carga negativa, la fuerza es opuesta al campo (figura 3).



Televisor con tubo de rayos catódicos.

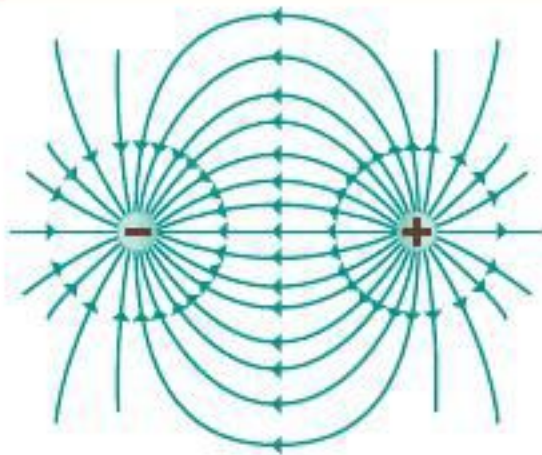
El conocimiento del campo eléctrico en un punto permite calcular todas las características de la fuerza que actúa sobre un cuerpo cargado colocado en ese punto. El conocimiento del campo eléctrico en toda una región permite determinar cómo se mueven cuerpos cargados en esa zona.

Por ejemplo, en los televisores más antiguos, llamados de rayos catódicos, la imagen se forma por el choque de electrones que tienen carga negativa al ser desviados convenientemente por campos eléctricos existentes en el interior del tubo.



## Líneas de campo

Otra forma de representar los campos eléctricos es mediante líneas imaginarias llamadas líneas de campo. Observando estas líneas es posible tener algún conocimiento sobre el campo, por ejemplo, dónde es más intenso o qué sentido tendrá la fuerza que actúa sobre un cuerpo colocado en él.



Líneas de campo eléctrico en una región en la que hay dos cargas de igual valor pero de signos opuestos. En la zona cercana a las cargas, las líneas están más juntas porque el campo es más intenso.

Para representarlo se deben tener en cuenta las siguientes condiciones.

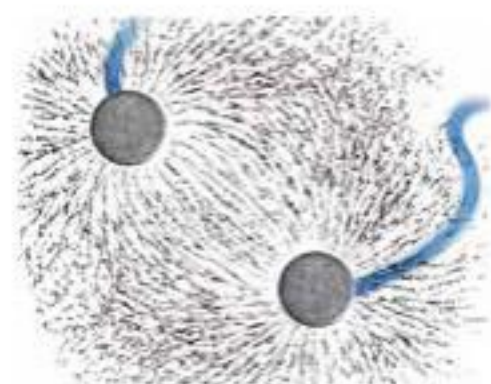
- ▶ Las líneas se dibujan saliendo de cuerpos cargados positivamente y concluyendo en cuerpos cargados negativamente. Su sentido se indica con una flecha.
- ▶ El número de líneas que salen de uno de estos cuerpos o entran en él es directamente proporcional a su carga eléctrica. Así, por ejemplo, de un cuerpo positivo muy cargado salen muchas líneas, y a un cuerpo negativo con poca carga entran pocas líneas.
- ▶ En las regiones donde las líneas están muy juntas, el campo es más intenso que donde están separadas.
- ▶ El vector campo eléctrico tiene en cada punto la dirección y sentido de la línea de campo eléctrico. Esto significa que su dirección es tangente en cada punto a la línea.
- ▶ El vector campo eléctrico tiene en cada punto la dirección y sentido de la línea

### ¿Se pueden ver las líneas de campo?

Si se conecta un recipiente con aceite a una máquina electrostática que forme dentro del líquido un campo eléctrico, resulta posible ver una consecuencia de ese proceso que da una imagen de las líneas de campo. Como se puede ver en la fotografía, al colocar en el aceite pequeños cuerpos como sémola, alpiste o polvo de tiza, estos se alinean siguiendo la forma de las líneas de campo.



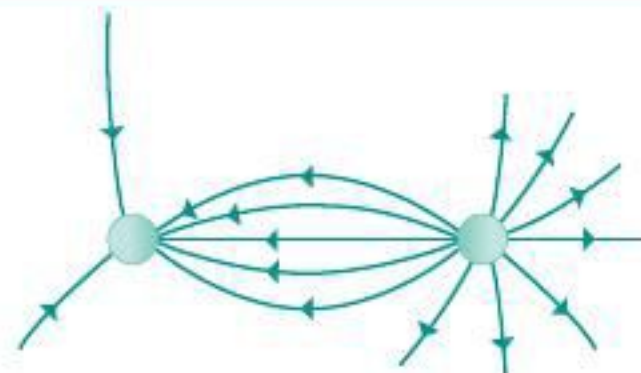
El vector campo eléctrico es tangente a las líneas de campo.



Las líneas de campo se pueden visualizar

## Actividades

1. La figura muestra las líneas de campo en una región.
  - a. Identifiquen los signos de ambos cuerpos cargados.
  - b. Indiquen cuál de ellos tiene mayor valor de carga eléctrica.
  - c. Marquen las zonas donde el campo eléctrico es más intenso.
  - d. Dibujen en forma esquemática el vector campo eléctrico en tres puntos de una de las líneas de campo que van desde una de las cargas eléctricas hacia la otra.





## La electricidad en la atmósfera

Una tormenta eléctrica puede ser todo un espectáculo, sobre todo de noche cuando el cielo se ilumina. Los tres fenómenos más notorios y característicos de las tormentas son el trueno, el relámpago y el rayo.

¿Qué diferencia hay entre un rayo y un relámpago? ¿Cómo está relacionado el trueno con el relámpago?

La explicación eléctrica de una tormenta no es sencilla. En realidad, todavía hay algunos aspectos que, desde el punto de vista científico, no se han podido explicar satisfactoriamente.

Las nubes están formadas básicamente por agua líquida y hielo. La llegada de partículas desde el exterior de la Tierra, llamadas rayos cósmicos, ioniza algunas de sus partículas. Los movimientos internos entre el hielo que cae y las partículas livianas que suben dentro de la nube distribuyen la carga eléctrica dejando la parte inferior con carga negativa y la superior con carga positiva.

De esta manera, entre las nubes y el suelo se establece un campo eléctrico, es decir, una región en la que ocurren fenómenos eléctricos que, si tienen suficiente intensidad, permiten una violenta descarga entre el suelo y la nube; a esto se lo denomina rayo.

Si la descarga se realiza dentro de una nube o entre una nube y otra, lo que se observa es un relámpago.

Estas descargas causan violentas vibraciones en el aire y producen el poderoso sonido, al que llamamos trueno.

### Sorprendente ►

En los encendedores electrónicos o "magiclick" ocurre algo similar al relámpago o al rayo. Cuando apretamos el botón se produce un intenso campo eléctrico en el aire. Entonces, entre los terminales se forman cargas libres y se produce la descarga en forma de chispa, es decir, un rayo en miniatura.



### Nuevamente, modelizar lo invisible

Para explicar por qué repentinamente el aire entre el suelo y la nube se hace conductor, se puede recurrir a un modelo.

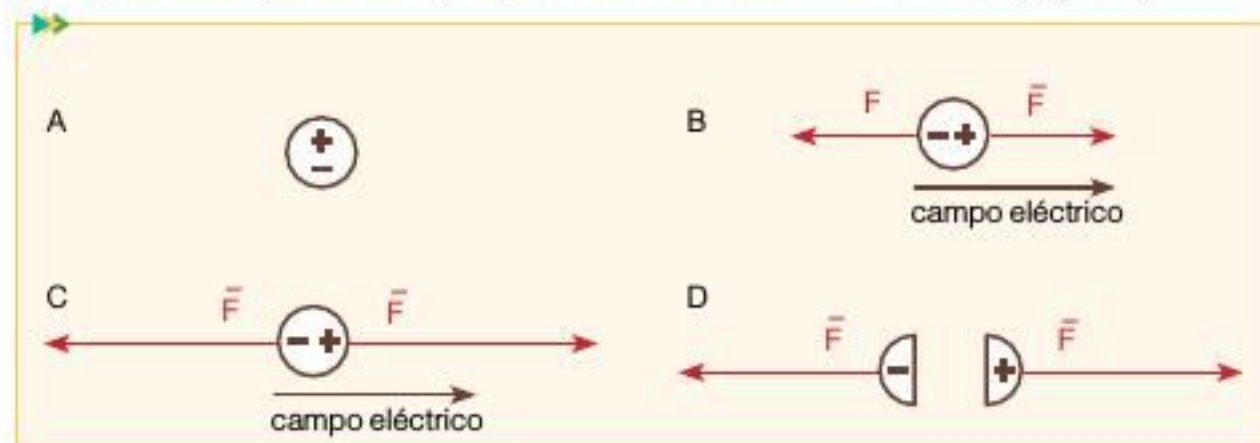
Para que un cuerpo conduzca la electricidad, debe tener cargas libres, es decir, electrones o iones que se puedan movilizar.

Se puede decir que las partículas que constituyen el aire son neutras, porque tienen igual cantidad de cargas positivas y negativas.

En la figura A se representa una de esas partículas. Cuando se produce un campo eléctrico, sus cargas tienden a separarse, ya que sus cargas positivas reciben una fuerza en el sentido del campo y, las negativas, en sentido opuesto (figura B).

Si las nubes se cargan más, el campo aumenta y las fuerzas también (figura C).

Si estas fuerzas superan cierto valor suficiente para romper la partícula, en el aire quedan cargas libres que pueden conducir la electricidad (figura D).





La llegada de rayos al suelo implica la llegada de una gran cantidad de cargas eléctricas. Teniendo en cuenta que en todo el mundo se producen miles de tormentas por día... ¿queda cargado entonces el suelo?

En las zonas donde no hay tormentas, las cargas eléctricas pasan del suelo a la atmósfera; luego estas al suelo cuando hay tormentas. De esta manera se genera un flujo que mantiene el equilibrio, como se explica en la página 195.

### El pararrayos

Históricamente, los efectos de la caída de un rayo han resultado impresionantes para los seres humanos. En todas las culturas antiguas, este fenómeno era atribuido a alguna deidad. Por ejemplo, en la cultura griega el dios del rayo fue Zeus, en la nórdica Thor, y en la incaica, Catequil.

El peligro que implica la caída de un rayo suele asociarse con el pararrayos, un invento creado por el científico norteamericano Benjamin Franklin en 1752.

La electricidad siempre se transmite a través del camino más fácil, es decir, el de menor resistencia. El pararrayos ofrece al rayo precisamente ese camino.

Cuando un conductor cargado tiene puntas o filos, las cargas acumuladas en esas pequeñas superficies adquieren valores relativamente grandes. Si estas están muy cerca se repelen y muchas pueden escapar del conductor, y producir un efecto que se llama "viento eléctrico". Este fenómeno se aprovecha para fabricar un pararrayos.

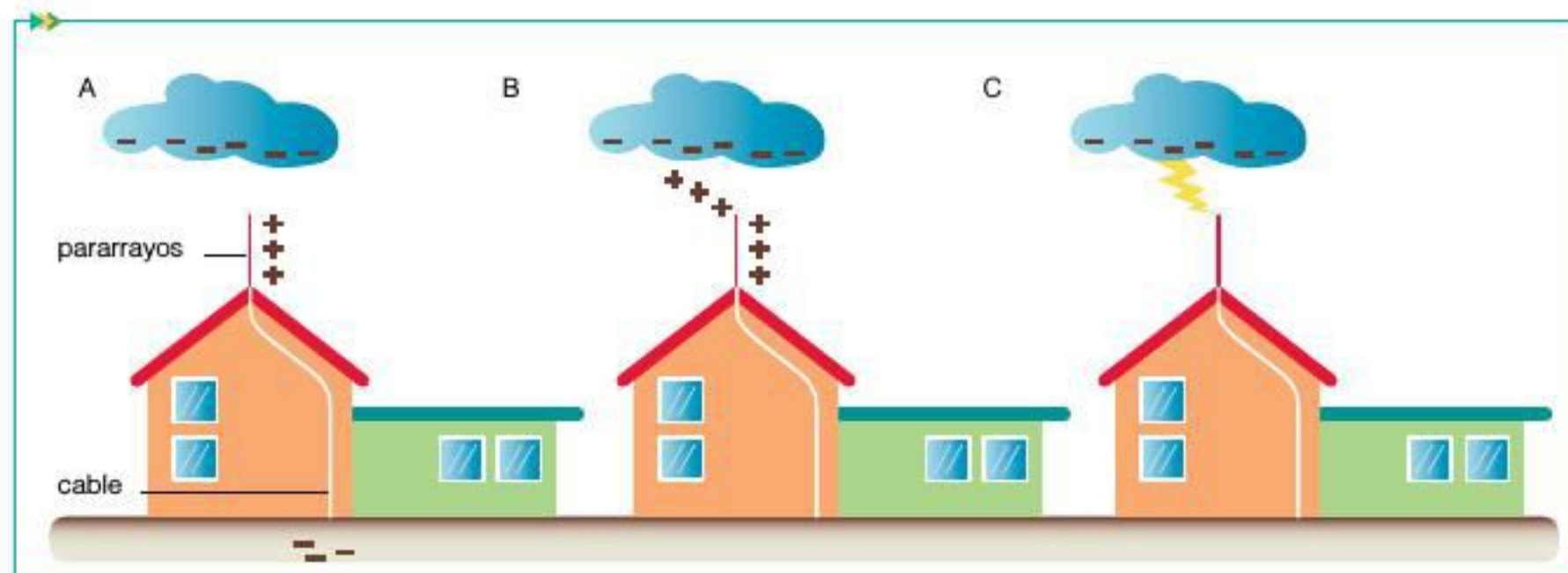
En la figura A se ve una nube que, con su carga negativa en la parte inferior, induce cargas en el pararrayos que está conectado por cables metálicos al piso. En el pararrayos, las cargas positivas son atraídas por la nube y las negativas van al suelo. Como el pararrayos tiene punta, allí queda una gran acumulación de cargas.

En la figura B se observa que debido al viento eléctrico se han producido iones entre el pararrayos y la nube, ya que las cargas positivas que salen de la punta son atraídas hacia arriba. Estos iones forman un camino de baja resistencia y si hay un rayo, se conducirá por él.

Cuando se produce la descarga, en lugar de caer en cualquier lado, esta sigue la guía de iones. Por lo tanto, cae en el pararrayos y es conducida al suelo mediante cables, sin ocasionar daños, como se ve en la figura C.



Colocando un pararrayos a gran altura, se puede evitar la caída de rayos en otros lugares.







La aguja magnética se orienta en la dirección del campo.

## Campo magnético

Si se coloca un alfiler en un campo magnético, este recibe la acción de una fuerza que permite detectar el campo. Pero para obtener más detalles del campo se requiere otro cuerpo.

Como detector de campo magnético se puede usar un imán particular llamado **aguja magnética**. Una aguja magnética es un imán muy liviano que se encuentra en equilibrio sobre una punta ubicada en su centro (como se ve en la figura sobre la columna lateral). De este modo, la aguja puede girar libremente.

Cuando se coloca una aguja magnética en un punto de un campo magnético, esta se orienta con su polo norte apuntando en un sentido. Si se reitera varias veces el mismo procedimiento en el mismo punto, se puede observar que la aguja se orienta siempre en la misma dirección. Si la aguja se coloca en otro punto, esta apuntará en otra dirección.

Una aguja magnética funciona como un instrumento detector de campos magnéticos. Si al ser colocada en algún punto se orienta, eso indica que allí hay un campo magnético y la dirección en que lo hace define la dirección del campo en ese punto.



Los artículos que tienen campos electromagnéticos fuertes, como los celulares o cámaras digitales, también pueden arruinar las bandas de las tarjetas de crédito.

## Campos magnéticos y corriente eléctrica

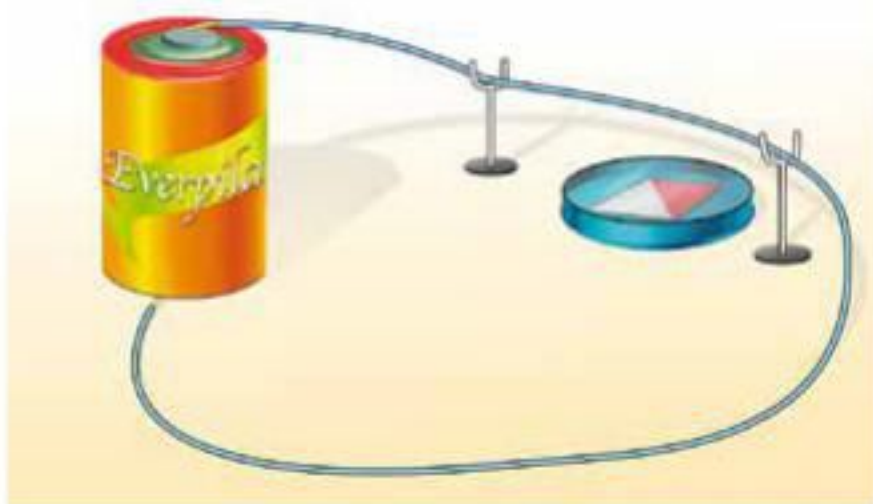
Los campos magnéticos pueden ser producidos tanto por imanes como por corrientes eléctricas.

Si se coloca una aguja magnética cerca de un conductor eléctrico y se lo conecta, de manera que pase por él una corriente eléctrica, la aguja se desvía, lo que indica la presencia de un campo magnético producido por esa corriente.

Tanto en los campos producidos por imanes como en aquellos que son producidos por corrientes eléctricas, la intensidad del campo magnético decrece si aumenta la distancia a la fuente.

Se recomienda no dejar cerca de los aparatos eléctricos tarjetas bancarias que tengan en su dorso bandas magnéticas. Esto se debe a que la información en este tipo de tarjetas se manifiesta mediante cierta orientación de materiales ferromagnéticos contenidos en ellas. Si se las coloca en un campo magnético intenso, por ejemplo el producido por aparatos eléctricos, estos materiales pueden reorientarse y perder la información.

## Actividades



1. Una brújula, como se verá más adelante, es una aguja magnética. Les proponemos armar un dispositivo para observar el efecto que produce una corriente eléctrica en una aguja magnética.

- Dispongan un cable y una pila como se ve en la figura de la izquierda. Coloquen la aguja magnética cerca de este circuito.
- Si se tocan ambos extremos del cable con los de la pila, ¿qué ocurre con la aguja magnética? ¿Da lo mismo poner ambos sistemas en cualquier posición?
- ¿Qué ocurre si se coloca la aguja lejos del cable cuando se lo conecta?



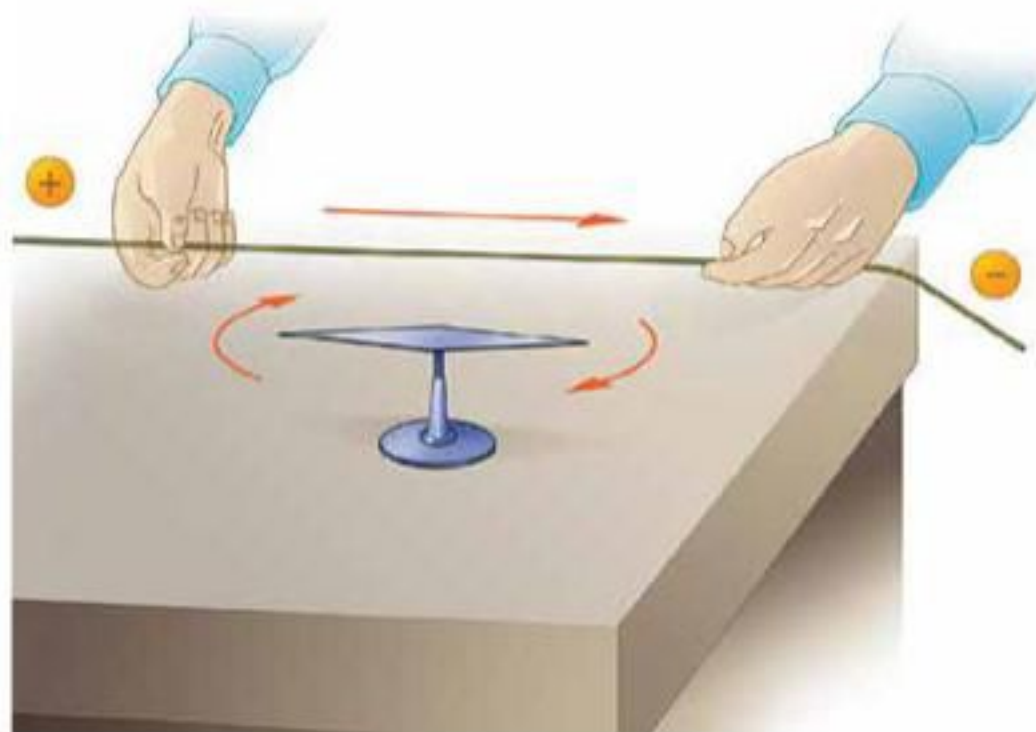
## Las líneas del campo magnético

De manera parecida a lo que puede realizarse con el campo eléctrico, también es posible representar al campo magnético mediante líneas de campo.

Existen algunas similitudes entre las líneas del campo magnético y las del campo eléctrico, pero también presentan diferencias entre sí:

- Donde las líneas están muy juntas, el campo es más intenso. Por ejemplo, cerca de los polos.

- A diferencia de las líneas del campo eléctrico, que comienzan en cargas positivas y terminan en negativas, las líneas de campo magnético son cerradas.



La corriente eléctrica produce un campo magnético a su alrededor.

## Actividades experimentales

### Líneas de campos magnéticos

Existe una forma de ver las líneas de un campo magnético empleando limaduras de hierro que se pueden obtener, por ejemplo, de la llamada viruta de acero usada para limpiar vajilla. Para observar la forma en que se disponen las limaduras de hierro en campos magnéticos, les proponemos realizar la siguiente experiencia.

#### Necesitarán:

- limaduras de hierro;
- 1 folio transparente;
- 3 imanes: 2 en barra y 1 circular.

**Paso 1.** Coloquen un imán en forma de barra por debajo de un folio transparente y echen sobre él las limaduras de hierro. Así podrán observar las líneas de los campos magnéticos.

**Paso 2.** Coloquen varias disposiciones de imanes y describan lo que se observa.

Por ejemplo, además de colocar el imán en barra pueden colocar:

- a. dos imanes con los polos norte enfrentados;
- b. dos imanes con un polo norte frente al polo sur del otro;

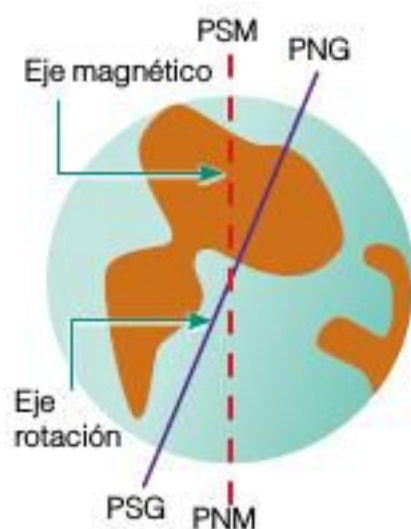


c. un imán circular.

En cada caso, indiquen las regiones de mayor y menor intensidad de campo magnético, y su dirección.



## La Tierra presenta un Polo Norte y un Polo Sur



PSM: Polo sur Magnético.  
PNM: Polo norte Magnético.  
PSG: Polo sur geográfico.  
PNG: Polo norte geográfico.

Se llama magnetosfera a una zona de la atmósfera ubicada por encima de los 500 km de altura en la que el campo magnético terrestre actúa como un escudo protector, impidiendo la llegada a la superficie terrestre de partículas cargadas eléctricamente emitidas por el Sol y que constituyen lo que se llama viento solar.

## Campo magnético terrestre

La magnetita es un mineral de hierro que se encuentra en la corteza terrestre. La magnetita fue conocida por los antiguos griegos, por lo menos desde el año 600 a.C., lo cual les llevó a creer que el magnetismo tenía relación con la Tierra.

Por otra parte, la brújula es un objeto que se utiliza para indicar la dirección norte-sur geográfica. Si bien no se conoce con exactitud cuándo fue inventada ni quiénes fueron los primeros en usarla, se supone que ya en el siglo XI, los navegantes utilizaban las brújulas como herramientas para orientarse.

Sin embargo, no fue hasta el siglo XVII que el médico inglés William Gilbert, afirmó por primera vez que la orientación de la brújula se debía al magnetismo terrestre. Este médico inglés hizo experimentos con agujas imantadas, que colocaba sobre un trozo de magnetita. Los resultados obtenidos lo llevaron a pensar que las agujas se comportaban como la brújula colocada en la superficie de la Tierra. De ahí supuso que la misma Tierra debía considerarse como un gran imán.

