

REFLEXIÓN
SOBRE LA
CIENCIA

LA MATERIA: NATURA-
LEZA CORPUSCULAR.
ELECTRICIDAD Y MAG-
NETISMO. FUERZAS
Y CAMPOS.

FÍSICA Y QUÍMICA

FORMACIÓN
EN VALORES

TRABAJO
EN COMPE-
TENCIAS
DIGITALES

NAVEGÁ POR TU LIBRO

ESTE LIBRO DE FÍSICA Y QUÍMICA
FORMA PARTE DEL **PROYECTO
NODOS**, UNA PROPUESTA DE SM
PARA ALUMNOS DE ESCUELA
SECUNDARIA COMO VOS.

TU LIBRO ESTÁ
ORGANIZADO EN
CUATRO BLOQUES:

BLOQUE I
LA NATURALEZA
CORPUSCULAR DE
LA MATERIA

BLOQUE II
EL CARÁCTER
ELÉCTRICO DE
LA MATERIA

BLOQUE III
MAGNETISMO
Y MATERIA

BLOQUE IV
FUERZAS
Y CAMPOS

Las páginas que introducen
cada bloque presentan los
temas que estudiarás en sus
capítulos.



Este libro incluye una lámina desplegable que
presenta los materiales y las normas de seguridad en
el laboratorio y una Tabla Periódica de los elementos.

Al comenzar cada bloque, la sección **Enfoques** te permitirá saber qué se creía en otros momentos acerca de los temas tratados en él.

Al finalizar cada bloque, en la sección **Enfoques** podrás reflexionar acerca de los temas estudiados, y en **Cerrar sesión**, dar a conocer junto con tus compañeros todo lo que aprendieron.

EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII

EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII. EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII. EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII.

En el siglo XVIII, el mundo experimentó cambios profundos en su estructura política, económica y cultural. La Ilustración, movimiento intelectual que buscaba el progreso a través de la razón y la ciencia, influyó en la política, dando lugar a revoluciones como la francesa. En la economía, el mercantilismo se consolidó como la base del comercio internacional. La cultura se caracterizó por el neoclasicismo y el rococó, estilos que reflejaban la búsqueda de la perfección y la armonía.

EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII

En el siglo XVIII, el mundo experimentó cambios profundos en su estructura política, económica y cultural. La Ilustración, movimiento intelectual que buscaba el progreso a través de la razón y la ciencia, influyó en la política, dando lugar a revoluciones como la francesa. En la economía, el mercantilismo se consolidó como la base del comercio internacional. La cultura se caracterizó por el neoclasicismo y el rococó, estilos que reflejaban la búsqueda de la perfección y la armonía.



EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII

En el siglo XVIII, el mundo experimentó cambios profundos en su estructura política, económica y cultural. La Ilustración, movimiento intelectual que buscaba el progreso a través de la razón y la ciencia, influyó en la política, dando lugar a revoluciones como la francesa. En la economía, el mercantilismo se consolidó como la base del comercio internacional. La cultura se caracterizó por el neoclasicismo y el rococó, estilos que reflejaban la búsqueda de la perfección y la armonía.

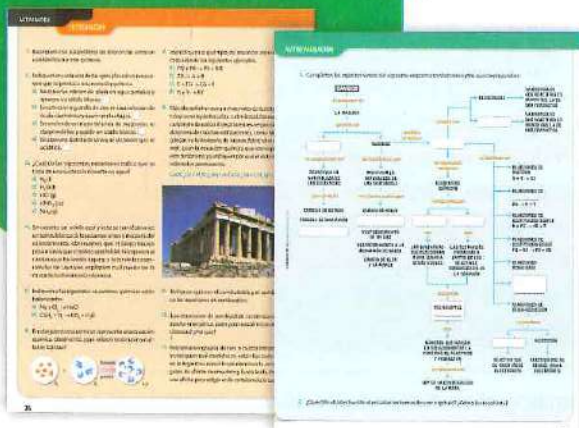


EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII

En el siglo XVIII, el mundo experimentó cambios profundos en su estructura política, económica y cultural. La Ilustración, movimiento intelectual que buscaba el progreso a través de la razón y la ciencia, influyó en la política, dando lugar a revoluciones como la francesa. En la economía, el mercantilismo se consolidó como la base del comercio internacional. La cultura se caracterizó por el neoclasicismo y el rococó, estilos que reflejaban la búsqueda de la perfección y la armonía.