Gilbert sabía que un imán tenía dos polos y que, al acercar polos diferentes, estos se atraían. En sus experimentos observó que la aguja de la brújula se orientaba siempre en cierta dirección. A partir de este resultado conjeturó que dicha orientación se debía a que el polo norte de la aguja estaba siendo atraído por el polo sur de un imán muy potente: la Tierra.

De esta forma, advirtió que el planeta se comporta como un gran imán, y ubicó sus polos en los polos geográficos.

Como el norte de la aguja magnética señala el norte geográfico de la Tierra, se determinó que allí se encuentra el polo sur magnético.

Sin embargo, estudios posteriores en el tema determinaron que en realidad el polo sur magnético y el norte geográfico no coinciden exactamente. Entre el meridiano terrestre y el determinado por los polos magnéticos hay una inclinación aproximada de  $11^\circ$ .

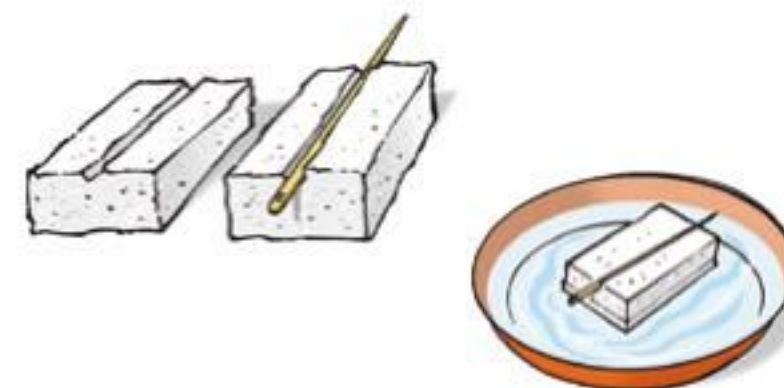
### Actividades

1. Los antiguos navegantes montaban sus agujas magnéticas sobre una madera que flotaba en un recipiente con aceite. Se puede construir una brújula de forma similar.

La aguja magnética se fabrica con un alfiler o un pequeño clavo por el que se pasa sucesivamente, en el mismo sentido, un imán. De esta forma se orientarán sus dominios magnéticos.

A partir de esta etapa se puede diseñar la brújula de diferentes maneras.

- ▶ Se debe pegar la aguja a un pequeño sistema que la sostenga flotando en equilibrio. Se puede probar con madera, corcho, telgopor, etcétera.
- ▶ El dispositivo puede flotar en un recipiente con agua que permita observarla.





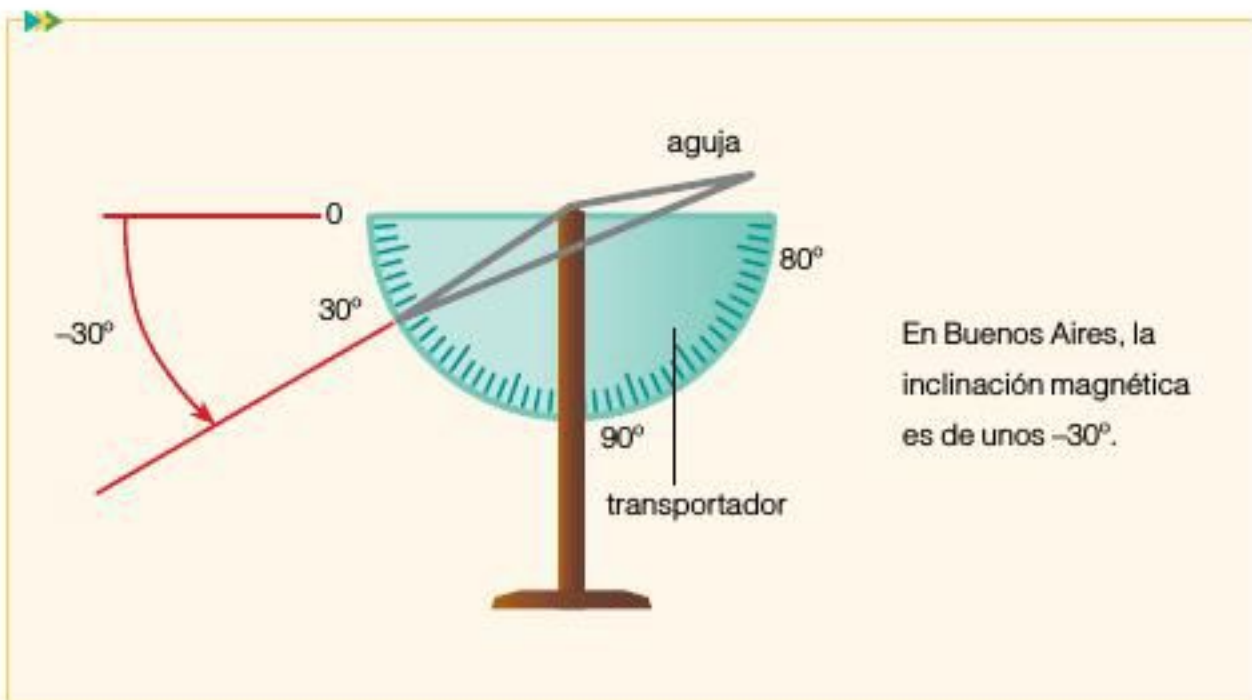
## Inclinación y declinación magnética

El campo magnético terrestre es producido, principalmente, por procesos en el interior de la Tierra.

Este campo no es estático, sino que los polos norte y sur magnético han variado su ubicación a lo largo de la existencia del planeta. Incluso se han invertido alrededor de una docena de veces en los últimos millones de años. Es decir, donde está actualmente el polo norte magnético estuvo el polo sur magnético y viceversa.

Una observación cuidadosa del comportamiento de una brújula permite detectar que la aguja de la brújula permanece en equilibrio apuntando al norte y hacia arriba (en el hemisferio sur). Esto significa que, al colocar en un soporte vertical una aguja magnética sostenida por su centro, dejando que oscile libremente, esta no queda en posición horizontal, sino con cierta inclinación. Este ángulo se denomina **inclinación magnética**.

La inclinación magnética depende del lugar del planeta. Es casi cero cerca del ecuador y aumenta hacia los polos.



La declinación magnética es la medida de la diferencia entre la dirección norte-sur geográfica y la dirección norte-sur magnética. La medición de la declinación es necesaria, sobre todo para los navegantes, que deben hacer las correcciones adecuadas para saber en qué dirección moverse.

La declinación, como la inclinación magnética, depende del lugar geográfico. En Buenos Aires, la declinación es de alrededor de  $1^\circ$ .

## Actividades

1. Supongan que un barco debe llegar desde un puerto A hasta otro puerto B, distantes entre sí 500 km. El puerto A queda justo al norte del puerto B. El capitán sigue la brújula pero no se da cuenta de que en ese lugar la declinación magnética es de  $5^\circ$ .

Con papel y lápiz, una regla o escuadra y un transportador, averigüen a qué distancia de B quedó el barco cuando recorrió los 500 km siguiendo la brújula.

## ¿Cómo se orientan barcos y aviones?

Actualmente, salvo excepciones, los barcos y los aviones ya no utilizan brújulas magnéticas para orientarse. Su ubicación en cada momento se fija por ayuda satelital mediante el *GPS* (siglas de sistema de posicionamiento global en inglés).

Además, los barcos tienen brújulas no magnéticas llamadas giroscópicas, y los aviones también son guiados por señales emitidas desde aeropuertos.





## El magnetismo y la electrostática en la vida cotidiana

La brújula, el electroimán y el pararrayos son solo algunos ejemplos de las aplicaciones de la electrostática y el magnetismo en la vida cotidiana.

La tecnología ha favorecido el estudio de los fenómenos magnéticos y eléctricos. A su vez, ha utilizado los conocimientos científicos para crear y construir nuevos dispositivos donde se aplican estos conceptos físicos.

Por lo general, las manifestaciones en la vida diaria de los fenómenos debidos a la acción de los imanes son más evidentes que los debidos a fenómenos electrostáticos, es decir, aquellos hechos que se deben a la interacción entre cuerpos cargados quietos, y no a la acción de corrientes eléctricas. A continuación se listan algunos ejemplos de procesos en los que intervienen imanes:

- ▶ fabricación de parlantes;
- ▶ cierres magnéticos diversos (estuches para teléfonos celulares, cierres de carteras, etcétera);

- ▶ detección de monedas falsas. Las monedas están hechas con materiales que no son ferromagnéticos y no son atraídas por los imanes. Las monedas falsas se hacen habitualmente con hierro, por lo que son atraídas por un imán.

La presencia de efectos electrostáticos no es tan evidente excepto cuando se observa una tormenta eléctrica. En los climas secos hay muchos cuerpos que se cargan eléctricamente por fricción o por contacto. Por ejemplo:

- ▶ La pantalla encendida de un televisor de modelo antiguo (no los actuales plasmas) se carga eléctricamente. Esto se comprueba acercando el cabello o arrojando un papelito para observar la atracción.

- ▶ Cuando nos sacamos ropa de fibras sintéticas se oyen ruidos de pequeñas descargas. ¿Por qué ocurre esto?

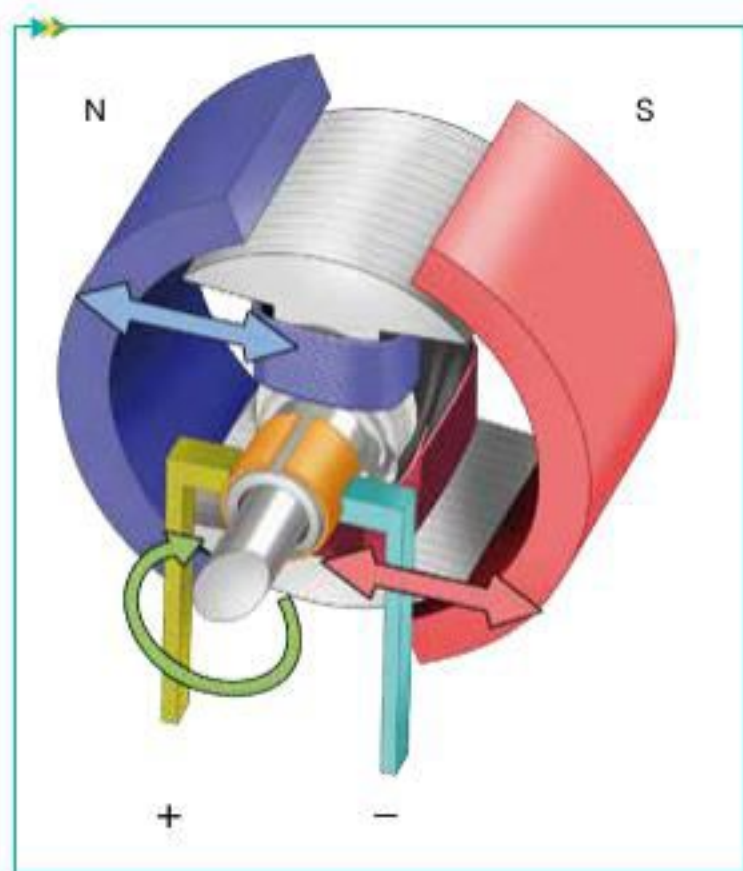
- ▶ Los camiones que transportan combustible llevan colgando una cadena metálica que roza contra el piso. ¿Recuerdan cuál es su función?

- ▶ En su forma más simple, los motores eléctricos de múltiples aplicaciones utilizan un imán o un bobinado, cuyo campo magnético actúa sobre un arrollamiento de alambre conductor. Este está colocado sobre un eje por el que circula una corriente eléctrica que entonces lo hace girar; de esta manera la energía eléctrica se transforma en energía mecánica.

Las aplicaciones del magnetismo y la electrostática pueden ir desde cosas muy sencillas, como pegar un adorno en la puerta de una heladera o magnetizar un destornillador para que no se caigan los tornillos, hasta otras más complejas, como limitar la cantidad de hollín que de otro modo arrojarían por las chimeneas algunas industrias o grabar la información en una computadora.



En la fabricación de todo tipo de parlantes se utilizan imanes.



Motor eléctrico.



## Filtro para chimeneas

Los procesos que se realizan en algunas industrias generan gran cantidad de desperdicios que contaminarían la atmósfera si no fuesen retenidos de alguna manera.

En algunos casos, estos materiales van a una chimenea, por lo cual saldrían a la atmósfera en forma de hollín. En la actualidad existen sistemas mediante los cuales este polvo se carga eléctricamente y luego se lo atrae con filtros cargados con el signo opuesto.

## El disco rígido de una computadora

Las computadoras actuales poseen un disco rígido donde se almacenan datos. La unidad de disco funciona según principios electromagnéticos. En su interior hay un cabezal que lee y graba datos, es decir, convierte las señales eléctricas en códigos magnéticos que se graban en la superficie del disco.

El disco tiene microscópicas agujas de óxido de hierro. Inicialmente se las cubre con un material líquido y antes de que se seque, se coloca el disco en un campo magnético. Las agujas se alinean y quedan en posiciones fijas al solidificar la cubierta. El cabezal es un electroimán que cuando pasa por el disco magnetiza las agujas en un sentido u otro. Así queda grabada la información.

## La fotocopidora

La fotocopidora permite obtener copias de un texto o documento en forma instantánea.

Esta máquina tiene en el centro un cilindro cargado negativamente. Al iluminar intensamente la hoja que se quiere copiar, saltan cargas eléctricas desde el cilindro y forman una copia de la hoja en cargas eléctricas.

Además, a la superficie del cilindro, que tiene una copia de la hoja, se le agrega tóner. El tóner consiste en partículas pequeñísimas cargadas positivamente, que se adhieren por atracción electrostática al cilindro y luego se transfieren al papel. Mediante el aumento de temperatura se fija el tóner a la hoja. Una vez que el toner se enfría, en la hoja queda la copia en tinta.



La fotocopidora funciona sobre la base de principios electrostáticos.

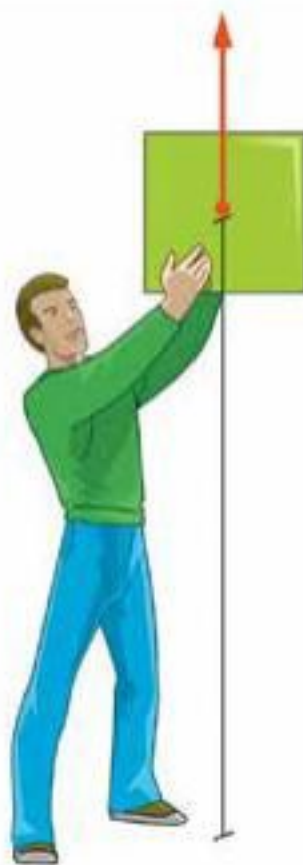


Cada tramo de pista del disco tiene una superficie portadora de información de un bit.

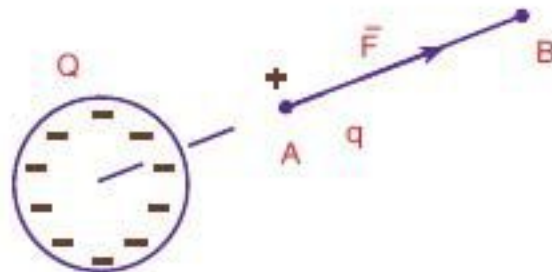
Algunos seres vivos son afectados por el campo magnético terrestre. En particular se ha observado que algunas aves se orientan según la declinación e inclinación magnética. Los científicos no han podido descifrar aún los mecanismos que permiten que las aves se orienten cuando migran. Pero al parecer, el campo magnético terrestre les permitiría detectar la latitud y longitud del lugar.



## Campos y energía



Para elevar un cuerpo en el campo gravitatorio hay que entregarle energía que se transforma en un aumento de su energía potencial gravitatoria.



Para trasladar al cuerpo de carga  $q$  desde A hasta B se le entrega energía que aumenta su energía potencial eléctrica.

El espacio que rodea a la Tierra es un campo gravitatorio. Como se indicó en la página 203, al colocar un cuerpo en cualquier lugar cercano a la Tierra, actuará sobre él una fuerza (su peso) que lo hará caer, a menos que este sea sostenido de alguna manera.

Para elevar un cuerpo en el campo gravitatorio, hay que realizar entonces un trabajo, es decir, entregarle cierta cantidad de energía. Esa energía queda acumulada como energía potencial del cuerpo.

El campo gravitatorio cercano a la Tierra tiene la propiedad de que para un cuerpo determinado, la variación de su energía potencial depende solo de su desplazamiento vertical, es decir, de cuánto subió o bajó.

Supongamos que llevamos una valija desde la planta baja hasta el segundo piso de un edificio. El peso de una valija de 10 kilos equivale a 100 newton en nuestro SIMELA, y se puede suponer que el segundo piso está siete metros por arriba de la planta baja. Si se consideran las alturas desde el piso, la valija no tiene energía potencial abajo.

Cuando llegue al segundo piso, su energía potencial gravitatoria será:

$$E_{p2 \text{ piso}} = 100\text{N} \cdot 7\text{m} = 700 \text{ joule}.$$

La valija ganó 700 joule en su energía potencial al subir siete metros en el campo gravitatorio.

La propiedad muy especial del campo gravitatorio que permite hacer estos cálculos con la energía potencial es que su variación depende únicamente de la diferencia de altura. La valija ganó 700 joule en su energía potencial, sin importar cómo haya subido. Su ganancia de energía es la misma, lo haya subido por la escalera o por un ascensor.

El campo eléctrico tiene una propiedad similar. Por ejemplo, en la figura, el cuerpo cargado negativamente con carga  $Q$  atrae al cuerpo de carga positiva  $q$  que se encuentra en el punto A. Para llevar este cuerpo desde A hasta B, alguien o algo lo tiene que empujar, aplicando una fuerza exterior, igual que cuando se levanta un cuerpo en el campo gravitatorio.

Al desplazar un cuerpo cargado en un campo eléctrico, también se producen variaciones en su energía potencial, que se llama energía potencial eléctrica. Como en el gravitatorio, la variación de la energía potencial eléctrica de un cuerpo cargado que se desplaza en un campo eléctrico solo depende de los puntos entre los que se mueve: la variación de energía potencial eléctrica del cuerpo cuando pasa desde A hasta B no depende del camino que tomó.

### Para conocer más

Rojo, A., *La física en la vida cotidiana*, Buenos Aires, Siglo XXI editores, 2007.

Imas, B. y Katzeff D., *Experimentando con la electricidad estática*, Buenos Aires, Lumen, 1997.

Reid, S. y Fara P., *El libro de los científicos*, Buenos Aires, Lumen, 1996.



## Ideas básicas

- Un cuerpo se carga eléctricamente cuando cede o gana electrones.
- Los materiales pueden ser conductores o aisladores eléctricos, según la facilidad con que se mueva la carga eléctrica a través de ellos.
- Los cuerpos que tienen cargas de diferentes signos se atraen; los que tienen cargas del mismo signo se repelen.
- La interacción eléctrica entre dos cuerpos cargados eléctricamente depende de dos variables: el valor de cada carga y la distancia entre los cuerpos.
- Los imanes atraen algunos metales y aleaciones.
- El campo magnético es la región del espacio donde se manifiestan fenómenos magnéticos.
- El campo eléctrico es la región del espacio donde se manifiestan fenómenos eléctricos.
- La brújula se alinea según el campo magnético terrestre.

## Actividades de integración

1. Se frota una varilla de aluminio sostenida con la mano contra un paño de lana. Si se acerca la varilla a papeletos pequeños, ¿creen que estos se adherirán a esta? Empleen el concepto de conductor y aislador eléctrico para explicar lo que ocurre.

2. Resuelvan la situación planteada en el punto 1, considerando en este caso que la varilla de aluminio tiene un mango de plástico. ¿Cuál es la diferencia entre las dos situaciones desde el punto de vista eléctrico?

3. Si se acerca un peine frotado a un pequeño trozo de corcho, lo atrae. Pero luego de estar brevemente en contacto, el corcho es repelido. ¿Por qué ocurre esta repulsión?

4. Un átomo de sodio tiene número atómico  $Z = 11$  y número másico  $A = 23$ . ¿Cuántos protones y cuántos neutrones hay en el núcleo de ese átomo de sodio? ¿Cuántos electrones hay en su nube electrónica? ¿Qué sucede si el átomo pierde un electrón?

22,99	1
Na	
SODIO	
11	0,9
(Ne) 3s <sup>1</sup>	
2	8
1	

5. María hace rodar un carrito en un supermercado. Mientras busca lo necesario para comprar, toca la parte metálica y siente un cosquilleo a modo de descarga eléctrica.

Expliquen lo ocurrido aplicando los conceptos de carga eléctrica, forma de electrización y materiales conductores y aisladores.



6. Acerquen una varilla de acrílico cargada negativamente a un electroscopio inicialmente descargado:

- Hagan un esquema que represente la distribución de cargas eléctricas en el electroscopio y la barra.
- Respondan: ¿se abren las hojas del electroscopio? ¿Por qué?
- Si se aleja la varilla, ¿qué ocurre con las hojas del electroscopio? ¿Por qué?

7. Durante una tormenta eléctrica existe el peligro de la caída de rayos. Para protegerse, una persona puede optar entre entrar en una casa de madera o en una jaula metálica. ¿Cuál es la elección más acertada? ¿Por qué?



8. Hay cinco cuerpos cargados, A, B, C, D y E. Se sabe que cuando están cerca, A repele a B y atrae a los otros tres. Además, C está cargado negativamente:

- Indiquen la carga de los cinco cuerpos
- ¿Qué tipo de fuerza se ejercen B y C cuando están cerca?
- ¿Qué tipo de fuerza se ejercen D y E cuando están cerca?

9. La fuerza de atracción entre un electrón y un protón separados por una distancia  $d$  tiene una intensidad  $F$ . Indiquen cuánto vale la intensidad de la fuerza si:

- La distancia inicial se triplica.
- La distancia se reduce a la mitad.
- Se reemplaza el protón por un electrón.

10. En el punto M existe un campo eléctrico como el indicado en la figura, cuyo valor es de 100 newton por cada coulomb  $E = 100\text{N/C}$

- Calculen el valor, dirección y sentido de la fuerza que actuaría sobre un cuerpo puntual de carga positiva de 0,1 coulomb colocado en el punto M.
- ¿Cuál sería el valor, dirección y sentido de la fuerza que actuaría sobre un cuerpo cargado negativamente con una carga de 0,2 coulomb colocado en ese punto?



11. ¿Cómo podrían separar rápidamente una mezcla de arena y limaduras de hierro? Si pueden disponer del material, realicen el experimento para comprobarlo.

12. Se tienen dos imanes en barra a los que les falta la indicación de los polos magnéticos.



- ¿Cómo determinarán los polos de uno de ellos colocando un soporte con un hilo?
- Si ya determinaron los polos de uno, ¿cómo lo utilizarían para determinar los polos del otro imán?

13. Se tiene una barra de acero y se desconoce si está imantada o no. ¿Es posible averiguar si lo está partiéndola en dos trozos? Expliquen cómo se haría.

14. ¿Por qué los imanes pueden pegarse en la puerta de una heladera y no en algunas ollas o en una puerta de madera?

15. ¿Cuál es la razón por la que se recomienda no colocar las tarjetas de crédito o de débito cerca de imanes?

16. Un barco debe llegar desde un puerto A hasta otro puerto B, distantes entre sí por 1.000 km. El puerto A queda justo al sur del puerto B. El capitán sigue la brújula pero no se da cuenta de que en ese lugar la declinación magnética es de  $7^\circ$ .

Con papel y lápiz, una regla o escuadra, y un transportador, averigüen a qué distancia de B quedó el barco cuando recorrió los 1.000 km siguiendo la brújula.

17. ¿Qué podría ocurrir si alguien dejara olvidado un imán cerca de la brújula de una embarcación?





# Los circuitos eléctricos

## 10

### Contenidos

- > La corriente eléctrica y sus efectos
- > Conducción eléctrica en distintos materiales
- > Conducción metálica: Ley de Ohm
- > Circuitos eléctricos sencillos
- > Producción y transporte de energía eléctrica

Para comprender algo más acerca de la producción, el transporte y el uso de la energía eléctrica, por ejemplo en las casas, industrias y transportes, es necesario entender un poco más sobre los circuitos eléctricos.

A veces, los cables que quedan a la vista delatan a los circuitos eléctricos, por ejemplo, en las líneas de alta tensión que se pueden ver en las rutas o los cables que sirven para conectar un artefacto doméstico. En otras ocasiones, los circuitos eléctricos están escondidos, pero dentro de cada sistema que utilice energía eléctrica hay por lo menos uno.

La comprensión de los aspectos básicos de un circuito eléctrico se puede hacer a partir de circuitos tan simples como el de una linterna: las pilas, los conductores, la llave para encenderla y la lámpara corresponden a las partes que tiene cualquier circuito por más complicado que sea. En todo circuito hay partes que le suministra energía, como la pila, hay cables o materiales conductores que pueden ser interrumpidos por mecanismos que actúan como la llave de la linterna y hay partes donde se transforma la energía eléctrica en otras formas de energía, como la lámpara.

Pero para comprender mejor es necesario avanzar un poco más. Para referirse a los circuitos, los técnicos utilizan términos como potencia, amperaje, voltaje y resistencia. Además de entender el significado de estos términos, también se debe ver cómo se relacionan a través de leyes físicas que permiten comprender o diseñar circuitos eléctricos.

### EN ESTE CAPÍTULO...

Se analizarán circuitos eléctricos sencillos con el objetivo de comprender cómo se produce, se transporta y se usa de la energía eléctrica, así como las precauciones que se deben tener para su manipulación y utilización.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C10](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C10)





## Energía eléctrica

En la actualidad, la energía eléctrica ocupa un lugar preponderante en la vida de las personas.

Para disponer de energía eléctrica en las casas, hay centrales que tienen generadores donde se transforma algún otro tipo de energía en eléctrica, que luego es usada en distintas actividades cotidianas. Por ejemplo:

- ▶ en una lámpara, se transforma en luz;
- ▶ en la computadora, se convierte en luz y sonido;
- ▶ en un motor, se transforma en energía cinética;
- ▶ en un radiador eléctrico, se disipa en forma de calor.

Sin embargo, en una casa también podemos encontrar otros artefactos eléctricos que no se enchufan a la red domiciliaria, como una linterna, un reproductor de MP3, una calculadora o un teléfono celular. Algunos de estos aparatos funcionan con la energía contenida en pilas o baterías; otros en cambio lo hacen con energía lumínica, como una calculadora solar.

El uso de la energía eléctrica también impacta en el transporte. Por ejemplo, en la electrificación de los sistemas ferroviarios, y cada vez más en automóviles eléctricos que disminuyen las emisiones al ambiente.

Para funcionar, todos los artefactos eléctricos requieren que la energía eléctrica se transforme en otra forma de energía, como luz, sonido o calor.

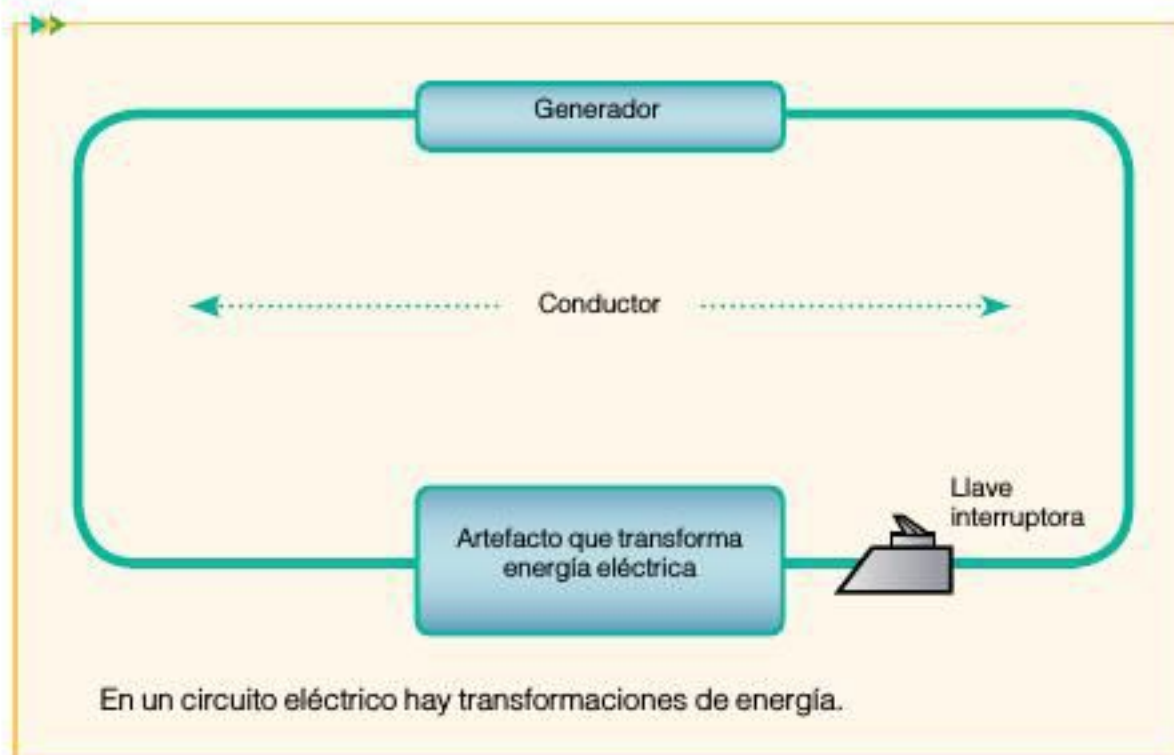
El análisis de un aparato eléctrico permite distinguir los componentes necesarios para su funcionamiento. Estos son:

- ▶ un sistema que transforma alguna otra forma de energía en energía eléctrica, como un generador, un grupo electrógeno o una pila;
- ▶ un sistema que transforma la energía eléctrica en otra forma de energía, como una lámpara, un motor o un equipo de audio;
- ▶ un sistema que permite la circulación de la energía eléctrica desde el generador hasta una lamparita, o un televisor. Este sistema está compuesto por conductores eléctricos, como cables o conectores metálicos.

Los componentes mencionados pueden formar un circuito eléctrico. Un circuito eléctrico puede abrirse o cerrarse mediante llaves interruptoras.



Los autos eléctricos no utilizan combustibles fósiles; esto disminuye significativamente su impacto ambiental.



En un circuito eléctrico hay transformaciones de energía.



## Corriente eléctrica

Al apretar un botón o cerrar una llave, es posible encender una linterna o una lámpara. Pero, ¿qué es lo que ocurre desde el punto de vista eléctrico?

Se puede armar una linterna elemental utilizando una pila, una lamparita y algunos cables. El desafío consiste en encender la lamparita.

Una vez encendida, ¿qué hay que hacer para que se apague? La respuesta a esta pregunta parece obvia pero permite llegar a una primera conclusión importante.

Para que la lamparita se encienda, y por lo tanto la pila le entregue energía, debe existir un circuito que esté cerrado; si este se abre, la lamparita se apaga. Esto permite concluir que la función de las llaves o interruptores, tanto de una linterna como de una habitación, para encender o apagar una luz, es abrir o cerrar el circuito. Para funcionar, es decir, para que se produzca transferencia de energía en un circuito, este debe estar cerrado.

Retomando el ejemplo anterior, el circuito funciona si se sigue el camino desde uno de los extremos de la pila, se recorre el cable metálico (que es conductor), luego la rosca metálica y el filamento de la lamparita (que también son conductores), después se sigue por el otro cable y se termina el recorrido cerrado en la pila. Si alguna parte de este camino se corta porque se desconecta un cable o se rompe el filamento de la lamparita, el circuito deja de funcionar.



Si por alguna razón se abre el circuito, la lámpara se apaga inmediatamente. Cuando una lámpara incandescente se "quema", esto significa que se cortó el filamento, y entonces ya no se puede cerrar el circuito; por este motivo, no enciende más.

### Modelizar lo invisible

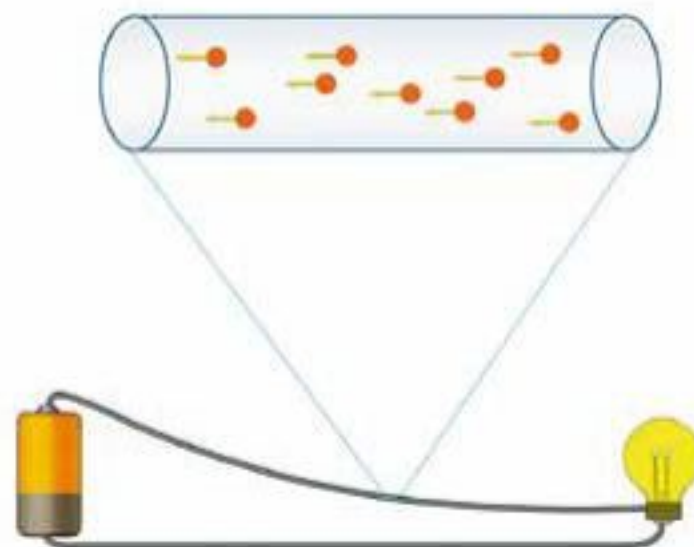
Para explicar qué sucede en un circuito eléctrico constituido por conductores sólidos como los cables, nuevamente resulta de utilidad recurrir a un modelo.

En la página 192 del capítulo anterior, se explicaron algunas de las características de los conductores eléctricos que contienen cargas elementales que se mueven con cierta facilidad.

En el caso de los conductores metálicos, el modelo atómico propone que algunos de los electrones de sus átomos pueden movilizarse. Por eso, la conducción eléctrica en estos materiales se produce por el movimiento electrónico.

Al cerrar el circuito, si hay una fuente que suministre energía como la pila, algunos electrones de los conductores pueden moverse y producir así transferencia de energía. Al abrir el circuito, este proceso cesa instantáneamente.

Como se explicó en el capítulo anterior, cada electrón tiene una carga negativa muy pequeña. En el caso de nuestro ejemplo, al encender la lamparita, por cada sección de un cable pasan más o menos  $2 \cdot 10^{18}$  electrones por segundo; esto equivale a decir que en un segundo pasan 2.000.000.000.000.000.000 de electrones.



Por el interior de un conductor metálico se produce un movimiento de electrones que constituye la corriente eléctrica.



## Conducción en líquidos

¿Se puede hacer un circuito con partes líquidas? Si resultara posible cerrar un circuito con alguna de sus partes en estado líquido, esto significaría que ese líquido es un conductor eléctrico. Para responder esta pregunta les proponemos realizar la siguiente experiencia.

### Necesitarán:

- ▶ una pila;                      ▶ cables;
- ▶ una lamparita;           ▶ sal de mesa (cloruro de sodio);
- ▶ un recipiente que contenga agua destilada.



**Paso 1.** En grupos diseñen un circuito para saber si el agua conduce la electricidad. Realícenlo.

Respondan:

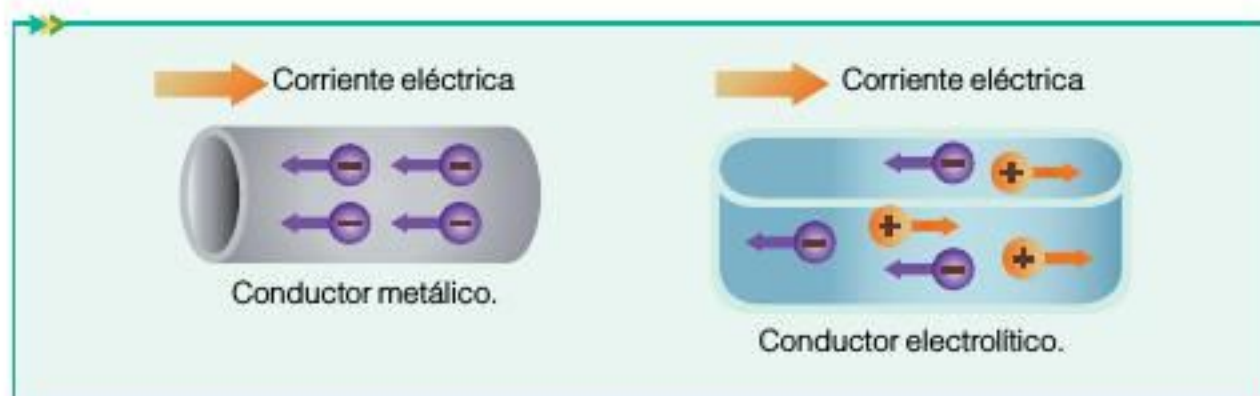
¿Qué pasa con la lamparita al cerrarlo?

Repitan el paso 1, pero agreguen algo de sal al agua destilada. ¿Qué cambio se produce?

Al incorporar el cloruro de sodio al agua, esta sal se ioniza, es decir, se producen iones que se pueden movilizar, convirtiendo la solución en un conductor de la electricidad.

Los líquidos que contienen iones se llaman conductores electrolíticos. En estos conductores hay iones positivos y negativos móviles; en cambio, en los conductores metálicos, solo se mueven los electrones (que tienen carga negativa).

La producción de los rayos y relámpagos, que son pasajes de cargas eléctricas por el aire, indican claramente que los gases ionizados también conducen.



### Sentido de la corriente eléctrica

Se denomina **corriente eléctrica** al movimiento ordenado de cargas eléctricas cuando un circuito está cerrado.

En las figuras se ve que según el signo de las cargas móviles puede ocurrir que la corriente se traslade en un sentido, como en el caso de los metales, o en ambos, como ocurre en los electrolitos o los gases ionizados (llamados plasma).

Los primeros estudios sobre este tema se hicieron hacia el año 1800, época en la que aún no se había planteado el modelo electrónico. Se propuso, entonces, que el sentido de la corriente eléctrica era el que correspondía al de los iones positivos, que se denominó sentido convencional de la corriente.

En los metales, los electrones se mueven en el sentido opuesto al convencional.

Esto no genera ningún problema, ya que una carga negativa que se mueve en algún sentido es equivalente a una positiva que lo hace en sentido opuesto.



## Intensidad de la corriente eléctrica

La corriente eléctrica que circula por el cable de una radio encendida es diferente de la que circula en el cable de una plancha. También, el rendimiento del filamento de la lamparita de una linterna alimentada por pilas varía si estas son nuevas o están gastadas.

La magnitud que se utiliza para medir la corriente eléctrica se llama intensidad y está relacionada con la forma en que se mueven las cargas por los conductores.

Supongamos que fuera posible ver un cable conductor ampliado por el que circula corriente eléctrica. Una superficie perpendicular al movimiento de las cargas, como la indicada en la figura 1, es atravesada por más o menos cargas por segundo, lo que hace que la corriente sea más o menos intensa. Cuantas más cargas por segundo atraviesen cada sección como la marcada en un conductor, mayor será la intensidad de la corriente.

A partir de este hecho se define la intensidad de la corriente eléctrica como el cociente entre la carga que atraviesa esa sección de un conductor y el tiempo que tarda en hacerlo.

$$\text{Intensidad de corriente eléctrica} = \frac{\text{carga eléctrica}}{\text{tiempo}}$$

Por ejemplo, si la superficie de la figura 1 es atravesada por una carga de 8 coulomb en 2 segundos, la intensidad de la corriente se calcula:

$$\text{Intensidad} = \frac{8 \text{ C}}{2 \text{ s}} = \frac{4 \text{ C}}{\text{s}}$$

En ese conductor, cada sección es atravesada por 4 coulomb de carga en cada segundo.

Esta unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica se llama ampere, cuyo símbolo es A. En el ejemplo anterior, la intensidad de corriente es de 4 ampere.

El instrumento que se utiliza para medir la intensidad de corriente eléctrica se llama amperímetro y para utilizarlo hay que abrir el circuito y colocarlo de tal manera que sea atravesado por la corriente que se quiere medir.

### Corriente continua y alterna

La corriente eléctrica puede ir siempre en un mismo sentido o no. Si sucede lo primero, se dice que por el conductor circula corriente continua. Es lo que se encuentra, por ejemplo, en el circuito de una linterna formado por una o más pilas, una lamparita, un conductor y un interruptor.

En cambio, cuando en un circuito la corriente eléctrica cambia de sentido, es decir recorre un cable de un extremo A al otro extremo B, luego de B hacia A y luego cambia de A hacia B y así continuamente, se dice que es corriente alterna.

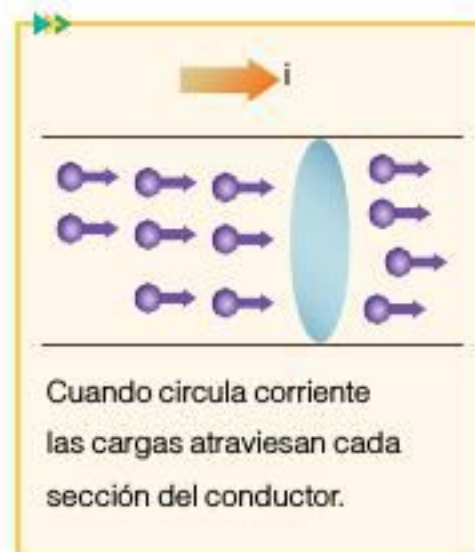


Figura 1.



El amperímetro es un instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente.

### El ampere y los submúltiplos

Una intensidad de un ampere corresponde al pasaje de un coulomb por segundo a través de la sección del conductor.

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

Para medir intensidades menores se utilizan submúltiplos: el miliampere (mA), y el microampere ( $\mu\text{A}$ );

$$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A} = 10^{-3} \text{ A},$$

$$1 \mu\text{A} = 0,000001 \text{ A} = 10^{-6} \text{ A}.$$



## Efectos de la corriente eléctrica

Debido a que la corriente eléctrica provoca algunos fenómenos en el circuito y sus alrededores, es posible inferir su existencia aunque no se pueda observar que los electrones están en movimiento. Estas manifestaciones se conocen con el nombre de efectos de la corriente eléctrica.

Algunos de estos se observan fácilmente a través de experiencias sencillas.

### Transformación de energía eléctrica en calor o efecto calórico

Si se toma una pila y se coloca un alambre delgado de cobre entre sus extremos, se puede notar que aumenta su temperatura. Para sentirlo, se puede tocar el alambre con la piel del brazo.

El fenómeno consiste en la transformación de energía eléctrica en energía interna del conductor metálico, con lo que aumenta su temperatura. Esta manifestación de la energía se aprovecha en diversos artefactos, por ejemplo, en la tostadora de pan, el calentador eléctrico de inmersión o la plancha.

En otras ocasiones, este fenómeno es indeseado, como cuando se calienta el monitor de una computadora o una bombilla eléctrica. Además de la incomodidad del aumento de temperatura, parte de la energía eléctrica se transforma en una forma de energía que no es utilizable y se desaprovecha.

Por otra parte, si los cables de un circuito eléctrico aumentan la temperatura de manera excesiva, pueden fundirse y provocar la apertura del circuito y, eventualmente, un incendio.

### Transformación de energía eléctrica en luz o efecto luminoso

Cuando un metal aumenta mucho su temperatura puede emitir luz. Este fenómeno se ve, por ejemplo, en estufas o en el filamento de las lámparas incandescentes que se están dejando de usar, y están siendo reemplazadas por las de bajo consumo.

### Efecto químico

Si se dispone un recipiente con una solución en su interior y se sumergen en ella dos electrodos conectados a una fuente, se produce una corriente eléctrica dentro de dicha solución. El electrodo conectado a mayor potencial recibe el nombre de ánodo, y habitualmente es llamado positivo; el electrodo conectado a menor potencial se denomina cátodo, llamado también negativo. Los iones positivos de la solución se dirigen al cátodo, y los negativos al ánodo. En los electrodos se producen reacciones que dependen del tipo de solución y su material.

En la página 182 del capítulo 8 se describe, por ejemplo, el proceso de galvanoplastia, que utiliza este efecto para cubrir metales con zinc. Este método también se utiliza para la obtención de aluminio a partir del mineral.



Las estufas eléctricas con resistencias metálicas que emiten luz al calentarse debido a la circulación de corriente eléctrica.

### Efecto magnético

Como vimos en el capítulo 9 (página 208), un conductor eléctrico por el que circula una corriente genera a su alrededor un campo magnético.





## Diferencia de potencial y fuerza electromotriz

Algunos artefactos eléctricos tienen un selector de voltaje, que consiste en una llave que permite utilizar el artefacto conectado a 110 V o 220 V.

La letra V es el símbolo de volt, la unidad de medida que caracteriza la fuente de energía a la cual debe conectarse el artefacto.

Para comprender el significado del término voltaje o tensión (como lo llaman los técnicos), o diferencia de potencial (como se denomina a esta magnitud en Física), se puede analizar lo que ocurre en un conductor por el que circula una corriente.

En la figura 1 pueden observar un tramo de circuito por el que circula una corriente eléctrica. Al analizarlo se puede concluir que:

- ▶ Cuando las cargas pasan desde A hasta B se desprende energía en forma de calor. Como vimos en la página anterior, existe un efecto térmico de la corriente eléctrica.

- ▶ Debido a que la energía se conserva, se puede decir que el calor disipado proviene de la energía perdida por las cargas cuando estas pasan desde A hasta B. Por ejemplo, si se disiparon 20 joule de calor, es posible determinar que en ese lapso tiempo la carga que pasó desde A hasta B "perdió" 20 joule.

- ▶ Cuando la corriente eléctrica circula, cada carga que se mueve en un cable va perdiendo energía potencial como una bolita que cae por una barranca.

Todo esto permite definir la magnitud llamada diferencia de potencial entre dos puntos, como el A y el B, de la siguiente manera:

$$\text{Diferencia de potencial entre A y B} = \frac{\text{energía}}{\text{carga}}$$

Por ejemplo, si al pasar desde A hasta B una carga total de 2 coulomb se han intercambiado 20 joule, la diferencia de potencial entre esos puntos vale:

$$\text{Diferencia de potencial entre A y B} = \frac{20 \text{ joule}}{2 \text{ coulomb}} = \frac{10 \text{ joule}}{\text{coulomb}}$$

La unidad joule dividido coulomb se llama volt y de allí el nombre que le dan los técnicos a esta magnitud: **voltaje**.

En el ejemplo anterior, la diferencia de potencial vale 10 volt, lo que significa que por cada carga de 1 coulomb que pase desde A hasta B, el circuito entrega 10 joule en forma de calor.

Para que un circuito funcione debe tener alguna/s parte/s –por ejemplo, pilas, baterías o enchufes– en las que alguna forma de energía no eléctrica se transforme en energía eléctrica. Esas partes se llaman **fuentes** y se caracterizan por mantener una diferencia de potencial casi constante entre dos de sus puntos. El valor de ese voltaje se llama **fuerza electromotriz**.

En las pilas, el valor de la fuerza electromotriz depende de su composición química. Por ejemplo, las pilas llamadas AA tienen una fuerza electromotriz de 1,5 volt.

Los fabricantes de pilas colocan un signo (+) en el punto de mayor potencial y uno (–) en el de menor potencial.



Algunos aparatos eléctricos pueden conectarse a 110 V o 220 V.

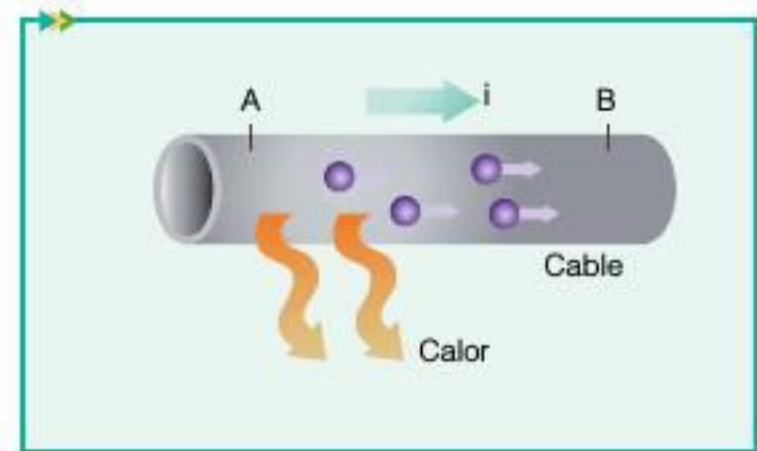
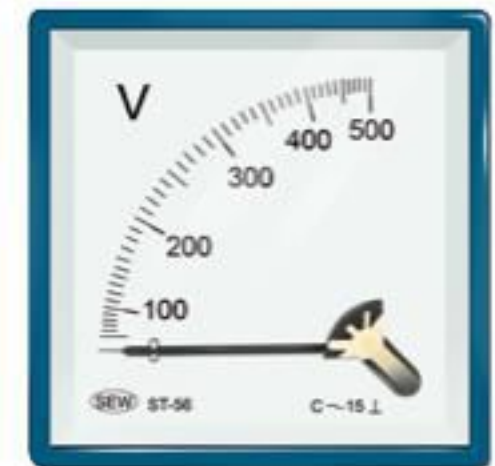
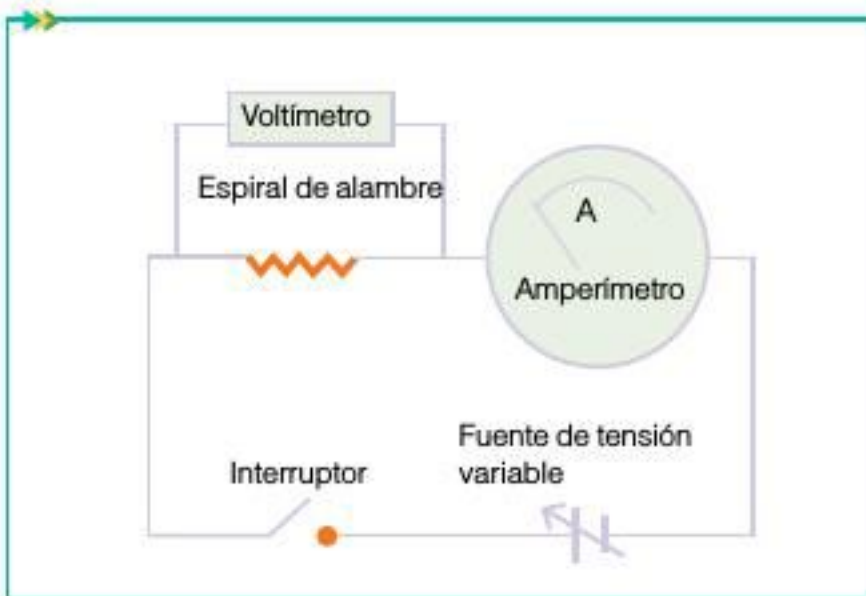


Figura 1.