Los capítulos incluyen recuadros con herramientas de trabajo y otros que plantean temas relacionados con valores para debatir.

Al finalizar cada capítulo, encontrarás actividades de integración y una autoevaluación, que se presenta como una red conceptual para completar.



LA HISTORIA MANEJA SUS PROPIAS REGLAS

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

1. EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

2. EL MUNDO EN EL SIGLO XIX

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

3. EL MUNDO EN EL SIGLO XX

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

1. EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

2. EL MUNDO EN EL SIGLO XIX

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

3. EL MUNDO EN EL SIGLO XX

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

LA HISTORIA MANEJA SUS PROPIAS REGLAS

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

1. EL MUNDO EN EL SIGLO XVIII

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

2. EL MUNDO EN EL SIGLO XIX

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

3. EL MUNDO EN EL SIGLO XX

En este capítulo, aprenderás a manejar la historia de la humanidad, desde sus orígenes hasta el presente. Aprenderás a identificar los factores que han influido en el desarrollo de la civilización y a analizar los cambios que se han producido a lo largo del tiempo.

AL FINAL DEL LIBRO, SE INCLUYEN TRABAJOS PRÁCTICOS CON LOS QUE PODRÁS APRENDER MUCHO MÁS JUNTO CON TUS COMPAÑEROS.

INTRODUCCIÓN. CONOCIMIENTO Y CIENCIA	8
El papel y la imagen de los científicos.....	9
Los científicos y su compromiso social.....	9
Los métodos de la ciencia.....	10
Una nueva concepción del método científico.....	11
Los modelos científicos.....	12
Tipos de modelos científicos.....	13
Por qué aprender ciencias.....	14
¿Qué ciencia se enseña en la escuela?.....	15
Los comienzos de la ciencia.....	16
La ciencia en la Edad Media.....	17
La Edad Media lejos de Europa.....	17
La ciencia en la Edad Moderna.....	18
La primera revolución científica.....	19

BLOQUE 1

LA NATURALEZA CORPUSCULAR DE LA MATERIA



Enfoques. Continuidad y discontinuidad de la materia.....22

1 ESTADOS Y PROPIEDADES DE LA MATERIA	24
Los materiales.....	24
La materia y los materiales.....	25
Variedad de materiales.....	25
Las propiedades de los materiales.....	26
Propiedades específicas.....	26
Propiedades extensivas e intensivas.....	27
Propiedades extensivas y unidades.....	27
Propiedades intensivas y unidades.....	27
Los estados de agregación de la materia.....	28
Estados de la materia y modelo de partículas.....	28
Propiedades de los estados de agregación.....	29
El estado sólido.....	29
El estado líquido.....	30
El estado gaseoso.....	31

Teoría cinética de gases.....	31
Estado de plasma.....	31
Cambios de estado.....	32
Cambios de estado y modelo de partículas.....	32
Cambios de estado progresivos y regresivos.....	33
El estado gaseoso y las variables de estado.....	34
La presión en los gases.....	34
La presión atmosférica.....	34
Temperatura y energía térmica.....	35
Medida de la temperatura.....	35
Camino a las leyes de los gases.....	36
Las leyes de los gases.....	37
Ley de Boyle y Mariotte.....	37
Ley de Charles y Gay-Lussac.....	38
Ecuación general de los gases ideales.....	39
Actividades de integración	40
Autoevaluación	41