La diferencia de potencial se mide con un instrumento llamado voltímetro.





Un circuito sencillo permite explorar la relación entre la intensidad de corriente y la diferencia de potencial.

## Ley de Ohm

Hemos visto que con una pila, una lamparita para linterna y unos cables, se puede armar un circuito eléctrico sencillo. Si se reemplaza la pila por dos pilas colocadas en un portapilas, el brillo de la lámpara será mayor.

La producción de mayor brillo permite pensar que existe alguna relación entre la fuerza electromotriz de las pilas y la corriente eléctrica que circula por la lámpara.

Para conocer la dependencia entre dichas variables, se puede construir un circuito cuya fuente de energía sea una fuente de tensión variable. Así, al girar

una perilla se puede modificar su diferencia de potencial, por ejemplo, en forma continua de 0 a 10 volt. Para completarlo, se deben conectar a la fuente los demás componentes del circuito: una espiral de alambre, un interruptor, cables de conexión, un amperímetro y un voltímetro.

Si se cierra la llave del circuito y se miden los valores que marcan el voltímetro [ $V_1$ ] y el amperímetro [ $i_1$ ], el valor  $V$  medido con el voltímetro resulta la diferencia de potencial entre los extremos de la espiral de alambre, y el valor de  $i$  es la intensidad de corriente que circula por ella.

Si se modifica la fuerza electromotriz de la fuente, los valores del voltímetro y del amperímetro también se modificarán. Los valores no cambian de manera arbitraria, sino que se mantiene constante el cociente entre ellos. En símbolos, esto se expresa:

$$\frac{V_1}{i_1} = \frac{V_2}{i_2} = \frac{V_3}{i_3} = \text{constante}$$

Por ejemplo, se podría dar la siguiente situación:

$$\frac{2\text{ V}}{0,1\text{ A}} = \frac{4\text{ V}}{0,2\text{ A}} = \frac{6\text{ V}}{0,3\text{ A}} = 20\text{ V/A}$$

Si se cambia la espiral de alambre por otra y se reitera la experiencia, nuevamente se obtiene un cociente constante, aunque es muy probable que el valor de esta nueva constante sea diferente del caso previo. Por ejemplo, se podrían obtener los siguientes valores:

$$\frac{2\text{ V}}{0,2\text{ A}} = \frac{4\text{ V}}{0,4\text{ A}} = \frac{6\text{ V}}{0,6\text{ A}} = 10\text{ V/A}$$

De acuerdo con estos resultados, se puede establecer la siguiente relación que se conoce con el nombre de **Ley de Ohm**:

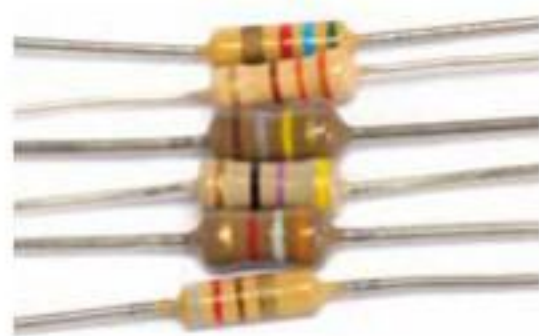
*La intensidad de corriente que circula por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre sus extremos.*

La constante de proporcionalidad es la resistencia  $R$  del conductor. En símbolos, esto se expresa:

$$\frac{V}{i} = R \text{ o también } V = i \cdot R$$

## Código de color en la resistencia

Las resistencias comerciales que se utilizan en circuitos electrónicos, como el de una radio, son pequeños cilindros que tienen bandas de colores.



Cada banda de color corresponde a un valor de resistencia. Por ejemplo, si la primera es marrón, la segunda línea verde y la tercera roja, la resistencia es de  $1.500\Omega$ .



La unidad de resistencia es:

$$[R] = \frac{[V]}{[i]} = \frac{\text{volt}}{\text{ampere}} = \text{ohm}$$

El símbolo de ohm es  $\Omega$  (la letra griega omega mayúscula).

Todos los artefactos eléctricos tienen alguna resistencia eléctrica. Los cables de conducción tienen resistencias muy bajas; en la situación ideal se puede suponer que tienen resistencia cero.

La resistencia eléctrica depende del material y de las dimensiones del conductor. Para dos cables metálicos de igual grosor y longitud, tiene mayor resistencia uno de tungsteno que uno de plata. Para un mismo cable, la resistencia es proporcional a su longitud, es decir que un cable de cobre de 2 metros tiene el doble de resistencia que uno de 1 metro.

El conocimiento de la resistencia es importante para predecir qué intensidad de corriente circulará por un artefacto cuando se lo conecta a determinada diferencia de potencial. Por ejemplo, en un circuito domiciliario circula más corriente por una plancha que por un velador, y esta es la causa por la cual los cables y enchufes de ambos artefactos son diferentes.

### Problema 1

Para verificar la Ley de Ohm en un alambre se utilizó un circuito como el de la página anterior. Inicialmente se hizo pasar una intensidad de corriente muy baja. Luego, esta se fue aumentando y se obtuvieron los valores de la tabla.

V (volt)	2,5	4	7	12
I (mA)	25	20	35	60

Recuerden que un milampere (mA) es la milésima parte del ampere.  $1\text{A} = 0,001\text{ mA}$

- Analicen si se verifica la Ley de Ohm y calculen la resistencia.
- ¿Cuánto marcaría el voltímetro si por la resistencia se hiciera pasar una corriente de intensidad de 25 mA?

### Solución

- Para verificar la ley de Ohm los cocientes  $\frac{V}{I}$  deben ser iguales en cada caso.

En esta situación aparece algo raro. El primer cociente:

$$\frac{2,5\text{ V}}{(0,025\text{ A})} = 100\ \Omega$$

Sin embargo todos los demás cocientes, como es de esperar en un alambre que cumple con la ley de Ohm dan otro valor:

$$\frac{(4\text{ V})}{(0,02\text{ A})} = \frac{(7\text{ V})}{0,035\text{ A}} = \frac{12\text{ V}}{0,060\text{ A}} = 200\ \Omega$$

Es decir que a muy baja corriente la resistencia dio un valor de  $100\ \Omega$  y luego mantuvo constante su valor en  $200\ \Omega$ , es decir que verificó la ley de Ohm.

Lo que ha ocurrido es que la resistencia aumenta al aumentar la temperatura. Al principio el conductor tenía baja temperatura. Al pasar más corriente eléctrica llegó aun a temperatura mayor constante y en ese rango cumple con la ley de Ohm.

- Cuando la intensidad de corriente es de 0,025 A el voltímetro marcará lo siguiente:

$$V = 200\ \Omega \cdot 0,025\text{ A} = 5\text{ volt.}$$

### Símbolos para los componentes de un circuito

Los componentes de un circuito eléctrico se representan con símbolos.

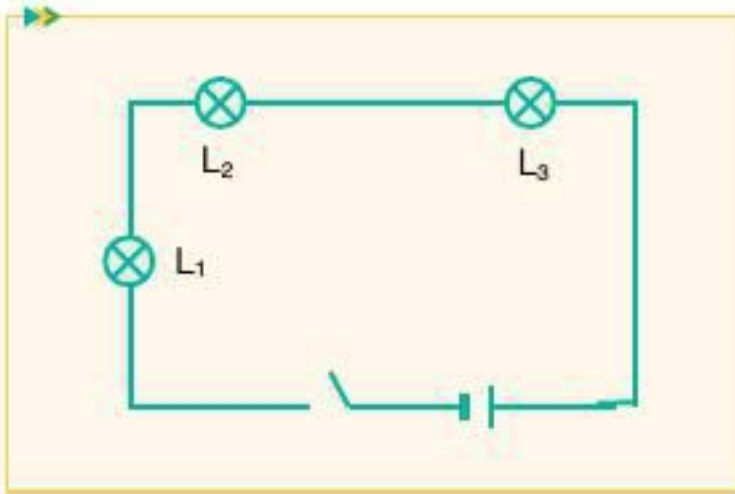
Generador de corriente continua	
Cables	
Lámpara	
Interruptor	
Resistencia	
Amperímetro	
Voltímetro	



## Conexión de resistencias

La mayoría de los circuitos eléctricos están formados por más de una resistencia. Como ejemplo, es suficiente pensar qué ocurre en una vivienda donde hay varios artefactos conectados que pueden estar funcionando simultáneamente o no.

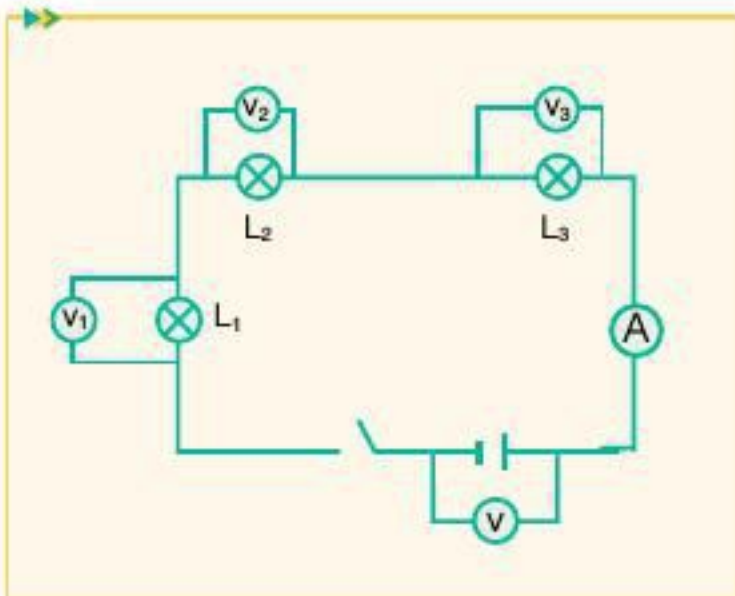
Hay dos maneras básicas de conectar las resistencias: en serie o en paralelo.



### Conexión de resistencias en serie

Analicen el siguiente circuito formado por tres lámparas y un generador.

Al cerrar la llave interruptora, se encienden las tres lámparas simultáneamente. Las cargas eléctricas, que se mueven debido a la fuerza electromotriz del generador, tienen un único camino para desplazarse y entonces atraviesan las tres lámparas. Para cada lámpara, la cantidad de carga que pasa por unidad de tiempo es la misma. En otras palabras, por cada una de ellas circula la misma intensidad de corriente. Si alguna de las lámparas se quema, el circuito se abre y deja de circular la corriente.



### Propiedades de las resistencias en serie

Si se colocan cuatro voltímetros, de manera que tres de ellos midan la diferencia de potencial entre los extremos de cada lámpara y el otro mida la fuerza electromotriz del generador, se observa que:

- ▶ la intensidad de corriente que marca el amperímetro no depende de dónde se lo coloque, es decir, marcaría lo mismo conectado en cualquier posición. En los **circuitos en serie**, la intensidad de corriente es única;
- ▶ la indicación del voltímetro conectado a la fuente es igual a la suma de lo que indican los otros tres instrumentos conectados a cada lámpara.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Si se reemplazan  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$  por la relación entre la corriente y el valor de cada resistencia según la expresión de la Ley de Ohm, se obtiene:

$$\begin{aligned} V &= i \cdot R_1 + i \cdot R_2 + i \cdot R_3 \\ V &= i \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \end{aligned} \quad [1]$$

La expresión [1] significa que la intensidad de corriente que circula por el circuito es la misma que circularía por otro circuito eléctrico formado por una única resistencia cuyo valor fuera  $R_s = R_1 + R_2 + R_3$ . En símbolos esto se expresa:

$$V = i \cdot R_s$$

El valor de  $R_s$  se denomina **resistencia equivalente**. Si hay una cantidad  $n$  de resistencias conectadas en serie, la resistencia equivalente es:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n$$



## Problema 2

1. En la figura 1 se representa un circuito eléctrico formado por dos resistencias  $R_1 = 3 \, \Omega$  y  $R_2 = 5 \, \Omega$ , conectadas a una fuente de 12 V.

Cuando se cierra la llave:

- ¿Cuánto marcará cada amperímetro?
- ¿Cuánto medirá cada voltímetro?

## Solución

a) Las resistencias están conectadas en serie, por lo cual las indicaciones de los amperímetros son iguales.

Para calcular el valor, hay que considerar otro circuito equivalente (figura 2) formado por una sola resistencia, donde  $R(s)$  es la resistencia equivalente de  $R_1$  y  $R_2$ .

En este caso:

$$R(s) = R_1 + R_2 = 8 \, \Omega.$$

En el nuevo circuito, la intensidad de corriente se puede calcular utilizando la expresión de la Ley de Ohm:

$$V = i \cdot R \rightarrow 12 \, \text{V} = i \cdot 8 \, \Omega \quad \rightarrow \quad i = \frac{12 \, \text{V}}{8 \, \Omega}$$

$$i = 1,5 \, \text{A}$$

Entonces, cada amperímetro marca 1,5 A.

b) Para calcular cuánto marca cada voltímetro se emplea la Ley de Ohm.

$$V = i \cdot R \rightarrow V_1 = 1,5 \, \text{A} \times 3 \, \Omega = 4,5 \, \text{V}$$

$$V_2 = 1,5 \, \text{A} \times 5 \, \Omega = 7,5 \, \text{V}$$

La suma de  $V_1 + V_2 = 12 \, \text{V}$  es la fuerza electromotriz de la fuente.

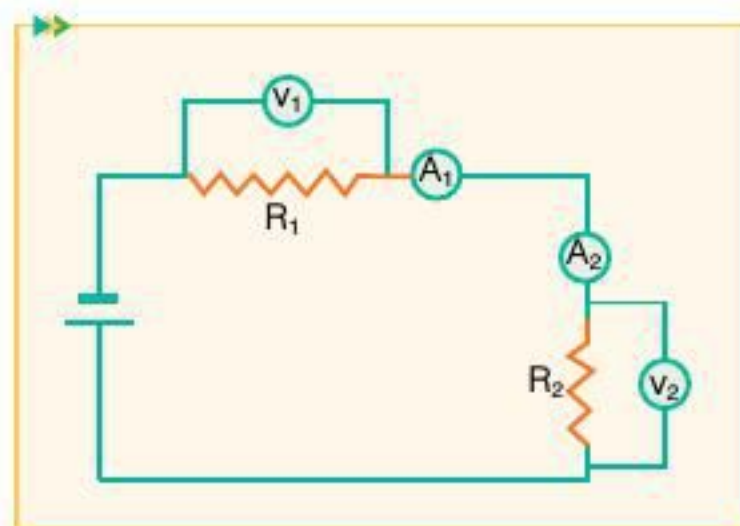


Figura 1.

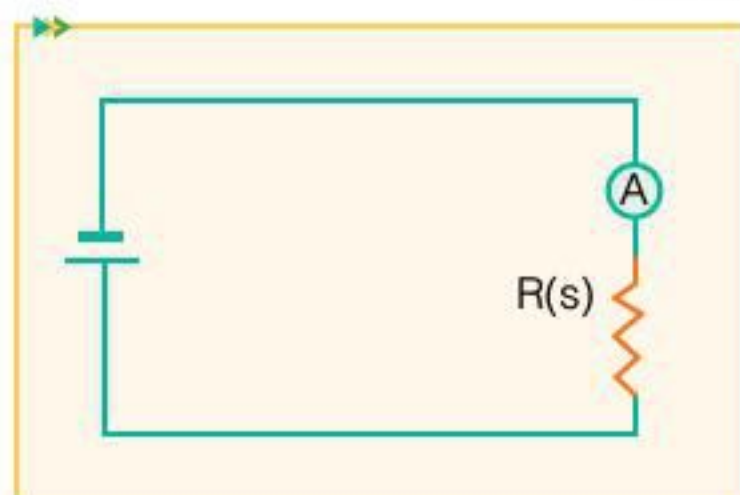


Figura 2.

## Actividades

- ¿Por qué no es una buena idea conectar todas las lámparas en serie para iluminar una casa?
- La guirnalda de un árbol de navidad está formada por 20 lámparas iguales conectadas en serie. La resistencia de cada una de ellas es de  $22 \, \Omega$ .
  - ¿Cuánto vale la intensidad de la corriente por la guirnalda cuando se la conecta a una fuerza electromotriz de 220 volt?
  - ¿Cuánto indicaría un voltímetro conectado a una de las lámparas?





### Conexión de resistencias en paralelo

Veamos un circuito formado por un generador y dos lámparas (figura 3).

Al cerrar la llave interruptora 1, la lámpara  $L_1$  queda conectada con el generador y circula corriente eléctrica por ella. La lámpara  $L_1$  permanece encendida.

Sin embargo, si se mantiene la llave 2 abierta, la lámpara  $L_2$  permanece apagada.

Una situación similar se produce cuando se conecta la llave 2 pero no la 1. En este tipo de circuitos, el encendido de cada lámpara es independiente. Ambas están conectadas al mismo generador, es decir, a la misma diferencia de potencial. Esta conexión se llama **en paralelo**.

Las corrientes que circulan por elementos conectados en paralelo, por lo general son diferentes y dependen del valor de la resistencia de cada lámpara. En este tipo de circuitos:

- La indicación de voltímetros conectados entre los extremos de cada una de las lámparas es la misma. Dos o más resistencias están conectadas en paralelo cuando entre sus extremos se aplica la misma diferencia de potencial.

- La indicación del amperímetro  $A$  conectado en serie con la fuente es igual a la suma de las intensidades que marcan los amperímetros  $A_1$  y  $A_2$  en serie con cada resistencia.

Si se colocan dos voltímetros y tres amperímetros, para medir la diferencia de potencial entre los extremos de cada lámpara y la intensidad de corriente que circula por ellas y por el generador, se observa:

$$i = i_1 + i_2 \quad [1]$$

Este es el resultado esperado si se piensa en el concepto de corriente eléctrica, es decir, considerando que las cargas eléctricas se mueven por el conductor. La cantidad de carga eléctrica se bifurca al recorrer cada parte del circuito cuando las llaves 1 y 2 permanecen cerradas.

Si se reemplaza en la expresión [1] el valor de  $i$  por la expresión obtenida en la Ley de Ohm, resulta:

$$i = i_1 + i_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{V}{R_p} \quad [2]$$

La expresión [2] indica que la intensidad de corriente que marca el amperímetro  $i$  es la misma que circularía por otro circuito formado por una única resistencia y el mismo generador, siempre y cuando la resistencia se calcule de la siguiente manera:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

El valor de  $R_p$  se denomina **resistencia equivalente en paralelo**.

Si se conectan  $n$  resistencias en paralelo, la resistencia equivalente es:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

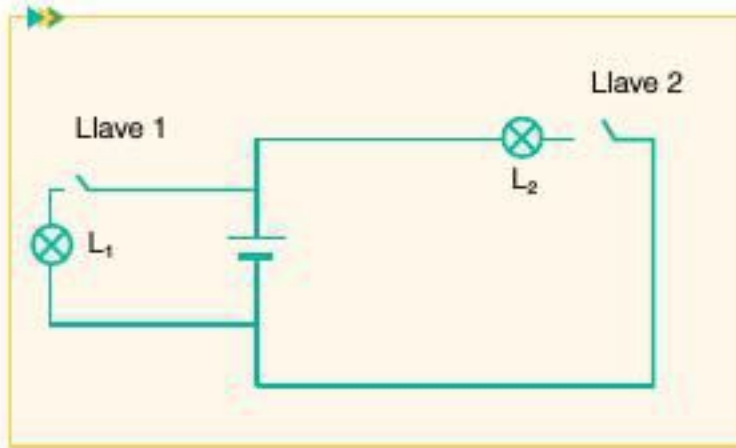
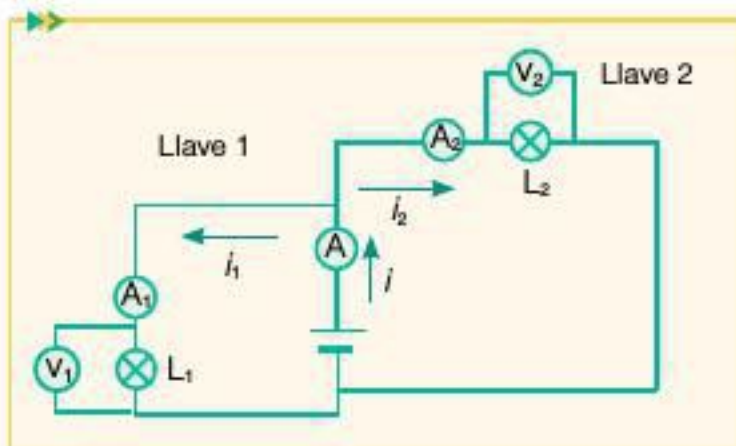


Figura 3.





## Circuito mixto

Si un circuito tiene algunos componentes resistivos en serie, y otros en paralelo, se denomina **circuito mixto**. Para hallar un circuito equivalente formado por una sola resistencia, hay que resolver el circuito por partes, considerando por un lado las resistencias conectadas en serie y, por otro, las conectadas en paralelo.

Veamos un ejemplo:

En el circuito de la figura 4,  $R_2$  y  $R_3$  están conectadas en serie. Entonces, la intensidad de corriente que circula por  $R_2$  es la misma que circula por  $R_3$ .

A su vez el conjunto está conectado en paralelo con  $R_1$ , porque el conjunto  $R_2$ – $R_3$  está conectado al mismo generador que  $R_1$ .

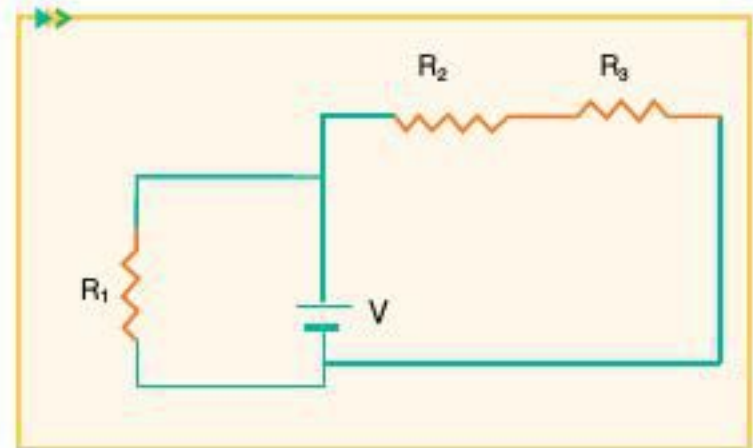


Figura 4.

### Problema 3

En la figura 5 se representa un circuito eléctrico formado por tres resistencias  $R_1 = 20 \, \Omega$ ;  $R_2 = 30 \, \Omega$  y  $R_3 = 60 \, \Omega$  conectadas como se indica.

- Dibujen un circuito equivalente al de la figura pero con una sola resistencia. ¿Qué valor tendría la resistencia?
- ¿Cuánto marca cada amperímetro si el generador tiene una fuerza electromotriz de  $24 \, \text{V}$ ?
- ¿Qué intensidad de corriente circula por el generador?

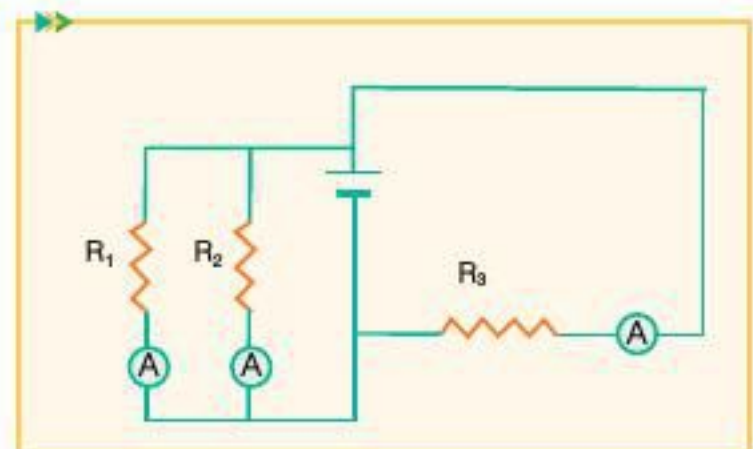


Figura 5.

### Solución

- Dado que las tres resistencias se encuentran conectadas en paralelo, el valor equivalente se obtiene de:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{20 \, \Omega} + \frac{1}{30 \, \Omega} + \frac{1}{60 \, \Omega} \rightarrow \frac{1}{R_P} = \frac{1}{10 \, \Omega} \rightarrow R_P = 10 \, \Omega$$

- Cada resistencia está conectada en forma independiente una de otra al mismo generador. Entonces, utilizando la Ley de Ohm ( $i = \frac{V}{R}$ ) se puede calcular la indicación de los amperímetros:

$$i_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{24 \, \text{V}}{20 \, \Omega} = 1,2 \, \text{A} \quad i_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{24 \, \text{V}}{30 \, \Omega} = 0,8 \, \text{A} \quad i_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{24 \, \text{V}}{60 \, \Omega} = 0,4 \, \text{A}$$

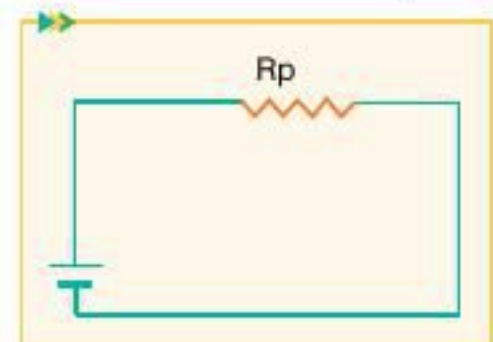
- La intensidad de corriente que circula por el generador es la suma de las intensidades que atraviesa cada resistencia:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 = 1,2 \, \text{A} + 0,8 \, \text{A} + 0,4 \, \text{A} = 2,4 \, \text{A}$$

El mismo resultado se hubiese obtenido considerando el circuito equivalente formado por una única resistencia de  $10 \, \Omega$ .

De la Ley de Ohm:

$$V = i \cdot R \rightarrow i = \frac{V}{R} = \frac{24 \, \text{V}}{10 \, \Omega} = 2,4 \, \text{A}$$





## Circuitos con lamparitas

Con algunos elementos conocidos les proponemos reproducir circuitos simples para realizar algunas pruebas, y sacar conclusiones a partir de estas. En cada situación, deberán confeccionar un dibujo detallado que ilustre lo que hicieron.

### Necesitarán:

- ▶ tres lámparas de linterna;
- ▶ tres portalámparas de linterna;
- ▶ dos pilas tipo AA;
- ▶ varios cables.



### Actividad 1

#### Encendido de una sola lámpara

**Paso 1.** Tomen una lámpara. Sin usar portalámparas, enciéndanla con una pila y un solo cable.

**Paso 2.** Enciendan la lámpara anterior mediante dos cables, colocando uno en cada extremo de la pila.

**Paso 3.** Esquematicen el circuito utilizado con los símbolos explicados en la página 225.

Respondan:

¿Qué similitudes y diferencias hay entre las dos formas utilizadas para encender la lámpara?

¿En qué partes de la lámpara hay que colocar los cables para que esta se encienda?

¿Cómo suponen que circula la corriente por el interior de la lámpara?

### Actividad 2

#### Conexión de las lámparas en serie y en paralelo

Para esta actividad deberán anticipar qué va a ocurrir con el brillo de las lámparas antes de cerrar cada circuito.

**Paso 1.** Conecten las tres lámparas en serie y el conjunto a dos pilas colocadas una a continuación de la otra como ocurre dentro de una linterna. Una vez encendidas desenrosquen una de ellas ¿Qué pasa con el brillo de las otras? ¿Cómo lo explican?

**Paso 2.** Conecten las tres lámparas en paralelo entre sí y el conjunto con una pila. Una vez encendidas desenrosquen una de las lámparas. ¿Qué ocurre con el brillo de las otras? ¿Cómo se explica lo ocurrido?

### Actividad 3

#### Conexión mixta con las lámparas

**Paso 1.** Conecten dos lámparas en paralelo entre sí y este conjunto en serie con la tercera. Luego conecten el grupo de lámparas con la pila, de tal manera que se enciendan.

**Paso 2.** Esquematicen el circuito utilizado con los símbolos explicados en la página 225.

Respondan:

¿Cómo son los brillos de las tres lámparas entre sí?

¿Qué ocurre con el brillo de las otras lámparas si desenroscan una que está en paralelo? ¿Qué ocurre con el brillo de las otras lámparas si desenroscan la que está en serie?



En esta página encontrarán un simulador para ensayar otros circuitos (que incluso pueden tener otros componentes): <http://phet.colorado.edu/es/simulation/circuit-construction-kit-ac>



## Potencia eléctrica

Las lámparas incandescentes que se conectan a 220 V se clasifican según su potencia en valores de 40, 60 o 100 Watt. Al utilizarlas, se puede apreciar una diferencia notable en la iluminación que producen. A igual distancia, una lámpara de 100 W ilumina más que otra de 40 W.

Como se indicó en la página 52, la unidad watt (W) se utiliza para la magnitud potencia. La potencia está relacionada con la cantidad de energía que se transforma en la unidad de tiempo. En símbolos, esto se expresa:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{energía que se transforma}}{\text{tiempo}} \quad [1]$$

Es decir, que en el mismo tiempo, cuanto mayor sea la potencia, mayor el gasto energético. Las lámparas incandescentes se han remplazado por las de bajo consumo, ya que con menor potencia estas últimas iluminan lo mismo que una incandescente.

Los aparatos eléctricos tienen indicada su potencia, de tal manera que a partir de la expresión [1] se puede calcular la energía transformada por ellos multiplicando su potencia por el tiempo en que funcionan. La unidad utilizada suele ser el kilowatt por hora (KWh), como se indica en la página 52.

$$\text{Energía que se transforma} = \text{potencia} \times \text{tiempo}$$

Así, para una lámpara de 60 W que funciona durante 2 horas:

$$E = 60 \text{ W} \times 2 \text{ h} = 120 \text{ Wh} = 0,120 \text{ kWh}$$

Una de bajo consumo de 12 W que ilumina lo mismo, gasta 5 veces menos:

$$E = 12 \text{ W} \cdot 2 \text{ h} = 24 \text{ Wh} = 0,024 \text{ kWh}$$

### Efecto Joule

Algunos aparatos, como la plancha, funcionan en base a la energía que se disipa en forma de calor. Pero los aparatos no diseñados especialmente para calentar también disipan calor, lo que puede dañar sus circuitos si no se refrigeran adecuadamente, como ocurre con las computadoras.

La circulación de corriente por una resistencia (como las piezas metálicas que tienen los aparatos eléctricos) produce la disipación de energía en forma de calor. Este fenómeno se denomina **efecto Joule**.

En general se puede calcular la potencia intercambiada en alguna parte de un circuito eléctrico a partir de la diferencia de potencial entre sus extremos y la intensidad de corriente que circula por él.

$$\text{Potencia} = V \cdot i$$

Por ejemplo una plancha conectada a 220 volt por la que circula una intensidad de 3 ampere disipa una potencia:

$$\text{Potencia} = 220 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = 660 \text{ W}$$

La plancha está disipando en forma de calor 660 joule por segundo.

En el caso particular del efecto Joule, la potencia disipada en una resistencia también se puede calcular a partir del valor de la resistencia y la intensidad de la corriente a partir de la expresión:

$$\text{Potencia} = R \cdot i^2$$

### Peligro de incendio

La potencia disipada en forma de calor por un cable se calcula por la expresión  $\text{Potencia} = R \cdot i^2$ , es decir que un cable de  $10 \Omega$  recorrido por una corriente de 1 A disipa 10 W. Si la corriente sube a 2A serán 40 W, y si sigue aumentando hasta 4 A se llega a 160 W. El cable, si no puede disipar esa cantidad de calor, comienza a aumentar su temperatura y puede producir, como en el caso de los cortocircuitos, el incendio del aislante que rodea a la parte metálica y de cuerpos cercanos.



## Circuito eléctrico domiciliario

Los circuitos eléctricos de las viviendas presentan características particulares.

La compañía eléctrica coloca en la entrada de la vivienda dos cables que suministran una diferencia de potencial que tiene un valor efectivo de 220 V. Uno de los cables es el llamado polo vivo o cable activo, y es el que realmente está electrizado. El otro cable es el polo neutro.

Si se toca el polo vivo o ambos cables simultáneamente, hay un serio riesgo

de sufrir una descarga eléctrica. El peligro de electrocución no existe solo si se toca el polo neutro.

La corriente que circula es alterna, con una frecuencia de 50 Hz. Esto significa que, en el cable, el sentido de la corriente cambia 50 veces por segundo.

Los artefactos están conectados en paralelo, todos a 220 V, y una llave interruptora permite cerrar parte del circuito para que circule corriente eléctrica a través de ellos.

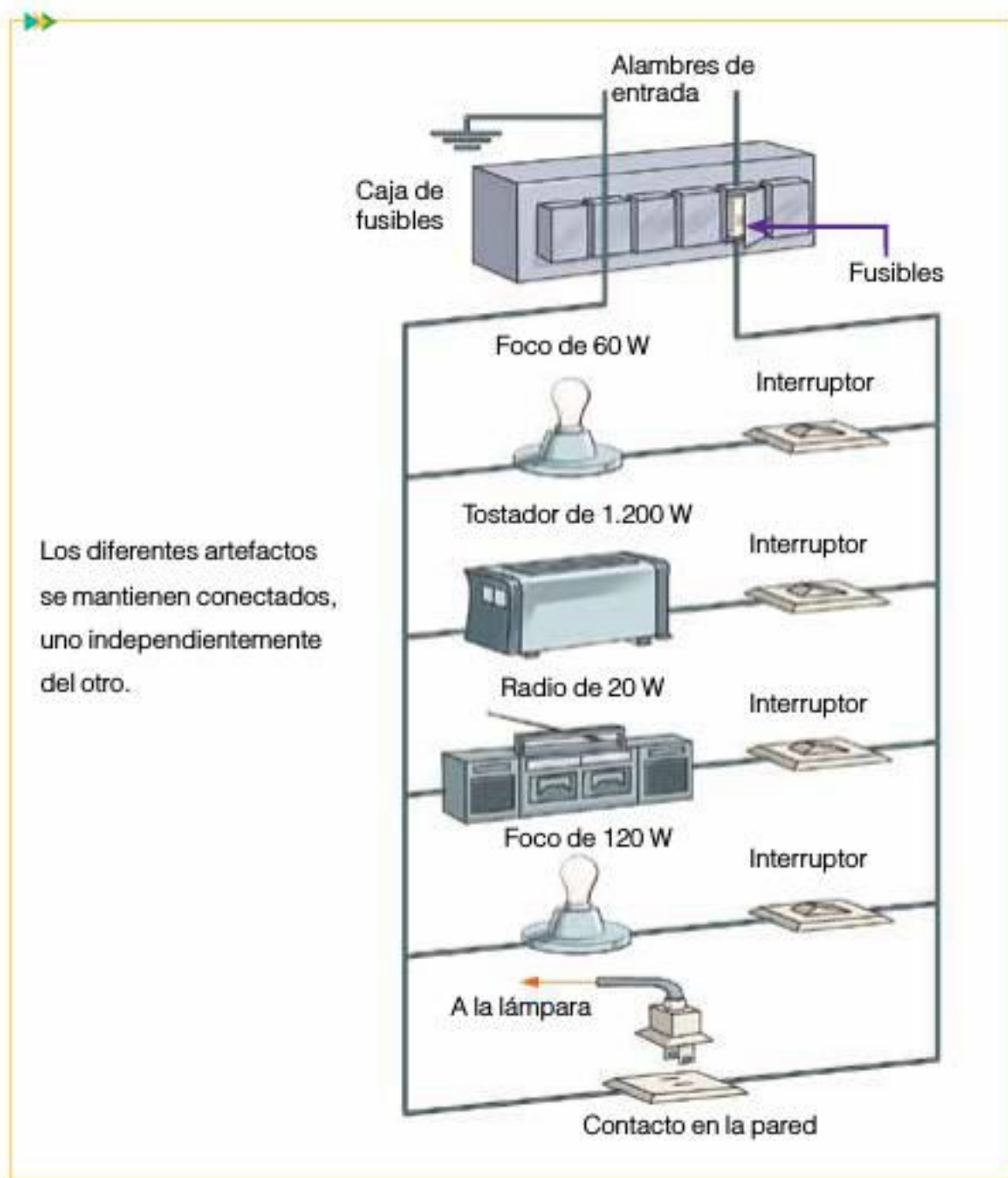
Si se conectan más artefactos, la intensidad de corriente que circula por los cables de entrada a la vivienda es mayor. Un fusible conectado en serie en el circuito brinda protección ante un exceso de corriente. Si se corta el fusible, el circuito eléctrico se abre, y no puede circular corriente por ningún aparato.

En la actualidad, en nuestro país es obligatorio que los enchufes de los artefactos eléctricos tengan tres bornes, comúnmente llamados "patas".

Uno de los bornes es la conexión a Tierra. En la vivienda, todas

las conexiones a Tierra de los enchufes quedan conectadas entre sí en el sistema de cableado de la casa. Si, por accidente, el cable activo entra en contacto con la superficie metálica de algún artefacto eléctrico, la corriente pasará a través del borne conectado a Tierra, en lugar de que alguien reciba una descarga eléctrica.

Otros circuitos domiciliarios reemplazan el fusible por una llave térmica. El exceso de calor provoca que esta se abra y, dado que se coloca en serie, abre el circuito del mismo modo que lo hace un fusible. La ventaja de la llave térmica es que puede accionarse nuevamente al ser subsanado el problema; en cambio, el fusible debe cambiarse si se quema.



Los diferentes artefactos se mantienen conectados, uno independientemente del otro.



Enchufe de tres bornes.



## Protección eléctrica

En algunas casas se utiliza otro elemento de protección: el disyuntor diferencial.

Este dispositivo se conecta en la entrada de la vivienda, y se coloca en serie con el resto de los artefactos eléctricos. Este aparato está diseñado para detectar la corriente eléctrica que entra y que sale del circuito. Si la intensidad de corriente de entrada y de salida no es la misma, el disyuntor lo percibe y abre el circuito eléctrico rápidamente.

A continuación, veamos cuál podría ser la secuencia de sucesos que ocurrirían desde el instante en que una persona comenzara a sufrir un posible accidente eléctrico y el momento en que el disyuntor cortara la corriente eléctrica:

- el cable de un lavarropas conectado al polo vivo toca alguna parte metálica y queda electrizado;
- una persona lo toca. El cuerpo humano es conductor de la electricidad (debido al agua y los iones que circulan por su interior), por lo que esta queda conectada como una resistencia entre los potenciales del lavarropas y el piso, porque circula una corriente a través de su cuerpo;
- el disyuntor está conectado de tal manera que compara la intensidad de corriente que entra a la casa con la que sale (debe registrar que son iguales). Al ocurrir el accidente, parte de la corriente en lugar de salir por el disyuntor sale por la persona. Entonces, el dispositivo detecta la diferencia y corta la corriente en milésimas de segundo, evitando daños.



Los disyuntores interrumpen la corriente eléctrica en milisegundos.

## La corriente eléctrica y el cuerpo humano

El pasaje de corriente eléctrica por el cuerpo humano produce diversos efectos. Basta considerar que las actividades musculares (incluidos la respiración y el latido del corazón) están controladas por procesos eléctricos, para comprender que una corriente externa los altera.

Los efectos de un accidente eléctrico dependen de la intensidad de corriente que llega a circular y el tiempo durante el cual lo hace.

Por ejemplo, una corriente de 0,5 miliampere es imperceptible, pero en cambio una de 50 miliampere puede producir asfixia por parálisis respiratoria, mientras que una de 200 miliampere o más puede producir además paros cardíacos y quemaduras.

Por el peligro que implican estos accidentes, existen una gran cantidad de normas tanto para las instalaciones domiciliarias como para la fabricación de artefactos eléctricos.

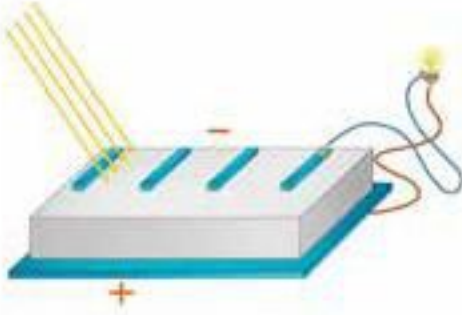
Lo básico en una casa es, de ser posible, contar con un disyuntor y en los casos en que podría generarse un accidente eléctrico (al cambiar una lámpara, arreglar un enchufe, etcétera) abrir el circuito desde la llave de entrada a la casa.



Si una persona en contacto con un cable recibe una descarga eléctrica, hay que desconectar inmediatamente el circuito eléctrico y ayudarlo a soltarse con un palo de madera.



## Generación de energía eléctrica



Para evitar confusiones, conviene aclarar que el término generación o producción de energía eléctrica hace referencia a la transformación de algún otro tipo de energía en energía eléctrica. La energía eléctrica se obtiene con diversos dispositivos que se nombran de maneras diferentes según sus características.

En algunos casos, los generadores transforman la energía química en energía eléctrica. A continuación se mencionan los más conocidos:

- Las pilas, según su composición, presentan una fuerza electromotriz constante y al ser conectadas producen corriente continua. Las más comunes, conocidas como pilas AA, presentan una fuerza electromotriz de 1,5 volt.

Existen modelos adecuados a las finalidades de uso. Algunas pilas, como las utilizadas en cámaras fotográficas digitales, son recargables.

- Los acumuladores o baterías son también dispositivos recargables de corriente continua que por lo general están constituidos por varios elementos. Un ejemplo de este tipo de elementos son las baterías para autos.



El acumulador o batería del tractor se recarga mientras funciona el motor.

Otra forma de generación de energía eléctrica es la de origen solar.

Afines del siglo XIX, se descubrió un fenómeno físico que se denominó **efecto fotoeléctrico**. Este fenómeno consiste en la salida de electrones de ciertos materiales cuando se los ilumina con una radiación adecuada. La explicación física del efecto fotoeléctrico le valió al científico alemán Albert Einstein (1879-1955) el Premio Nobel de Física en 1921.

Actualmente se han desarrollado sistemas denominados paneles solares, que están constituidos por fotocélulas o células fotovoltaicas. Estas actúan como una pila al ser iluminadas, por ejemplo, por la luz solar.

Los paneles solares tienen hoy en día muy diversos usos. Por ejemplo, se los utiliza para alimentar los relojes que están ubicados en calles o rutas, y para suministrar energía eléctrica a viviendas. Incluso, se usan para proveer energía eléctrica a estaciones espaciales, satélites o vehículos de exploración que se envían a la Luna o a Marte.

En nuestro país, el programa GENREN tiene como objetivo principal el estudio y desarrollo de las llamadas energías renovables. En particular, este programa proyecta para los próximos años la instalación de paneles solares que sean capaces de proveer 20 MW de potencia.



La estación espacial internacional que gira tripulada desde el año 2000, obtiene su energía eléctrica de grandes paneles solares.



## Generadores eléctricos

La mayor parte de la energía eléctrica que se emplea proviene de generadores. El término generador se utiliza cuando se transforma energía mecánica en energía eléctrica.

La forma utilizada para producir energía eléctrica consiste en hacer girar un circuito llamado bobinado en un campo magnético. Para producir este giro en la turbina se transforma alguna forma de energía en cinética mediante un movimiento de rotación. En el generador, esta energía del movimiento de rotación se transforma en energía eléctrica.

El principio que explica el funcionamiento de los generadores es la **Ley de Faraday**. En 1830, el físico inglés Michel Faraday (1791-1867) halló una nueva relación entre la electricidad y el magnetismo. Este científico descubrió que al mover un imán en las cercanías de un arrollamiento de cable conductor, se producía circulación de corriente como si hubiese una pila, mientras el imán se estuviera moviendo. Si el movimiento relativo entre el arrollamiento y el imán cesaba, este efecto denominado inducción no se producía.

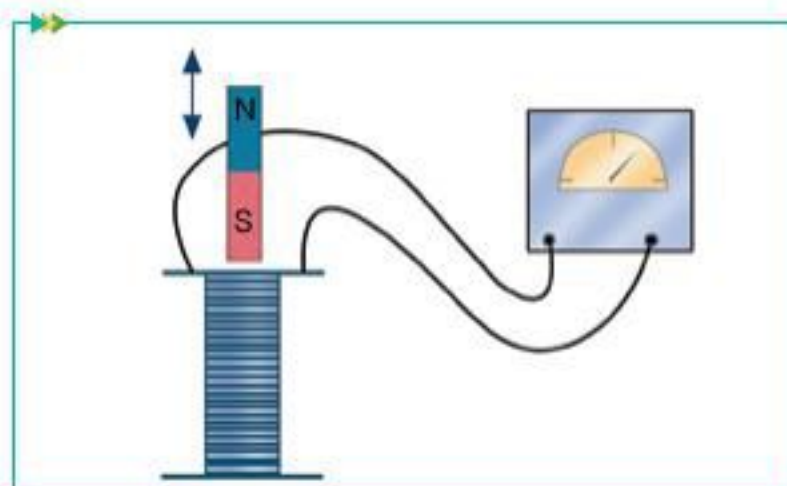
Para entender la producción de la corriente inducida, debemos retomar la idea de la página 209 sobre las líneas de campo magnético: se llama flujo magnético a través de una superficie a la cantidad de líneas que atraviesan dicha superficie.

Al producir un movimiento en un arrollamiento dentro de un campo magnético, su superficie corta líneas de campo y entonces se produce una variación en el flujo. Mientras el flujo continúe variando, habrá corriente inducida.

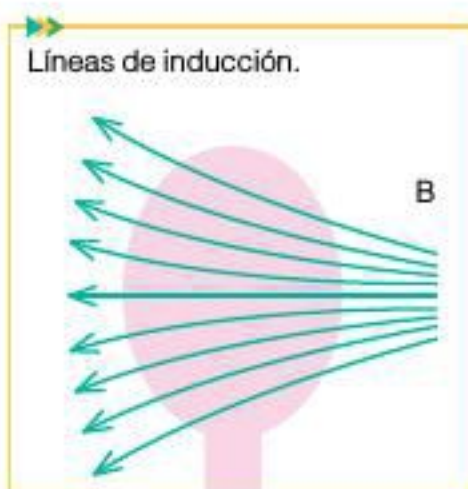
Pero, alguien o algo tiene que estar entregando energía para producir el movimiento del conductor en el campo magnético, que es la que luego se transforma en eléctrica en el circuito.

Esta idea permite explicar el principio del funcionamiento de un generador eléctrico. Al hacer girar un cuadro conductor en un campo magnético, el flujo, es decir la cantidad de líneas de campo que lo atraviesan en cada posición, varía y en tanto gire se inducirá en él una corriente.

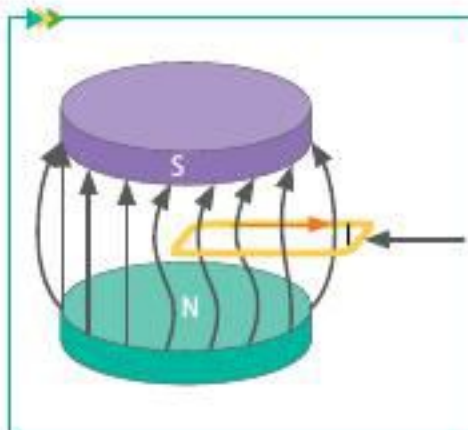
La energía mecánica necesaria puede provenir de una caída de agua en las centrales hidroeléctricas, del viento en las eólicas o de vapor de agua calentado por combustiones o fisión nuclear en las centrales térmicas.