2 MEZCLAS Y SOLUCIONES	42
Las mezclas.....	42
Variedad de mezclas.....	43
Mezclas y sustancias.....	43
Tipos de sistemas materiales.....	43
Los sistemas heterogéneos y su clasificación.....	44
Métodos mecánicos de separación de fases.....	45
Sistemas homogéneos.....	46
Soluciones.....	46
El aire, una mezcla heterogénea.....	47
Contaminantes del aire.....	47
Las soluciones sólidas.....	48
Aleaciones, vidrio y amalgamas.....	48
Variedad de aleaciones.....	49
La disolución y el modelo de partículas.....	50
Factores que afectan la solubilidad.....	51
La concentración de las soluciones.....	51
Tipos de soluciones y concentración.....	51
Curvas de solubilidad.....	52
Interpretación de las curvas de solubilidad.....	53
Modos de expresar la concentración de una solución.....	54
Porcentaje masa en masa (% m/m).....	54
Porcentaje masa en volumen (% m/V).....	55
Porcentaje volumen en volumen (% V/V).....	56
Relación entre % m/m y % m/V.....	57
Separación de los componentes de una solución.....	58
Destilación simple.....	58
Destilación fraccionada.....	58
Cristalización.....	59
Cromatografía.....	59
Cromatografía en papel.....	59
Actividades de integración	60
Autoevaluación	61

3 REACCIONES QUÍMICAS	62
Los cambios	62
Los cambios físicos y los cambios químicos	63
Reacciones químicas	64
Representación de las reacciones químicas	65
Las reacciones químicas y el reordenamiento de átomos	66
Las leyes fundamentales del cambio químico	67
Ley de la conservación de la masa	67
La energía y las reacciones químicas	68
La energía en la fotosíntesis	68
Energía de activación y modelo de colisiones	69
Clasificación de las reacciones químicas	70
Reacciones de combinación o síntesis	71
Reacciones de descomposición	72
Aplicaciones de las reacciones de descomposición	72
Reacciones ácido-base	73
Concepto de pH	73
La combustión	74
Combustibles y contaminación	75
Reacciones de óxido-reducción	76
Reducción del óxido de hierro y metalurgia	76
La corrosión	77
Prevención de la corrosión	77
Actividades de integración	78
Autoevaluación	79

Enfoques. Las intrincadas relaciones entre la teoría y la práctica	80
Cerrar sesión. Mostrar con imágenes	81



Enfoques. Del "electrón" de Tales al carácter eléctrico de la materia	84
--	----

4 LOS ÁTOMOS Y LA ELECTRICIDAD	86
Electricidad en todas partes	86
Un poco de historia: Primeros estudios sobre la electricidad	87
Dalton y su representación atómica	88
Un método para desunir los átomos	88
El modelo atómico de Thomson	89
El descubrimiento del electrón	89
Los componentes del átomo	90
La carga elemental	90
El modelo atómico de Rutherford	91
Los protones y los neutrones	91
La tabla periódica de los elementos	92
La clasificación de los elementos	93
La composición atómica	94
El número atómico	94
Número másico	94
Isótopos	94
Las uniones químicas	95
Enlace covalente	95
Enlace iónico	95
Enlace metálico	95
Los materiales y la electricidad	96
Fuerza eléctrica	96
Intensidad de la fuerza eléctrica: la ley de Coulomb	96
Transmisión de carga	96
Materiales buenos y malos conductores	97
La fuerza eléctrica y los materiales	98
El contacto entre cuerpos	98
El campo eléctrico	99
Representación gráfica del campo	99
La inducción eléctrica	100
Los rayos	101
Los pararrayos	101
Actividades de integración	102
Autoevaluación	103

5 LA CORRIENTE ELÉCTRICA	104
La electricidad al servicio de la humanidad	104
El movimiento de partículas cargadas	105
La circulación de iones y electrones	105
El sentido de la corriente eléctrica	106
Unidades de medición: el Coulomb y el Ampere	106
La velocidad de las cargas	107
La intensidad de un conductor es siempre la misma	107
Las pilas y el potencial eléctrico	108
La energía potencial eléctrica	108
Potencia eléctrica	110
Potencia y consumo de electricidad	110
Los circuitos eléctricos y sus componentes	112
Las resistencias eléctricas	113