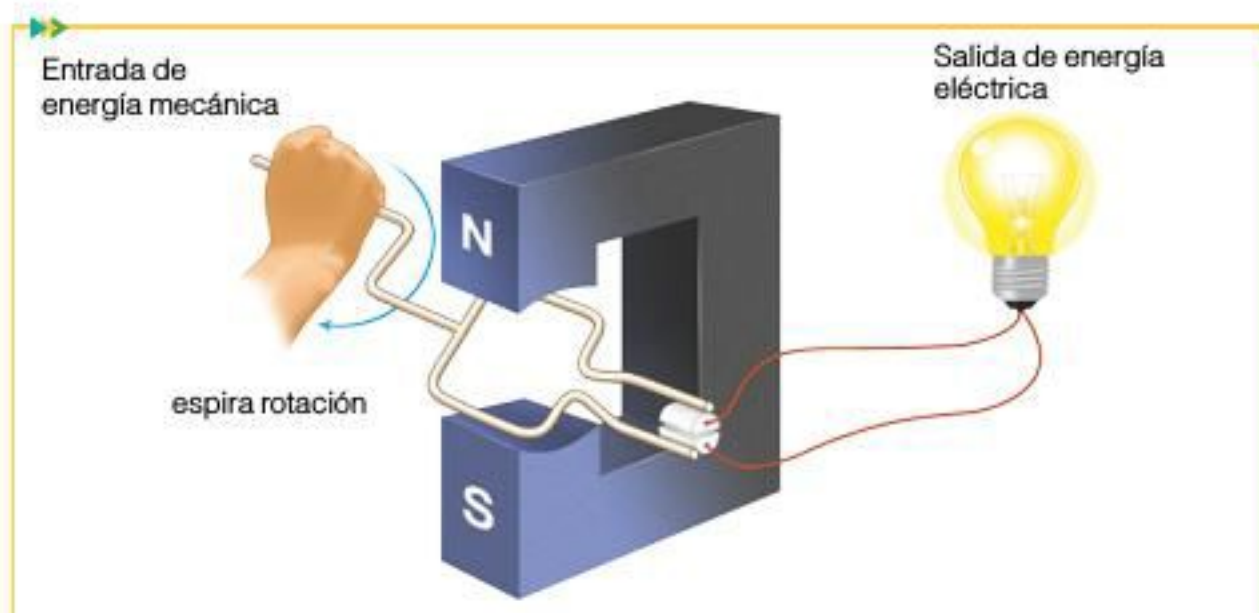
Al mover el imán cerca o dentro de la bobina, se produce una corriente eléctrica detectada por el amperímetro.



El flujo magnético a través de la superficie depende de la cantidad de líneas que la atraviesan.



Al mover el conductor en el campo magnético se genera en él una corriente inducida.



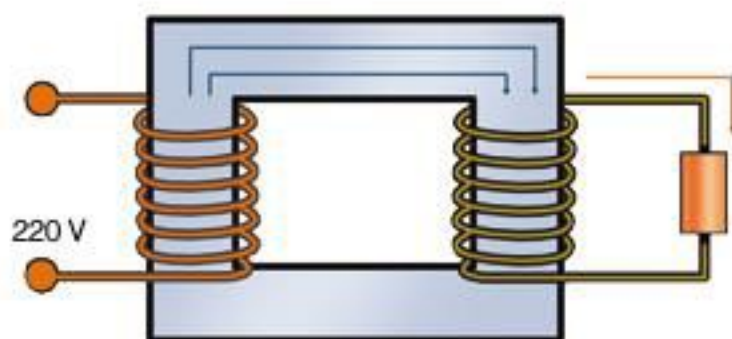
Las líneas de campo que van desde el polo norte al sur del imán son cortadas por la superficie del cuadro, que gira y se produce la transformación de energía mecánica en eléctrica.



## Transformadores

Las centrales de energía eléctrica producen la energía que luego es utilizada en diferentes zonas del país. Antes de transportarse, la energía pasa por transformadores. Estos dispositivos permiten aumentar o disminuir la fuerza electromotriz del generador.

Los transformadores reductores disminuyen la fuerza electromotriz.



Algunos videojuegos utilizan transformadores de 220 V a 12 V.

Los transformadores funcionan con corriente alterna. Básicamente estos dispositivos están formados por una estructura de hierro llamada núcleo y dos arrollamientos o bobinados. Uno, el primario, se conecta con la fuente de tensión alterna. El secundario, en cambio, se conecta al aparato que funcionará con un voltaje diferente del voltaje del generador.

La relación entre los voltajes del primario y el secundario dependen del número de vueltas que tenga cada bobinado. Al conectar el primario a 220 V se puede obtener en el secundario un voltaje mayor si tiene mayor cantidad de vueltas que el primario. En cambio si por ejemplo, el primario tuviese 2.200 vueltas y el secundario 120, al conectar el primero a 220 V se obtiene a la salida un valor de 12 V.

Los transformadores que se utilizan, por ejemplo, para cargar la batería de un teléfono celular, tienen en realidad una doble función: son transformadores y rectificadores. En su función de transformadores reducen la tensión de entrada de 220 V al valor adecuado para la carga de la batería, por ejemplo 9 V. Pero además, la carga de una batería requiere que una de las terminales se mantenga a mayor potencial que la otra en forma constante, es decir, que lo que los fabricantes indican como positivo (+) y negativo (–) no varíe de posición 50 veces por segundo, como ocurre con la tensión de línea domiciliaria. Estos equipos, además del transformador, tienen en su interior un circuito electrónico que actúa como rectificador, es decir, convierte la tensión alterna en continua.

El circuito de distribución por lo general comienza con grandes transformadores que permiten ir reduciendo paulatinamente la tensión en el transporte de energía eléctrica desde las centrales eléctricas hasta los domicilios. Luego, los transformadores de media tensión producen una baja de la alta tensión con que se transporta la energía desde las centrales a un valor menor, aunque todavía alto, en las cercanías de las poblaciones. Finalmente, otros transformadores cercanos a las zonas pobladas reducen nuevamente al valor de 220 V, que es utilizado en nuestro país.



Los sistemas utilizados para cargar pilas o baterías son transformadores y rectificadores.



## Transporte de energía eléctrica

El efecto térmico de la corriente eléctrica produce pérdida de energía al disiparla en los conductores. Existen dispositivos que usan la energía eléctrica como energía interna, que se manifiesta con un calentamiento del artefacto. Por ejemplo, la plancha, un calentador de inmersión o un tostador eléctrico aprovechan la electricidad para aumentar su temperatura. Pero si aumenta, por ejemplo, la temperatura del monitor de una computadora, se produce un efecto no deseado. En este caso, la energía eléctrica no puede ser totalmente aprovechada para el objetivo buscado. Se dice, entonces, que la energía se disipa.

La relación que se establece es: cuanto menor sea la disipación de energía, mayor será el rendimiento del artefacto.

En las centrales se utilizan transformadores elevadores para disminuir la intensidad de corriente que circula por los cables que transportan la energía. Si la intensidad de corriente es muy alta, los cables se calientan mucho y aumenta la energía disipada. Como ya vimos:

$$\text{Potencia} = V \cdot i \quad [1]$$

La expresión [1] muestra que a la misma potencia pueden corresponder diferentes valores de fuerza electromotriz y, por lo tanto, de intensidad de corriente.

Por ejemplo, si la potencia de una central térmica es de 100 MW y se transporta a alta tensión de 130 Kv, la intensidad en los cables de conducción sería:

$$i = \frac{100 \cdot 10^6 \text{ W}}{130 \cdot 10^3 \text{ V}} = 769 \text{ A}$$

En cambio, si el transporte se hiciese a una tensión media de 33 Kv y la corriente fuera de 3.000 A, la disipación en los cables aumentaría 15 veces.

Por esa razón, la energía eléctrica se transporta por líneas de alta tensión y luego se reparte en diferentes subestaciones, donde hay transformadores reductores.

### Demanda de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica no es constante: varía de un día a otro y según las horas. Esto requiere que las centrales eléctricas operen con determinada producción según el momento.

La potencia total instalada debe ser tal como para poder satisfacer la demanda de la población, aun en las horas de mayor consumo u "horas pico". Si no resulta suficiente, se producen cortes de energía eléctrica. Además, no toda la potencia instalada brinda el 100% de su potencial en energía eléctrica a la población, porque hay momentos en los cuales alguna central sale de servicio debido a trabajos de mantenimiento o arreglos de desperfectos.

Para evitar problemas con la demanda, es importante que la población tome conciencia acerca del consumo energético y de cómo puede disminuirlo.

Para conocer cómo es la demanda de energía durante las diferentes horas del día, se puede analizar el siguiente gráfico (figura 1). La zona rayada corresponde a un consumo de energía de base que se mantiene durante las 24 horas del día. El análisis del gráfico permite determinar que el mayor consumo se produce al mediodía y luego hacia las 8 de la noche.



En una lámpara eléctrica de filamento, solo una parte de la energía eléctrica se transforma en energía luminosa; el resto se disipa. Debido a su bajo rendimiento, estas lámparas hoy en día se reemplazan por las de bajo consumo.

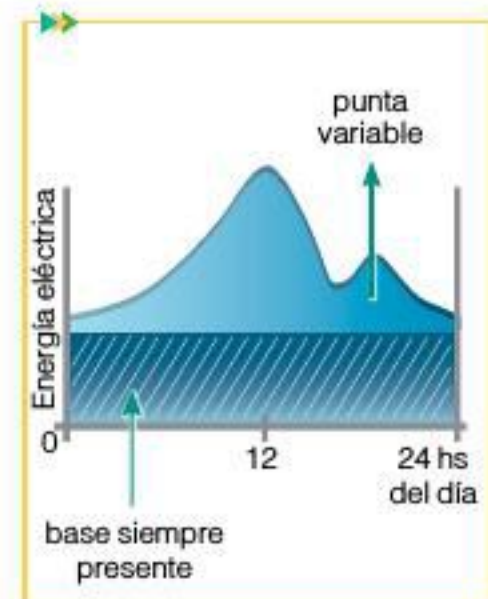


Figura 1.



En el año 2014, la energía eléctrica utilizada en nuestro país provino de las siguientes fuentes: 69,5% de hidrocarburos, es decir de centrales térmicas, el 24,8% de centrales hidroeléctricas, el 5,2% es de origen nuclear y el 0,5% de otras formas de energía: eólica, solar, etcétera.



En el Complejo Hidroeléctrico Yacyretá – Apipé se transforma la energía del agua en energía eléctrica.

### Glosario

**fisión:** proceso físico donde se parte el átomo de uranio y se obtiene gran cantidad de energía.



En la central de Atucha la energía eléctrica se obtiene del uranio.

### La potencia de las centrales eléctricas

Las centrales eléctricas se caracterizan y distinguen por el tipo de energía que transforman y por la potencia instalada.

La potencia es una medida de la energía que pueden entregar en la unidad de tiempo, como se indicó en la página 52. En general, este valor para las centrales eléctricas se mide en MW (se lee: megawatt) que es un múltiplo del W. En símbolos:

$$1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W} = 1.000.000 \text{ W} = 1.000.000 \text{ J/s.}$$

Por ejemplo, una central eléctrica de 800 MW puede entregar  $800 \cdot 10^6 \text{ J}$  de energía por segundo, u 800 MW.h si funciona durante 1 hora. A pesar de que la potencia instalada sea de 800 MW, esto no significa que tenga que transformar 800 MW.h en una hora, porque puede no funcionar al máximo de su capacidad.

La potencia instalada en la Argentina en el año 2014 es de aproximadamente 24.000 MW, aunque en los días de máxima demanda, por ejemplo en pleno invierno, el sistema entrega algo más de 18.000 MW y está al límite.

### Centrales eléctricas

► En las **centrales hidroeléctricas**, la energía proveniente de una caída de agua produce la rotación de las turbinas. En la Argentina existen grandes centrales hidroeléctricas, como Yacyretá, en la provincia de Corrientes, de 3.100 MW, y la de Chocón, de 1.200 MW, ubicada en la provincia del Neuquén. La potencia entregada por estas centrales se relaciona con la cantidad de agua acumulada en sus embalses, por lo que dependen de las lluvias y nevadas.

► En los **generadores eólicos**, el viento produce el movimiento de rotación. En la Patagonia se producen vientos que son muy adecuados para este tipo de generación eléctrica. El parque eólico Antonio Morán, en las cercanías de la ciudad de Comodoro Rivadavia, tiene una potencia instalada de 6.500 KW.

► En las **centrales nucleares**, el proceso de fisión\* del uranio produce vapor de agua que hacer girar las turbinas. En la Argentina hay tres centrales nucleares en funcionamiento: Atucha I con una potencia de 370 MW, Atucha II con una potencia de 745 MW, ambas en la provincia de Buenos Aires, y Embalse, en la provincia de Córdoba, con 640 MW.

► Las **centrales térmicas** producen vapor de agua a partir de combustibles fósiles: petróleo, gas o carbón. Existen centrales térmicas de potencias muy diferentes. En la Ciudad de Buenos Aires están instaladas las dos centrales térmicas de mayor potencia: Puerto, de 1.000 MW, y Costanera, de 1.260 MW.

Otra forma de generación energética es mediante el uso de paneles solares que transforman la energía proveniente del Sol en energía eléctrica.

### Para conocer más

Rojo A., *La física en la vida cotidiana*, Buenos Aires, Siglo XXI editores, 2007.

Reid S. y Fara P., *El libro de los científicos*, Buenos Aires, Lumen, 1996.

Perelman Y., *Física recreativa*, Madrid, Mir Ruvíños, 1994.



## Ideas básicas

- ▶ En un circuito eléctrico, algún tipo de energía se transforma en eléctrica en el generador.
- ▶ En un circuito eléctrico, la energía eléctrica se transforma en otro tipo de energía a través de algún artefacto.
- ▶ La fuerza electromotriz es una medida de la energía que adquiere una carga eléctrica cuando atraviesa la pila o el generador. Se mide en volt (V).
- ▶ La corriente eléctrica se calcula como la cantidad de carga eléctrica que pasa en un cierto tiempo por cada sección de un conductor. Se mide en ampere (A).
- ▶ La Ley de Ohm establece la relación entre la intensidad de corriente en un conductor y la diferencia de potencial entre sus extremos.
- ▶ La energía eléctrica que se transforma en un artefacto eléctrico está dada por la potencia y el tiempo de uso del artefacto.

## Actividades de integración

1. Al realizar un trabajo experimental, se midió la diferencia de potencial y la intensidad de corriente para una resistencia. Los valores obtenidos se expresan en la siguiente tabla:

V (V)	I (mA)
2.0	4
5.0	11
7.4	15
8.8	17
11.2	22
14.8	29

a. Grafiquen los valores medidos y, a partir del gráfico, obtengan el valor de la resistencia.

2. Supongan que  $i$  es la intensidad de corriente que circula por una resistencia  $R$  cuando está conectada a una fuente variable, cuya fuerza electromotriz es  $V$ . Si la fuerza electromotriz aumentara al triple:

- a. ¿Variaría el valor de la resistencia  $R$ ? ¿Por qué?  
 b. ¿Variaría la intensidad de corriente que circula por la resistencia? ¿Por qué?

3. Se dispone de tres resistencias idénticas, una pila y cables de conexión.

a. Si se las conecta primero en serie y luego en paralelo, ¿en cuál de las dos conexiones resulta mayor la resistencia equivalente?

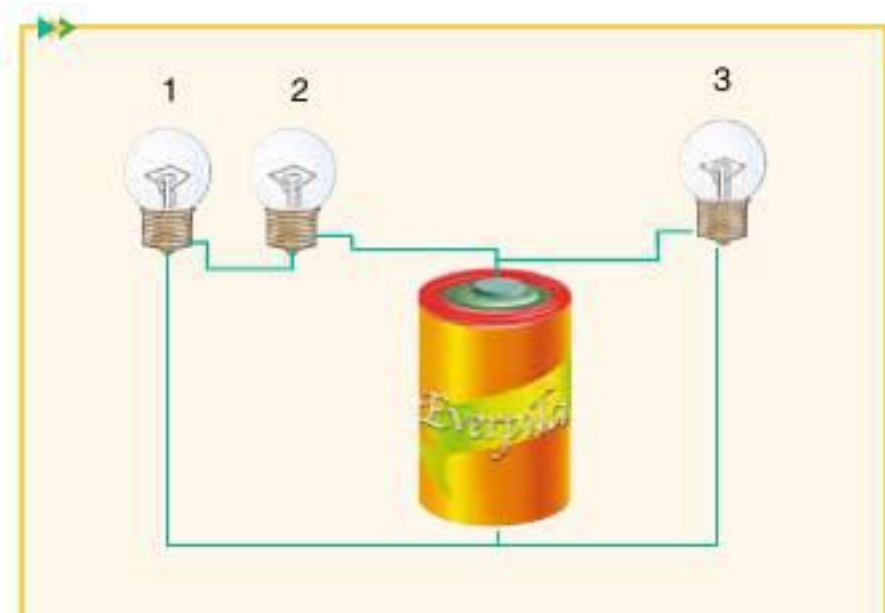
b. Si todas las resistencias fuesen de  $10\ \Omega$ , ¿cuánto valdrían las resistencias equivalentes de su conexión en serie y en paralelo?

c. Comparen la intensidad de corriente eléctrica que circula por cada una de ellas si se conectan las tres resistencias en serie a la pila cerrando el circuito. ¿Obtendrían el mismo resultado si las resistencias fuesen diferentes entre sí?

d. Repitan el punto c, pero para un esquema de tres resistencias conectadas en paralelo a la pila, cerrando el circuito.

e. ¿En cuál de las dos conexiones, la intensidad de corriente que circula por cada resistencia es mayor?

4. En el siguiente esquema se representa un dispositivo formado por tres lámparas conectadas a una pila





- Dibujen el circuito que representa esta situación, considerando a cada lámpara como una resistencia.
- Teniendo en cuenta que el brillo de cada lámpara al encenderse depende de la intensidad de corriente eléctrica (es decir que dentro de los límites de fabricación a mayor intensidad, mayor brillo), comparen el brillo de cada una de las lámparas al cerrar el circuito.
- ¿Qué ocurre con el brillo de las lámparas 1 y 2 si se quema la 3?
- ¿Qué ocurre con el brillo de las lámparas 1 y 3 si se quema la 2?
- ¿Qué ocurre con el brillo de las lámparas 2 y 3 si se quema la 1?

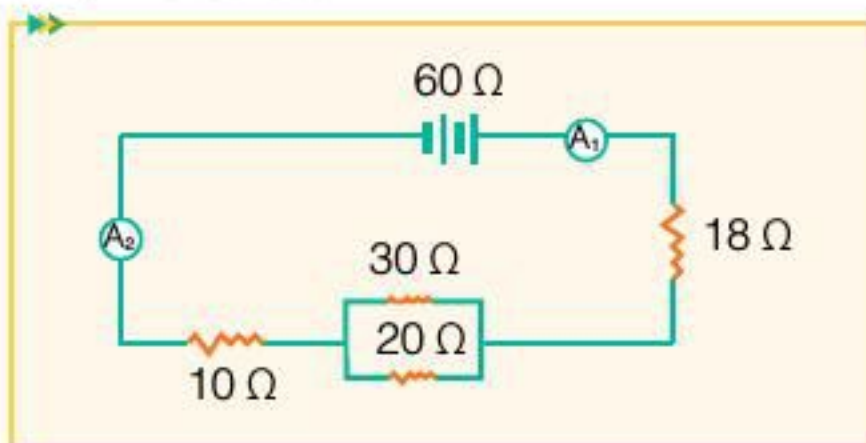
5. Se tienen tres resistencias de  $R_1 = 10 \, \Omega$ ,  $R_2 = 20 \, \Omega$  y  $R_3 = 60 \, \Omega$  conectadas en serie entre sí y el conjunto a un generador.

- ¿Cuál es la resistencia equivalente?
- Si por  $R_1$  circula una intensidad de corriente de 2 A, ¿qué intensidad circula por  $R_2$ ?
- Si colocaran un voltímetro entre los extremos de  $R_3$ , ¿qué valor marcaría?

6. Se tienen tres resistencias de  $R_1 = 5 \, \Omega$ ;  $R_2 = 10 \, \Omega$  y  $R_3 = 30 \, \Omega$  conectadas en paralelo entre sí y el conjunto a una batería de 12 V.

- ¿Cuál es la resistencia equivalente?
- ¿Qué intensidad de corriente circula por  $R_3$ ?

7. Un circuito eléctrico está formado por una batería de 60 V y 4 resistencias.



- ¿Cuál es la resistencia equivalente?
- ¿Cuánto marca el amperímetro?

8. Un circuito eléctrico está formado por dos resistencias de  $20 \, \Omega$  y  $30 \, \Omega$  conectadas en paralelo y, a su vez, en serie con otra de  $8 \, \Omega$ , y conectadas a una fuente de 60 V.

- Dibujen un circuito que represente las resistencias y la fuente.
- Hallen la resistencia equivalente.
- Dibujen un amperímetro que mida la intensidad de corriente que circula por la resistencia de  $8 \, \Omega$ . ¿Cuánto marcaría el amperímetro?

9. Calculen el gasto mensual ocasionado por el uso diario de un radiador eléctrico de 1.500 W que funciona durante 5 horas diarias, sabiendo que el kWh cuesta \$0,04.



10. Un secador de cabello tiene una potencia de 500 W cuando funciona en la menor velocidad posible y de 1.500 W si funciona en la mayor.



- ¿Cuál es el consumo de energía eléctrica si funciona durante 15 minutos diarios durante 15 días en la menor velocidad?
- ¿Cuánto tiempo puede funcionar durante 30 días en la mayor velocidad de manera tal que no supere el consumo de energía obtenido en la respuesta anterior?



# La Tierra y el Sistema Solar

11

## Contenidos

- > Modelos del Sistema Solar
- > La Tierra y sus movimientos
- > Ley de Gravitación Universal
- > Mareas
- > Ciclo del agua

A lo largo de la historia y en todas las grandes civilizaciones, los seres humanos se han dedicado a observar el cielo. La repetición del día y la noche, y la sucesión de las estaciones fueron probablemente los primeros fenómenos que llevaron a la utilización de los movimientos del Sol y de la Luna para medir el tiempo.

Así se fueron proponiendo diferentes modelos de cómo serían el Sistema Solar y las estrellas, y después de miles de años se llegó a un conocimiento bastante acabado de cómo se mueven los planetas, cómo transcurren los días y las noches en cada lugar de la Tierra y en cada época del año, y por qué ocurren y se suceden las estaciones.

Sin embargo, todos estos conocimientos no abrían ninguna hipótesis sobre las causas de los movimientos de la Tierra, la Luna y los restantes planetas alrededor del Sol.

Fue Isaac Newton quien propuso la Ley de Gravitación Universal, que no solo explica el movimiento planetario sino que vincula por primera vez lo que se podría llamar la física del cielo con la física de la Tierra. Esta ley permitió además explicar desde la simple caída de una manzana hasta la puesta en órbita de una estación espacial.

## EN ESTE CAPÍTULO...

Se describirá la Tierra dentro del Sistema Solar y las consecuencias de sus movimientos de rotación y traslación, así como la Ley de Gravitación Universal que unificó la física de la Tierra con la física del cielo.

Contenido digital adicional

[www.tintaf.com.ar/  
FQ1C11](http://www.tintaf.com.ar/FQ1C11)





## El Sistema Solar

### Un planeta menos

Desde su descubrimiento en 1930, se consideró a Plutón como el noveno planeta del Sistema Solar. Debido a su composición y pequeño tamaño, la Unión Astronómica Internacional decidió excluirlo de la nómina de planetas.

### Exoplanetas

No solo el Sistema Solar tiene planetas. A partir de la década de 1990, los adelantos tecnológicos en materia de investigación astronómica han podido determinar la existencia de planetas orbitando estrellas lejanas.

La Tierra forma parte del Sistema Solar. Este sistema está formado alrededor del Sol que es la estrella más cercana a nuestro planeta, y además está constituido por distintos cuerpos que se clasifican según su masa, tamaño y tipo de movimiento respecto del Sol. Veamos cuáles son.

► Los **planetas** son cuerpos relativamente grandes que orbitan alrededor del Sol. Los ocho planetas que forman el Sistema Solar son Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

► Los **satélites** describen órbitas alrededor de algunos planetas, como la Luna lo hace con la Tierra.

► Algunos **planetas menores y asteroides**, son rocas que orbitan principalmente entre Marte y Júpiter.

Las características de los planetas difieren mucho entre sí. Por ejemplo, mientras que Mercurio, Venus, la Tierra y Marte son básicamente sólidos, los planetas restantes están formados mayoritariamente por gases.

Sus tamaños también son muy diferentes: el radio de Júpiter, el planeta más grande, es 30 veces mayor que el más pequeño, Mercurio.

Los planetas realizan lo que se llama un movimiento orbital periódico. Esto significa que siempre tardan lo mismo en recorrer una órbita completa alrededor del Sol. La Tierra lo hace en un año. Cuanto mayor es la distancia al Sol, mayor será el tiempo necesario para dar una vuelta completa, lo que sería un año para ese planeta. El planeta más cercano al Sol, Mercurio, tarda aproximadamente 88 días en completar la vuelta mientras que Neptuno necesita 165 años.