Ley de Ohm.....	113
La representación de los circuitos.....	114
Cortocircuitos.....	114
Tipos de circuitos.....	115
Usos y conveniencias.....	115
El efecto Joule y sus aplicaciones.....	116
El transporte de electricidad.....	116
Cuando lo que se busca es calor.....	117
Los superconductores.....	117
La electricidad en el hogar.....	118
Prevención de accidentes y consumo responsable.....	119
La eficiencia energética.....	119
Actividades de integración	120
Autoevaluación	121

Enfoques. Situación de la electricidad en la sociedad actual.....	122
Cerrar sesión. Relacionar la información.....	123

BLOQUE

MAGNETISMO Y MATERIA



Enfoques. De “la piedra imán” de Tales al carácter electromagnético de la materia.....	126
---	-----

6 EL MAGNETISMO.....128

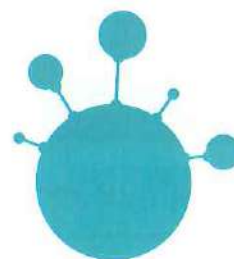
Semejanzas que no son casuales.....	128
El magnetismo en la historia.....	129
Primero fue en Oriente.....	129
Los imanes permanentes y no permanentes.....	130
Tipos de imanes permanentes.....	130
Los materiales frente al magnetismo.....	131
La magnetización de los materiales.....	132
Dominios magnéticos.....	132
La magnetización y la temperatura.....	133

Los polos magnéticos.....	134
La energía magnética.....	134
El campo magnético.....	135
Las líneas del campo magnético.....	135
El electromagnetismo.....	136
La corriente eléctrica como imán.....	136
La corriente eléctrica y el campo magnético.....	137
Actividades de integración	138
Autoevaluación	139

7 EL MAGNETISMO Y LA VIDA COTIDIANA.....140

Aunque no los veamos.....	140
El campo magnético terrestre.....	141
Una teoría muy aceptada.....	141
La brújula y la declinación magnética.....	142
La inclinación magnética.....	142
El paleomagnetismo.....	143
En el pasado... y en el futuro también.....	143
Los electroimanes.....	144
Tren de levitación magnética.....	145
Costos muy altos.....	145
Motores y generadores eléctricos.....	146
El motor eléctrico.....	146
El motor en marcha.....	147
Generadores y centrales eléctricas.....	147
Discos rígidos.....	148
Cómo se escriben y se leen los datos.....	148
Refrigeración magnética.....	149
Funcionamiento.....	149
Cómo funciona un disyuntor diferencial.....	150
La amplificación del sonido.....	151
Los parlantes.....	151
Actividades de integración	152
Autoevaluación	153

Enfoques. Verdades y mentiras del magnetismo y la materia.....	154
Cerrar sesión. Sistematizar y compartir información.....	155



BLOQUE

IV

FUERZAS Y CAMPOS



Enfoques. Cuando las leyes del cielo y de la Tierra coinciden..... 158

8 LAS FUERZAS.....160	
El movimiento y sus leyes.....	160
Acción y fuerza.....	161
El dinamómetro.....	161
Representación de las fuerzas.....	162
Superposición de fuerzas.....	162
Fuerzas aplicadas en la misma dirección.....	162
Fuerzas aplicadas en distinta dirección y sentido.....	163
La inercia.....	164
La primera ley de Newton.....	164
Fuerza y aceleración.....	165
La segunda ley de Newton.....	165
Intensidad de la aceleración.....	165
Las fuerzas de contacto y a distancia.....	166
Tipos de fuerzas de contacto.....	166
La fuerza de rozamiento.....	167
Tipos de fuerzas de rozamiento.....	167
Experimento de Mach.....	168
Principio de acción y reacción.....	169
La tercera ley de Newton.....	169
Actividades de integración.....	170
Autoevaluación.....	171