### Algunas dimensiones del Sistema Solar

No es posible hacer la figura que representa al Sistema Solar en escala. Para ello, haría falta dibujar el radio de Júpiter 30 veces más grande que el de Mercurio; y de hacerse esto, no se podrían representar en escala las órbitas.

Si se dibuja al Sol como un disco de 3 cm de radio y se quiere mantener la escala para dibujar las órbitas de los demás planetas, la Tierra debería ubicarse a 6,5 metros del Sol y Neptuno, el planeta más lejano, a 194 metros.

Otro dato que da una idea de las distancias en el espacio exterior es que, en esa escala la estrella más cercana al Sol, Alfa, de la constelación del Centauro, debería dibujarse a 410 kilómetros.



## Modelos del Sistema Solar

Todas las grandes civilizaciones antiguas intentaron desarrollar explicaciones para los fenómenos que observaban en el cielo. No solo el día y la noche y los movimientos aparentes del Sol, sino también los cambios en la forma de la Luna y el hecho de que algunas estrellas parecían moverse mientras que otras permanecían fijas en el cielo noche tras noche.

Como en muchas otras ramas de la ciencia occidental, los primeros en proponer modelos de los movimientos en el cielo y relacionarlos con las observaciones fueron los antiguos griegos.

En el siglo IV a.C., Aristóteles postuló una hipótesis que pareció evidente y se mantuvo vigente durante muchos siglos: la Tierra estaba quieta, en el centro del universo, y el Sol, la Luna y los planetas conocidos en esa época giraban a su alrededor, unidos a esferas. Esta hipótesis se conoce como **modelo geocéntrico**, porque la Tierra está en posición céntrica. La más exterior de las esferas estaba fija, y sobre esta estaban las estrellas. Esta explicación, con algunas modificaciones, prevaleció por más de 1.700 años.

Sin embargo, este primer modelo no explicaba algunos de los fenómenos que se observaban, por ejemplo, el movimiento hacia el Este de Marte en algún momento del año que luego se invierte hacia el Oeste.

Para adecuar el modelo a las observaciones, este se fue modificando. En el siglo II d.C, Claudio Ptolomeo propuso un modelo, también geocéntrico, que explicaba mejor el movimiento de los astros y también los cambios producidos en su brillo. Según este, los planetas giraban alrededor de circunferencias llamadas epiciclos, que a su vez giraban en circunferencias llamadas deferentes, cuyo centro estaba en la Tierra.

Si bien la teoría geocéntrica basada en la Tierra quieta en el centro del universo prevaleció durante muchos años, hubo otras propuestas durante su validez. Por ejemplo, unos 200 años a.C. Aristarco propuso un **modelo heliocéntrico** (como el actual), con el Sol en el centro del sistema y la Tierra orbitando a su alrededor.

Recién en el año 1514 el clérigo y astrónomo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543), propuso un modelo heliocéntrico más simple que los anteriores y que permitía explicar mucho mejor las observaciones de los movimientos de los planetas.

Las posteriores modificaciones que se le realizaron, sumadas a las explicaciones físicas sobre su funcionamiento a partir de las teorías de Newton y Einstein, y las observaciones hechas no solo desde poderosos telescopios, sino también a partir de viajes espaciales fueron perfeccionando ese modelo original de Copérnico.

Las acaloradas discusiones científicas que generó la propuesta heliocéntrica en su época, también se trasladaron al campo religioso. La Iglesia consideraba que al colocar al Sol "en el centro del universo" y a la Tierra como un planeta más, se desestimaba la importancia del ser humano como creación divina.

### Modelo geocéntrico de Ptolomeo



El planeta gira en el epiciclo y el centro de este gira según la deferente con centro en la Tierra

### Modelo heliocéntrico

Uno de los motivos que llevaron a Nicolás Copérnico a proponer el modelo heliocéntrico fue su orientación religiosa: él sostenía que Dios no podría haber hecho un mundo tan complicado como el que había propuesto Ptolomeo. La redacción de su obra *Sobre la revolución de las esferas celestes* le llevó 25 años. Se cree que el primer ejemplar lo recibió en su lecho de muerte, el mismo día de su fallecimiento.





Desde que comenzó la investigación desde el espacio exterior hace algo más de 50 años, se han tenido observaciones directas sobre la esfericidad de la Tierra, aunque antes nadie lo dudara.

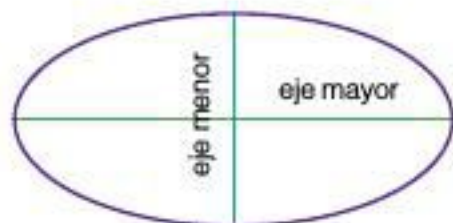
### El tamaño de la Tierra

La Tierra no es estrictamente una esfera; su radio en el ecuador es de 6.378 km mientras que medido en un polo es algo menor: 6.357 km.

Sin embargo, el achatamiento en los polos es tan chico que para los cálculos habituales, la Tierra puede tomarse como una esfera.

### La forma y el tamaño de la órbita terrestre

Las órbitas de todos los planetas son elipses. En la Tierra, la distancia entre los puntos más lejanos es 299.200.000 km y entre los más cercanos 299.156.000 km. Casi circular; si la dibujáramos con un compás cometeríamos muy poco error.



La figura representa una elipse. En el caso de la órbita terrestre, los ejes son casi iguales.

## La Tierra y sus movimientos

### Nuestro planeta

La Tierra está ubicada como tercer planeta desde el Sol y como todos los demás, tiene una forma prácticamente esférica, y su radio es de aproximadamente 6.400 km.

Los dos movimientos más notorios de la Tierra son el de traslación y el de rotación.

El movimiento de **traslación** consiste en el desplazamiento de la Tierra alrededor del Sol en su órbita elíptica; el planeta tarda un año en dar una vuelta completa. Este dato es en efecto una redundancia, ya que históricamente se definió al año como unidad para medir el tiempo a partir de este hecho.

Por otra parte, la **rotación** es el movimiento de giro que realiza la Tierra alrededor de su eje cada 24 horas. El eje de rotación de la Tierra está inclinado  $23^\circ$  respecto del plano de su órbita. La Tierra tarda un día entero en dar una vuelta completa. Aunque esto no parezca muy rápido, este hecho es el responsable del movimiento "rápido" de todo lo que hay sobre la Tierra, incluida la gente.

La distancia recorrida durante un giro completo de la Tierra para un cuerpo que está en su superficie en la zona del ecuador es la de una circunferencia de radio 6.400 km, es decir:



$$\begin{aligned} \text{Distancia} &= 2 \cdot \pi \cdot 6400 \text{ km} = 40.192 \text{ km} \\ \text{Esa distancia recorrida en 24 horas lleva a que la velocidad es} \\ \text{Velocidad} &= 40.192 \text{ km} / 24 \text{ hs} = 1.675 \text{ km/h} \end{aligned}$$

Esto es, unos 465 metros por segundo. En nuestro país, más al sur, la circunferencia recorrida en un día es algo menor pero igual nos estamos moviendo a unos 400 metros por segundo.

No detectamos aparentemente este movimiento porque todo lo que nos rodea se mueve a esa velocidad. Pero hay dos consecuencias, además de las observaciones cuidadosas del cielo, que pueden dar cuenta de estos movimientos: el día y la noche, y las estaciones que se suceden durante el año.

### Una antigua medición del radio terrestre

¿Fue Colón el primer ser humano en argumentar que la Tierra era esférica para justificar su viaje hacia la India en dirección oeste?

A ningún científico de aquella época ni de épocas anteriores se le habría ocurrido otra cosa: la Tierra tenía la forma perfecta de la esfera como, por ejemplo, lo planteaba la teoría de Aristóteles. Pero la esfericidad de la Tierra no fue solo una postura filosófica, sino que se efectuaron mediciones de su radio.

Eratóstenes, un geógrafo que vivió en Alejandría, determinó hacia el año 200 a.C. la longitud de la circunferencia terrestre y, a partir de esta, pudo calcular su radio.

Midiendo la distancia entre las ciudades de Alejandría y Sirene y la inclinación de los rayos solares al mediodía en ambas, pudo calcular la longitud de la circunferencia de lo que hoy llamaríamos el paralelo que pasa por el lugar. El resultado que obtuvo en las unidades que utilizamos hoy en día fue de unos 40.000 km, un valor similar al usado actualmente.



## El día y la noche

Una primera explicación posible acerca del transcurrir de los días y las noches debido a la rotación de la Tierra alrededor de su eje parece sencilla. Si se toma una linterna encendida y frente a ella se hace girar una pelota alrededor de un eje vertical, para cada posición quedará iluminada la mitad de la esfera. Si la linterna fuese el Sol y la pelota la Tierra, en la zona iluminada sería de día y en la otra mitad, de noche. Pero si esta explicación fuera válida, los días en cualquier lugar de la Tierra durarían 12 horas y eso no ocurre.

La distancia que separa el Sol de la Tierra hace que los rayos de luz emitidos por el astro lleguen a la atmósfera como un conjunto de rayos paralelos entre sí. Las sombras que proyecta la luz solar al interponer un objeto opaco muestran que para no deformarlo debe incidir en forma de rayos paralelos.

La inclinación en  $23^\circ$  del eje de giro de la Tierra hace que los rayos provenientes del Sol no iluminen en forma uniforme la mitad de la Tierra. Así, la duración del día en cada punto del planeta depende de la época del año y de su latitud. Esta inclinación del planeta también explica por qué durante medio año cada una de las regiones polares queda prácticamente de día o de noche.



Debido a la incidencia de la luz solar se mantiene la forma proyectada de los objetos opacos que producen la sombra.

Si bien en una mitad de la Tierra es de día, la iluminación no es uniforme. En el caso de la figura, cuando la Tierra rota, en la región polar sigue siendo de día.

## Refracción de la luz

Cuando la luz pasa de un medio transparente a otro se refracta. Por lo general, en este proceso se produce una desviación del rayo luminoso.

Cuando un rayo de luz pasa desde el aire hacia el agua se desvía; esto mismo ocurre cuando la luz llega desde el Sol viajando por un espacio prácticamente vacío, y penetra en la atmósfera terrestre.

Otra propiedad de la refracción es que la intensidad de la luz que pasa a la atmósfera depende del ángulo con el que llega el rayo luminoso.

Si la luz incide perpendicularmente, pasa a la atmósfera el máximo de luz. Pero, a medida que el ángulo se va inclinando, la cantidad de energía que penetra disminuye.

La luz corresponde solo a una porción de la energía que llega desde el Sol, más específicamente, la parte del espectro que se puede detectar con la vista. Pero junto con esta llegan otras ondas llamadas infrarrojas, que son las principales responsables del calentamiento de la atmósfera y el suelo terrestre.

A estas ondas les pasa lo mismo que a la luz, se refractan, y cuando inciden perpendicularmente ingresa mucha más energía que si lo hacen con otro ángulo.



La luz se desvía al pasar de un medio a otro, excepto que los rayos incidan perpendicularmente.





## Las estaciones

La sucesión de las estaciones no está relacionada con la distancia entre el Sol y la Tierra, ya que al ser la órbita terrestre prácticamente circular, esta se mantiene aproximadamente siempre igual durante la traslación de la Tierra alrededor del Sol.

En cada hemisferio hay cuatro estaciones: primavera, verano, otoño e invierno. La explicación para que estas existan es que el eje terrestre está inclinado respecto del plano orbital. Esto provoca que las radiaciones desde el Sol lleguen con inclinaciones diferentes en distintas épocas del año a cada lugar.

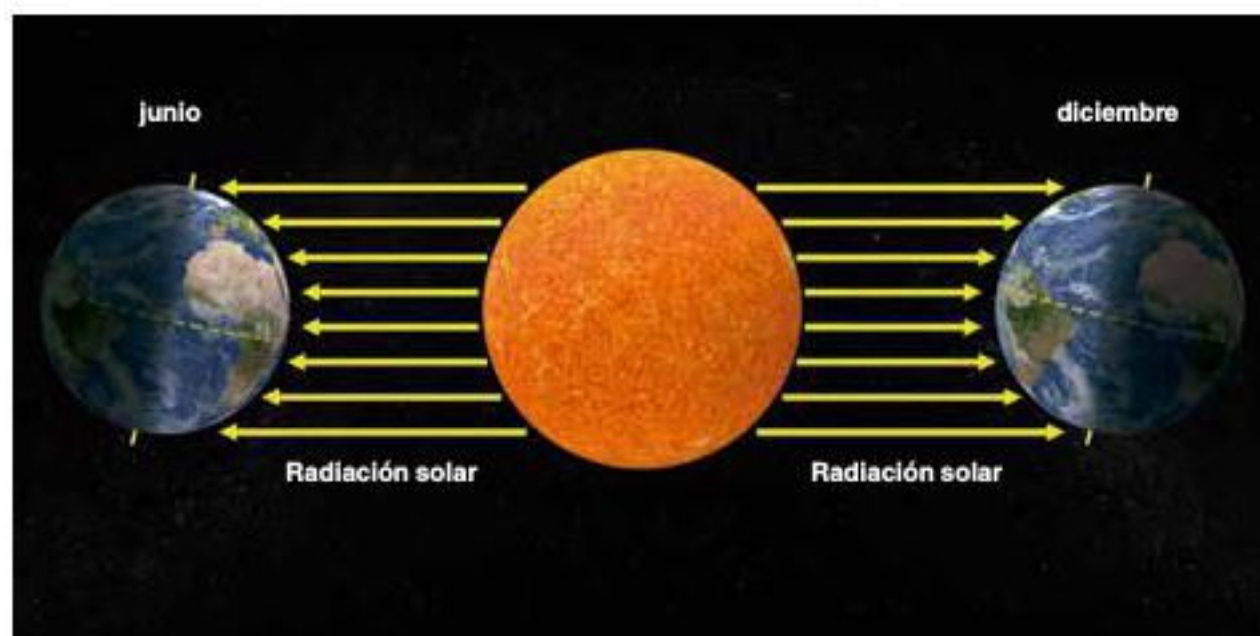
El eje terrestre siempre apunta en la misma dirección: se mantiene paralelo a sí mismo durante el movimiento de traslación. Las variaciones en las temperaturas entre las estaciones se deben a las diferencias en la inclinación de los rayos provenientes del Sol; al ingresar a la atmósfera con diferentes

ángulos, producen mayor o menor calentamiento.

Dado que el eje terrestre se mantiene siempre en la misma dirección, en cada hemisferio varía la inclinación de los rayos del Sol. La dirección con la que estos llegan se fija mediante el ángulo que forman con la dirección del radio terrestre en ese punto.

Durante el mes de diciembre, la radiación solar incide de manera más cercana a la perpendicular en el hemisferio sur que en el norte. Así, si dos personas de dos localidades que se encuentren sobre un mismo meridiano, uno en el hemisferio norte y otro en el sur, observan el Sol al mediodía, lo verán a diferente altura. En el hemisferio sur estará casi en la vertical, mientras que en el norte estará más bajo.

Debido a que en el hemisferio sur la luz incide con menor ángulo con respecto a la vertical que en el norte, en el primero penetra mayor cantidad de radiación solar. Entonces, en diciembre es el verano austral. En el mes de junio ocurre exactamente lo opuesto, y entonces se sucede el verano boreal.



La inclinación del eje terrestre determina las diferencias de la radiación solar que recibe cada hemisferio en cada época del año.



# Ley de Gravitación Universal

## Las leyes de Kepler

Los sucesivos modelos del Sistema Solar permitían, con más o menos precisión, describir y aun predecir el movimiento de los llamados cuerpos celestes.

Hacia el año 1590, el astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601) realizó, aún sin telescopio, observaciones muy exactas del movimiento de los planetas y por ejemplo, determinó que la órbita de Marte es elíptica y no circular como se afirmaba en esa época.

El astrónomo alemán Johannes Kepler (1571-1630), a partir de las mediciones efectuadas por Brahe, pudo llegar a tres leyes que permiten una descripción matemática de los movimientos de los planetas.

La primera de estas leyes acepta que las órbitas de los planetas son elipses y no circunferencias. Las otras dos leyes permiten describir la velocidad ligeramente cambiante de los planetas en distintas posiciones de la órbita y relacionar matemáticamente al tiempo que tarda cada planeta en dar un recorrido completo a su órbita con su distancia al Sol.

Aunque las leyes de Kepler siguen vigentes, tenían el inconveniente de que no daban ninguna explicación de por qué los planetas se movían de esa manera.

## La propuesta de Newton

Isaac Newton (1642-1727) fue uno de los científicos más importantes de todas las épocas. Una epidemia de peste, obligó a Newton a recluírse en una granja durante dos años. Durante su estadía, desarrolló leyes fundamentales para la Física, entre estas, la **Ley de Gravitación Universal**, que explica por qué los planetas se mueven de la manera que lo describen las leyes de Kepler.

Existe una anécdota, seguramente falsa, que dice que Newton al ver caer una manzana relacionó este hecho con el movimiento de la Luna. La fuerza que hace caer la manzana hacia la Tierra es similar a la que la Tierra ejerce sobre la Luna, impidiendo que se pierda en el espacio, como ocurriría con una piedra que se hace girar en el extremo de un hilo cuando se corta el hilo.

Newton propuso su ley a partir de dos ideas principales:

- La fuerza que la Tierra ejerce sobre la manzana es similar a la que mantiene a la Luna en órbita. Esta fuerza de atracción, llamada fuerza de gravedad, se da entre dos cuerpos cualesquiera por el solo hecho de tener masa.

- Para explicar el movimiento de la Luna y los planetas que llevaron a las leyes de Kepler, enunció la llamada Ley de Gravitación Universal, según la cual la intensidad de la fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Matemáticamente, se expresa como se ve sobre el lateral.

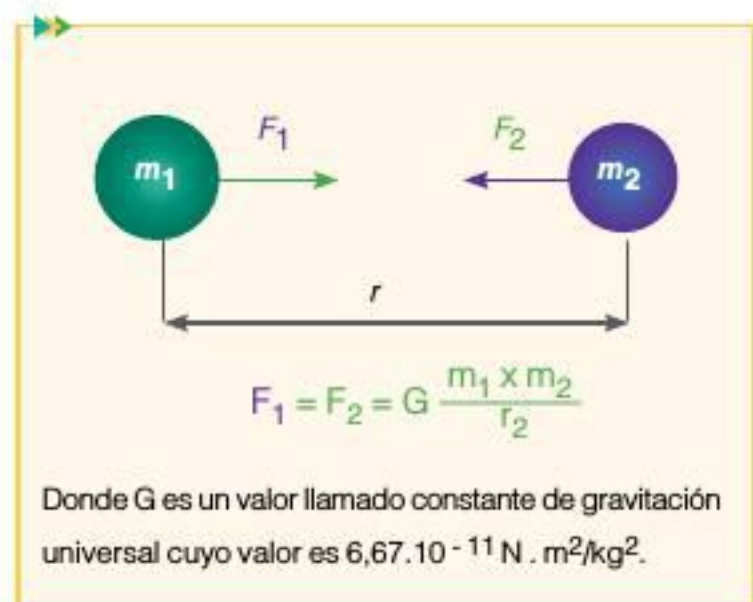


Antes de la invención del telescopio, Brahe diseñó grandes aparatos para realizar mediciones lo más exactas posibles de las posiciones en el cielo.

## El telescopio

En el año 1610, el astrónomo italiano, Galileo Galilei enfocó por primera vez un telescopio hacia el cielo y descubrió montañas lunares, satélites de Júpiter y la rotación del Sol. En la actualidad el cielo se estudia mediante el uso de telescopios y radiotelescopios ubicados en puntos de la Tierra donde la atmósfera permite una mejor visión.

En 1990 se puso en órbita el telescopio Hubble, que permite sortear los inconvenientes que ocasiona la propia atmósfera.





## Calculando la atracción gravitatoria

Según la Ley de Gravitación Universal, cualquier par de cuerpos, por el solo hecho de tener masa, se atraen mutuamente con fuerzas de igual intensidad que se calculan de acuerdo con la expresión matemática de la página anterior. Una primera pregunta sería: ¿por qué, entonces, no se atraen dos manzanas puestas a una distancia de 30 cm una de la otra?

En realidad se atraen pero lo hacen en forma muy débil. Al hacer el cálculo hay que tener en cuenta que la constante  $G$ , que multiplica en la expresión matemática de la Ley de Gravitación Universal es  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ , lo que significa que hay que colocar 0, diez ceros y después el 6.

Supongamos que dos manzanas de 200 gramos de masa se ubican a una distancia de 30 cm una de otra y se atraen con una fuerza de aproximadamente  $3 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ ; (esto es, cero coma, diez ceros, y después el 3). Esta fuerza de atracción entre ambos cuerpos es tan chica que no se puede detectar.

Cuando las masas intervinientes son las de los planetas como la Tierra que tiene un valor de  $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  o la de la Luna, que vale  $7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ , entonces las fuerzas gravitatorias son importantes.

La Ley de Gravitación Universal permitió explicar, por ejemplo, el movimiento de los planetas y satélites, o la producción de las mareas, pero debido a que el valor de las fuerzas entre cuerpos menores es muy baja, esta no se pudo comprobar en un laboratorio hasta 1798, 130 años después de la propuesta de Newton.

## Cuerpos en órbita

La atracción gravitatoria entre los cuerpos descrita por la Ley de Gravitación Universal permitió justificar las leyes de Kepler, es decir, explicar por qué las órbitas de los planetas son elípticas, cómo se modifica su velocidad a lo largo de la órbita y cómo están relacionados los períodos, es decir el año de cada planeta, con sus distancias al Sol. Esta ley explica también en forma muy simple por qué estar en órbita es prácticamente lo mismo que caer.

Si se lanza, por ejemplo, una flecha en forma horizontal, esta es atraída por la Tierra, por lo que describe una parábola y cae al piso. Si se la lanza con mayor velocidad inicial, ocurre lo mismo pero llega más lejos. Si se continúa aumentando la velocidad del lanzamiento, llega un punto en que, debido a la curvatura de la Tierra, la flecha no llega al piso sino que entra en órbita.

Por supuesto que el ejemplo utilizado no puede reproducirse porque además de los obstáculos, el frotamiento con la atmósfera terrestre la frenaría. Pero, en el espacio exterior no hay atmósfera ni obstáculos que puedan impedir que un cuerpo, como la Luna, "caiga" en forma permanente.

En la actualidad, para lanzar un satélite artificial, se lo eleva con un cohete hasta la altura programada fuera de la atmósfera, y se lo dispara. El punto de disparo y su velocidad inicial determinarán cómo será la forma de su órbita.

Existe un límite de velocidad, llamado velocidad de escape, por encima del cual el cuerpo no entra en órbita sino que sale de la atracción terrestre hacia el espacio exterior. La velocidad de escape para la Tierra es de 11,2 km/s.

### El descubrimiento de Neptuno

Cuando en 1781 se descubrió el planeta Urano, los cálculos de su órbita no coincidían con lo esperado. ¿Fallaba la Ley de Gravitación Universal o había algún planeta desconocido que alteraba con su atracción la órbita de Urano?

Como algunos otros, el astrónomo francés Urbain Le Verrier calculó, a partir de las ideas de Newton, cómo tenía que ser ese supuesto planeta desconocido y dónde debía estar ubicado. Pasó sus datos a un observatorio en Alemania, y con esos datos el astrónomo Johan Galle con solo media hora de búsqueda ubicó el 23 de septiembre de 1846 al nuevo planeta: Neptuno.



Como propuso Newton, disparando un proyectil con suficiente velocidad, se lo podría poner en órbita. Los satélites artificiales se disparan de esa manera desde mucha altura, fuera de la atmósfera.



## Los viajes espaciales

Aunque la Ley de Gravitación Universal daba el sustento teórico para la salida al espacio exterior del hombre, la tecnología necesaria para poder hacerlo tardó bastante más en desarrollarse.

Aun antes de contar con las herramientas para salir al espacio, la ciencia ficción ya había comenzado a especular sobre el tema. En la primera mitad del siglo XIX se publicaron libros, historietas y películas sobre supuestos viajes espaciales, y en 1865 el escritor francés Julio Verne escribió su libro *De la Tierra a la Luna*.

El enorme desarrollo espacial actual ha sido consecuencia de la curiosidad científica, los avances tecnológicos y también razones políticas y bélicas.

La llamada era espacial comenzó el 4 de octubre de 1957 con el lanzamiento de Sputnik I, el primer satélite artificial de la Tierra por parte de la entonces Unión Soviética. Cuatro años más tarde, el soviético Yuri Gagarin se convirtió en el primer hombre en entrar en órbita terrestre, y recién en 1969 el norteamericano Neil Armstrong pasó a ser el primer hombre en pisar la Luna.

Además de las investigaciones en el campo de la ciencia, el actual desarrollo espacial impacta en muchos aspectos de la vida diaria, en particular, en las comunicaciones satelitales.

### La ingravidez en una estación espacial

En los documentales y películas de ficción, se observa una situación dentro de las naves en órbita terrestre denominada genéricamente "ingravidez": los objetos y personas parecen flotar y no tener peso, es decir, no se caen como en la Tierra. De hecho, el término ingravidez parece indicar falta de gravedad. ¿No es válida la Ley de Gravitación Universal dentro de estas naves? Al estar en órbita o cerca de algún planeta, ¿no son atraídos los cuerpos que se encuentran dentro de estas?

Tal como se indica en la página anterior, un satélite o plataforma espacial está en órbita precisamente porque hay atracción gravitatoria. No solo ocurre esto en satélites orbitando. Por ejemplo, cuando se lanza un vehículo fuera de la atracción terrestre, por ejemplo a Marte, solo se utilizan pequeños cohetes para ajustar la trayectoria que está programada: su propulsión es básicamente debida a las fuerzas gravitatorias que ejercen el Sol, la Tierra y Marte.

Para explicar esta sensación de ingravidez, Albert Einstein, en su libro *La evolución de la física* trató lo que llamó la física del ascensor, pensando en una situación ideal. Supongamos que un hombre estuviese en un ascensor y se corta el cable de modo tal que este cae, y en ese momento el hombre sacara un pañuelo y lo soltara delante de sus ojos. Él lo vería siempre en la misma posición (delante de sus ojos) porque el pañuelo cae con él; es como si estuviese flotando en el aire.

Como estar en órbita es equivalente a caer, todo lo que está dentro de una plataforma en órbita "cae" en simultáneo. Por lo tanto, desde el interior de la plataforma parece no tener peso. Por ejemplo, si se coloca una manzana en un lugar se queda allí, y si se la empuja, se desplaza sin caer.

Si eso mismo se lo describe desde la Tierra, ni el astronauta ni la manzana están quietos, sino que están girando alrededor de la Tierra.



En noviembre de 1957 se lanzó el satélite Sputnik II, que transportó por primera vez un ser vivo al espacio exterior: una perra llamada Laika



En la Estación Espacial Internacional, un astronauta parece flotar debido a la llamada condición de ingravidez.



## Las mareas

La observación del ascenso y descenso del agua de mar desde una playa permite describir lo que ocurre con las mareas.

El agua de mar asciende notoriamente dos veces por día (ocupando, por ejemplo, parte de una playa) y desciende otras tantas veces. Este proceso, que

se conoce como el fenómeno de las mareas, pudo ser explicado finalmente por Newton a partir de la Ley de Gravitación Universal.

El fenómeno de las mareas fue conocido por los navegantes desde siempre, y ya hace unos 2.500 años en la antigua Grecia se lo relacionó con las posiciones de la Luna en el cielo. Se suponía desde entonces, que la Luna estaba de alguna manera relacionada



La atracción lunar produce el ascenso de la marea.

con el ascenso y descenso del agua en los mares.

En realidad, no solo la Luna influye en el ciclo de las mareas. Aunque en menor medida, también lo hace el Sol, ya que ambos cuerpos ejercen atracción gravitatoria sobre las aguas de los océanos, como lo explicó Newton.

Como se puede observar en la figura, la Luna al estar relativamente cerca de la Tierra, produce una acción gravitatoria que se nota especialmente en el agua de los mares que es atraída hacia ella. Debido a la rotación de la Tierra alrededor de su eje, la forma que adoptan los océanos es simétrica (similar a una pelota de rugby), y el ascenso de las mareas se produce a ambos lados.

El Sol también interviene en el fenómeno de las mareas. Aunque su masa es muy superior a la de la Luna, este astro está mucho más lejos de la Tierra, por lo que su influencia gravitatoria sobre el agua de los océanos es menor (recordemos que esta se relaciona con la distancia). Sin embargo, su efecto se hace más notorio cuando su atracción se suma a la de la Luna debido a la posición relativa de ambos. En cada lugar de la Tierra, las diferentes posiciones que van adoptando la Luna y el Sol hacen que los horarios de la marea alta, llamada pleamar y la marea baja, llamada bajamar, cambien diariamente.



Cuando el Sol y la Luna se alinean su efecto es mayor, en cambio cuando se ubican de tal manera que sus direcciones desde el centro de la Tierra son perpendiculares, sus efectos se contrarrestan parcialmente.

## La atmósfera terrestre

La atracción gravitatoria de la Tierra también actúa atrayendo y manteniendo a su alrededor a la capa formada por una mezcla de gases, llamada atmósfera.

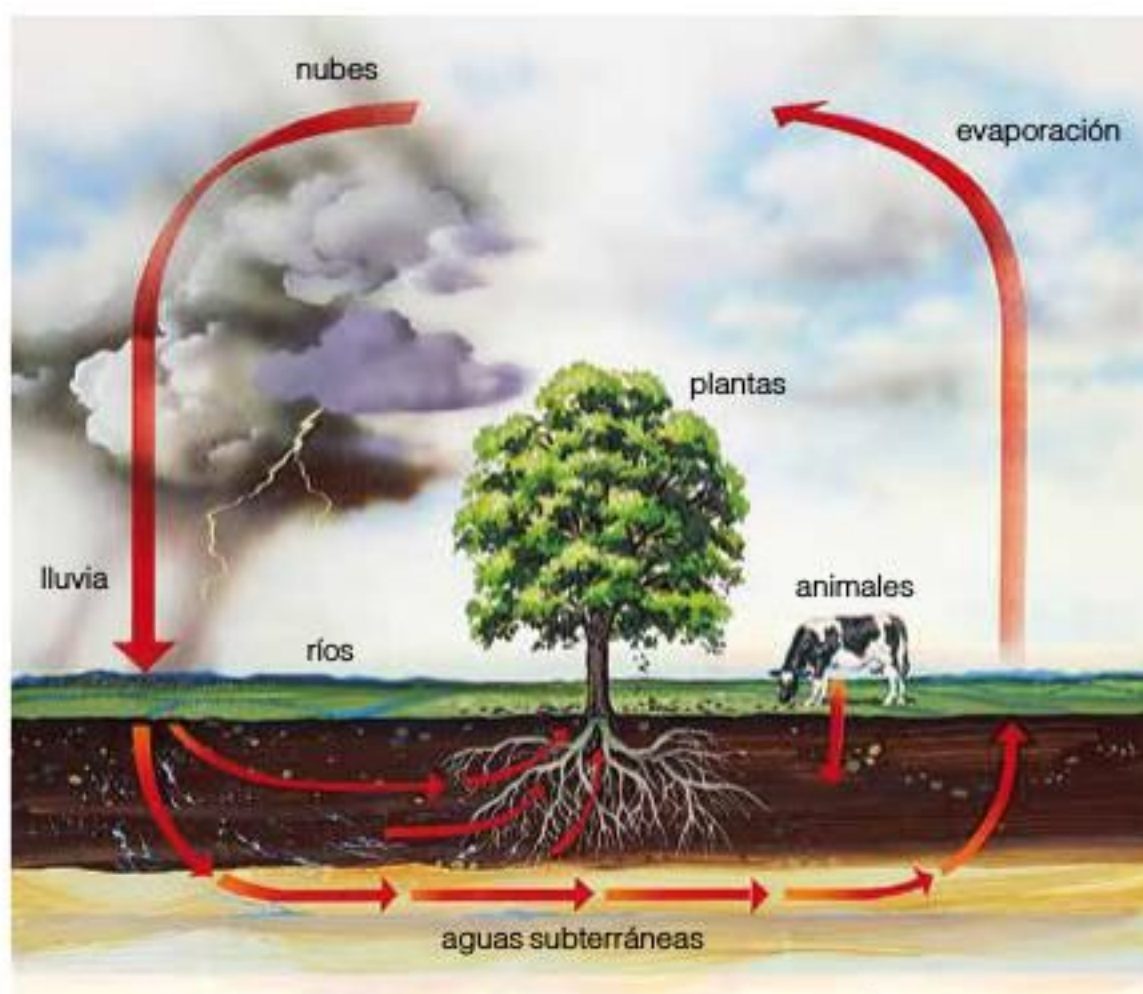
La atmósfera es un sistema sumamente dinámico. La atmósfera ha sido y es fundamental para generar y mantener las condiciones que han permitido el desarrollo de la vida en la Tierra, gracias a su contenido de oxígeno, el efecto invernadero que regula la temperatura de la superficie terrestre, y la capa de ozono que hace de escudo frente a las radiaciones provenientes del espacio exterior.



## El ciclo del agua

Un ciclo no tiene ni principio ni fin. En general, para describir las diferentes etapas por las que pasa el agua en la atmósfera terrestre y en mares, ríos, lagos y otros reservorios, se suele comenzar por la evaporación, se sigue por la formación de nubes, luego las precipitaciones, y finalmente el regreso del agua a la superficie, a depósitos de hielo y al subsuelo de la Tierra.

Los "motores" de este proceso son la radiación tanto solar como terrestre que entregan energía para el desarrollo de este ciclo, y la atracción gravitatoria de la Tierra, que lo completa.



### Evaporación

El proceso de evaporación es una de las formas en que el agua pasa del estado líquido al de vapor. A diferencia de lo que ocurre cuando el agua hierve, el agua no debe alcanzar una temperatura determinada (de 100 °C) para que la evaporación se produzca. A cualquier temperatura la energía proveniente del exterior, por ejemplo del Sol, llega a moléculas de agua líquida cercanas a la superficie. Con esa energía extra, algunas escapan al aire y forman vapor de agua. En los océanos, que cubren cerca del 70% de la superficie terrestre, se produce este fenómeno por la radiación solar: miles de toneladas de agua pasan continuamente del estado líquido al de vapor.

### Condensación

El vapor de agua es elevado por vientos ascendentes hasta alturas donde las condiciones de presión y de baja temperatura hacen que el vapor de agua se condense, es decir vuelva al estado líquido. Las gotas de agua así formadas se juntan alrededor de partículas de polvo atmosférico y forman las nubes.

### Precipitación

Las nubes están formadas por gotas de agua y cristales de hielo. Las gotas formadas en las nubes van aumentando su tamaño, hasta que en un momento determinado caen debido a la atracción que ejerce la Tierra sobre ellas. Según las condiciones climáticas, esta precipitación puede ser lluvia, nieve o granizo.

### El ciclo termina y comienza nuevamente

La mayor cantidad de agua proveniente de la precipitación cae nuevamente a los océanos. El resto cae sobre montañas, suelo, ríos, lagos, etc. Esta masa de agua queda acumulada como hielo o nieve, y filtra a ríos subterráneos o, debido a la gravedad, escurre descendiendo nuevamente hasta el mar.

### Grandes reservorios de agua

Los mayores reservorios de agua del planeta son los océanos. Pero el agua salada no es apta para el consumo humano o animal, el riego, ni la mayoría de los usos industriales (a menos que se le hagan tratamientos, por el momento muy costosos). Las mayores reservas de agua dulce están en forma de hielo en los glaciares, donde permanecen por largo tiempo. En segundo lugar, los mayores depósitos de agua dulce están en los acuíferos subterráneos.





## El ciclo del carbono

La energía proveniente del Sol también está relacionada con otro de los ciclos que ocurren en la naturaleza: el ciclo del carbono.



Ciclo del carbono.

La energía solar permite que los vegetales que tienen clorofila realicen el proceso de fotosíntesis mediante el cual se genera materia orgánica a partir del dióxido de carbono contenido en el aire, que es luego restituído durante la respiración.

### Fotosíntesis

La fotosíntesis es el proceso mediante el cual, los vegetales y otros organismos que tienen clorofila, sintetizan los llamados compuestos orgánicos a partir del dióxido de carbono del aire y del agua, utilizando la energía solar.

Aunque solo constituye el 0,03% de los gases de la atmósfera, el dióxido de carbono

(CO<sub>2</sub>) permite a través de los productos de la fotosíntesis, que el carbono ingrese a las cadenas alimentarias. De hecho, este elemento constituye una parte fundamental de todos los seres vivos.

Otra de las consecuencias de la fotosíntesis es que produce oxígeno, que es liberado al medio, tanto a la atmósfera, como al suelo y el mar.

### Efecto invernadero

La energía que llega desde el Sol calienta la superficie terrestre. Debido a su propia temperatura, la Tierra también emite energía diferente a la del Sol. Esta energía, llamada radiación terrestre, es absorbida en parte por el dióxido de carbono y otros gases que se encuentran en la atmósfera, y es reemitida. Este proceso, llamado efecto invernadero, ha permitido mantener la temperatura media en la superficie terrestre.

El aumento en la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera produce un desbalance entre la energía que entra y la que sale de la atmósfera, lo que produce el calentamiento global.

### Respiración

Todos los seres vivos respiran. Desde la simplificación que da el punto de vista del ciclo del carbono, este proceso implica la utilización de oxígeno, y la producción y eliminación de dióxido de carbono al medio.

Cualquiera sea el sistema respiratorio que tengan los organismos, mientras estos sean aerobios, la consecuencia principal de la respiración es el reingreso a la atmósfera del dióxido de carbono.

Los vegetales representan la mayor proporción de biomasa del planeta, por lo que aportan la mayor cantidad del dióxido de carbono restituído a la atmósfera, que proviene principalmente de las regiones selváticas y boscosas.

## Intervención de las actividades humanas

Hoy en día se utilizan cada vez más los hidrocarburos en diferentes actividades humanas. El gas y el petróleo entregan energía para generar electricidad, para calefaccionar y para alimentar motores, entre otras finalidades. En todos estos procesos se emite a la atmósfera dióxido de carbono. De esta manera disminuyen las reservas de hidrocarburos y aumenta la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera.

La deforestación es otra actividad humana que influye en este ciclo. La tala de bosques sin reposición ha disminuido notoriamente la superficie en la que se produce la absorción del dióxido de carbono por fotosíntesis. ¿Por qué?



## Ideas básicas

- ▶ Históricamente se han propuesto diferentes modelos del Sistema Solar, hasta llegar al actual, el heliocéntrico.
- ▶ Los movimientos básicos de la Tierra, de rotación alrededor de su eje y de traslación en su órbita, permiten explicar fenómenos como: el día y la noche, la hora en cada lugar de la Tierra en cada momento y el transcurrir de las estaciones del año en cada hemisferio.
- ▶ Las estaciones se deben al movimiento de traslación de la Tierra y a la inclinación del eje terrestre respecto del plano de su órbita.
- ▶ La Ley de Gravitación Universal establece que dos cuerpos cualesquiera se atraen con fuerzas cuyas intensidades son directamente proporcionales al producto de sus masas e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia que los separa.
- ▶ La Ley de Gravitación Universal permite explicar situaciones como la caída de los cuerpos en las cercanías de la Tierra, las leyes de Kepler que establecen cómo se mueven los satélites y los planetas, la puesta en órbita de satélites artificiales, y las mareas a partir de la atracción lunar y del Sol.

## Actividades de integración

1. La observación del Sol durante un día muestra que este astro se mueve en el cielo saliendo por el este, llegando hacia el mediodía a su punto más alto y luego poniéndose por el Oeste. Entonces, ¿por qué se tuvo que avanzar hacia un sistema heliocéntrico?
2. ¿Cómo se explica que cuando en la Argentina es verano, en Canadá es invierno?
3. ¿Por qué el año marciano (en Marte) es mayor que el año terrestre?
4. Una persona de 70 kg de masa se va a sentar en una silla de 10 kg de masa. Según la Ley de Gravitación Universal, existen entre ambos cuerpos fuerzas de atracción. ¿Por qué la silla no se eleva hacia la persona?
5. Suponiendo que dos cuerpos se atraen mutuamente debido a su interacción gravitatoria con fuerzas de 10 newton de intensidad, indiquen cuál será la intensidad de la atracción en los siguientes casos:
  - ▶ Se duplica la distancia entre ellos.
  - ▶ Se reduce la distancia a la mitad.
  - ▶ Se mantiene constante la distancia, y se triplica la masa solo de uno de ellos.
6. En el ciclo del agua, la evaporación que se produce en la superficie de los mares es la forma en que mayoritariamente el agua líquida se transforma en vapor. La rapidez con que se evapora el agua depende del área de la superficie de contacto con el aire y, además, depende del viento que favorece el proceso y de la temperatura. Sin llegar al punto de hervor, los líquidos se evaporan más rápidamente en su superficie si están a mayor temperatura. A partir de estas consideraciones, ¿cuál es la explicación de los siguientes hechos?
  - ▶ Para secar la ropa se la extiende en lugar de dejarla doblada o arrugada.
  - ▶ Si se derrama un poco de agua sobre el piso y se extiende su superficie, se seca más rápido.
  - ▶ El cabello seca más rápido con un secador eléctrico.

El secador de cabello arroja viento caliente.





7. Contesten las siguientes preguntas justificando cada respuesta:

- a. Si la Tierra siempre tarda el mismo tiempo en dar una vuelta completa sobre su eje, ¿por qué cambia la duración de los días y las noches según la época del año?
- b. ¿El invierno ocurre porque la Tierra en su órbita elíptica está más alejada del Sol?

8. La luz viaja en el vacío a la mayor velocidad que admite la naturaleza; nada puede viajar a una velocidad mayor. Su valor, que se indica en Física con la letra **c** es:  $c = 300.000 \text{ km/s}$ .

Como las distancias interestelares son muy grandes se ha definido como una unidad de distancia el año luz, que es la distancia que recorre la luz en un año y es equivalente a 9,5 billones de kilómetros, es decir, 9,5 seguido de 11 ceros.

- a. ¿Cuánto tarda la luz en llegar a la Tierra desde el Sol sabiendo que este astro se encuentra a 150 millones de kilómetros de nuestro planeta?
- b. La estrella más cercana al Sol, Alfa Centauro, está a 4 años luz de distancia, es decir que la luz tarda 4 años en llegar. Debido a que podemos observar el aspecto que tenían los cuerpos en el momento que emitieron la luz que nos llega, estamos viendo a la estrella Alfa Centauro como era hace 4 años.

En el cielo nocturno se observan estrellas situadas a millones de años luz. ¿Vemos el aspecto actual de estas o el que tenían millones de años atrás?

9. En nuestro país, la investigación espacial está coordinada por la CONAE, Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

- a. Investiguen cómo fue el comienzo de la investigación espacial en nuestro país desde comienzos de la década de 1960.



- b. Busquen información sobre el primer viaje tripulado en la Argentina cuando en 1969 fue lanzado desde la base Chamental, en La Rioja, el cohete Canopus II que llevó hasta 85 km de altura un mono que fue recuperado.

c. En la actualidad, se han desarrollado y construido satélites artificiales de investigación y comunicaciones lanzados desde bases en el exterior. Averigüen en qué consisten los proyectos satelitales como SAC D, SAO COM y SABIA MAR. Redacten un breve resumen en sus carpetas.

- d. Investiguen cuáles son las características del cohete Tronador II que se desarrolla actualmente con la intención de poder utilizarlos para futuros lanzamientos.

Páginas de referencia para esta actividad:

<http://www.conae.gov.ar/>  
<http://argentinaenelespacio.blogspot.com.ar/2014/08/historia-aeroespacial-argentina.html>



10. El 14 de julio de 2015, después de casi 10 años desde su lanzamiento, la sonda espacial New Horizons llegó a las proximidades de Plutón tras recorrer más de 5.000 millones de kilómetros. En algunos momentos, al pasar por las cercanías de Júpiter, alcanzó la mayor velocidad que haya tenido un artefacto construido por el ser humano, unos 75.000 km/h (lo que equivale aproximadamente a 21 kilómetros por segundo).

- a. En una noticia sobre el tema se dice: "La sonda espacial NH pasó ayer a solo 12.430 km de Plutón". Comparen esa distancia con valores terrestres conocidos, como el propio radio terrestre o la distancia desde Ushuaia hasta La Quiaca.
- b. Suponiendo que la sonda mantuviese esa enorme velocidad, una vez que abandonara el Sistema Solar, ¿cuánto tardaría en llegar a la región de la estrella más cercana ubicada a 4 años luz de distancia?



## ► Índice alfabético temático

Aceleración	30	Corriente eléctrica	218, 219, 220, 221	Fenómeno	26
gravitatoria	41	Corrosión	177, 178, 182, 183	Fenómenos naturales	26
Agua	127, 149, 170, 172, 174	metálica	177	Fermentación láctica	136
mineral	171	Dato	12	Filtración	110
potable	171, 174	Decantación	111	Física	17, 18
Aguja magnética	208	Declinación magnética	211	Fisión	53
Aire	168	Degradar	59	Fluido	72
Aislador	192	Descomposición	138	Formas de la energía	55
Aleaciones	118	Destilación simple	121, 122	Fórmula	143
Alquimia	19	Destilación fraccionada	122	mínima	146
Aniones	145, 191	Dirección	35, 36	Fotosíntesis	136
Átomo	139, 151	Disipación	60	Fragilidad	83
Bacterias	136	Disolución	111	Fuerza	31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
Calentamiento global	168, 169	Ductilidad	84	a distancia	40
Calor	63, 68, 69, 70	Dureza	83	concurrente	38
Campo eléctrico	203, 204, 205	Ebullición	98	de contacto	39
Campo magnético	203, 208, 209	Ejes cartesianos	27	de frotamiento	39
terrestre	210	Elasticidad	83	de roce	39
Carbono	151	Electricidad	189	elástica	39
Carga eléctrica	190, 191, 193	Electricidad en la atmósfera	206	eléctrica	40
Carga negativa	189	Electroimán	201	electromotriz	223
Carga positiva	189	Electrostática	212	gravitatoria	40
Central eléctrica	238	Elemento	151, 155	magnética	40
Cinemática	27	químico	142	paralela	37
Circuito eléctrico	230	Energía	50	Fusión	53
Circuito mixto	229	cinética	55	Galvanizado	182
Coloides	114	eléctrica	216, 234, 235, 237	Gas	98, 165
Combustibles	162	interna	56, 68	Gases	88, 96
fósiles	164	nuclear	56	en solución	120
Combustión	162, 163	potencial	55	ideal	97
Conducción	70	solar	54	natural	164, 165
Conductor	192	Escala	36	nobles	157
Contaminación atmosférica	169	Esquemas conceptuales	113	real	97
Contaminación del agua	172	Evaporación	97, 111	Gravedad	41
Contaminación térmica	172			Hecho	12
Convección	70				



Imán	198, 199, 200	cinético-corpúscular	93, 137	Sentido	35, 36
Imantación	111	Molécula	139	Símbolo	13, 141, 142
Inclinación magnética	211	de agua	137	Sistema	37, 38, 64
Intensidad	34	Movimiento	26, 27, 28	heterogéneo	112
Información	181			Sólido	86, 94
Interacciones	31, 32	Nafta	165	Soluciones	118, 120, 121, 124, 126
Iones	145, 191			acuosas	119
Isótopos	191	Objeto	80, 82	Suspensiones	114
		Oxígeno	147	Sustancia compuesta	138, 153
Joule	51, 58, 229			Sustancia elemental	154
		Pararrayos	207	Sustancia simple	138, 153, 154
Led	192	Peso	41, 42		
Ley de Boyle-Mariotte	90	atómico	155	Tabla periódica	13, 155, 156, 157
Ley de Charles y Gay Lussac	89	Petróleo	164, 165	Tamización	111
Ley de Coulomb	196, 197	Plasticidad	83, 84	Tenacidad	83
Ley de Gay Lussac (segunda)	92	Premio Nobel	14, 15	Tensión superficial	95
Ley de Ohm	224	Presión	45, 46	Teoría	12
Ley de las proporciones		atmosférica	46	Temperatura	68
definidas	144	normal	102	de ebullición	102
Ley de la Termodinámica	57	Principios científicos	57	de fusión	102
Línea de campo	205	de conservación	57	Trabajo	65, 66, 67
Líquido	86, 98	Polos magnéticos	199	Transformaciones	
		Potencia	52	químicas	129, 130, 136, 138, 141, 151
Magnetismo	198, 212	eléctrica	231	Tría	110
Magnitud	82	Protección eléctrica	233		
Maleabilidad	84			Variación	57
Masa	43	Química	19	Vapor	98
atómica	155			Vaporización	98
Materia	80, 82	Radiación	65, 70, 74, 75	Vectores	29, 35, 36
discontinuidad	93	térmica	74	Velocidad	29
propiedades específicas	82	Rapidez	29	Vidrios	184
propiedades organolépticas	82	Reacciones de combinación	151	Viscosidad	84
Materiales	80, 82	Reacciones químicas	108, 138	Volumen	86
Mezclas	108	Recursos	164		
heterogéneas	110	Resistencias	226, 228		
homogéneas	115	Revolución Científica	18		
Modelo	10, 11				
atómico	190				