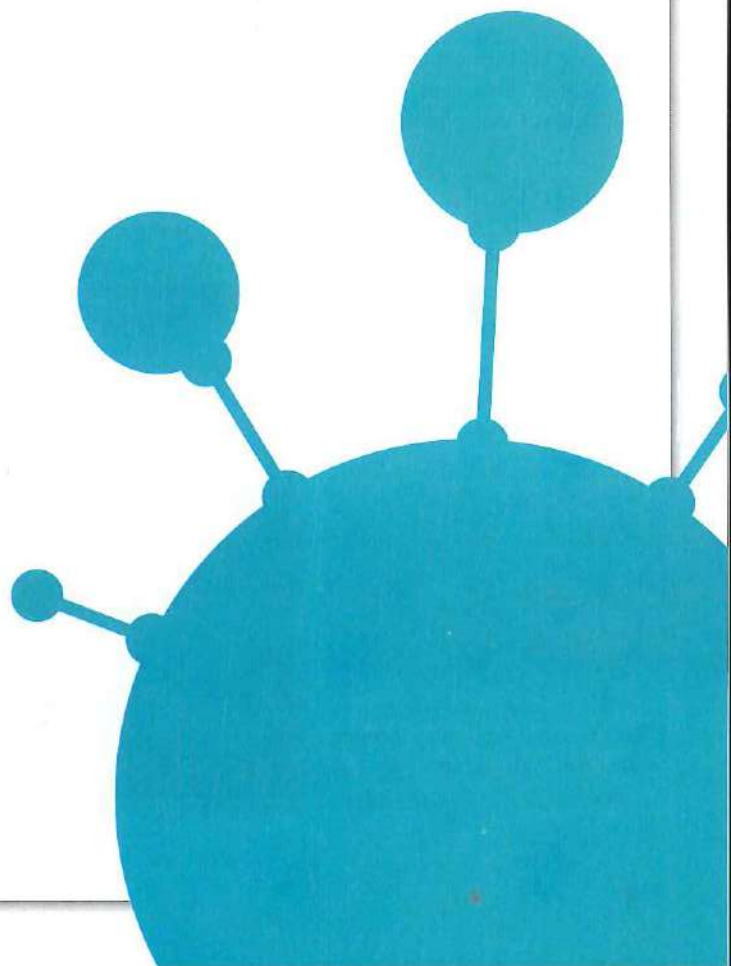
9 INTERACCIONES DE SUPERFICIE Y VOLUMEN.....172	
De la fuerza a los campos.....	172
Los medios continuos.....	173
Interacciones de superficie: la presión.....	174
Las diferencias de presión.....	175
La presión atmosférica.....	175
Interacciones de volumen: el peso.....	176
Diferencia entre masa y peso.....	176

El peso en otros planetas.....	177
La Luna es pesada.....	177
Otras interacciones de volumen: los campos.....	178
Estudio de los campos.....	179
La evolución estelar y los campos gravitatorios.....	180
La vida de las estrellas.....	180
Cuando las estrellas mueren.....	181
Actividades de integración.....	182
Autoevaluación.....	183

Enfoques. La mecánica newtoniana y los viajes espaciales.....	184
Cerrar sesión. Preparar exposiciones orales.....	185

TRABAJOS PRÁCTICOS

Trabajo práctico 1. Construcción y uso de un densímetro casero.....	186
Trabajo práctico 2. Cromatografía de pigmentos vegetales.....	188
Trabajo práctico 3. Temperatura, concentración y velocidad de una reacción.....	190
Trabajo práctico 4. Sorbetes bailarines y pompas de jabón movedizas.....	192
Trabajo práctico 5. Más brillo o menos brillo.....	194
Trabajo práctico 6. "Observación" del campo magnético.....	196
Trabajo práctico 7. El poderoso magnetismo.....	198



INTRO- DUCCIÓN

CONOCIMIENTO Y CIENCIA

EL ALCANCE DE LAS PRODUCCIONES CIENTÍFICAS APLICADAS A LA VIDA COTIDIANA ES INCONMENSURABLE. LA MAYORÍA DE LAS MEJORAS EN LA CALIDAD DE VIDA SE DEBEN A LA LABOR DE LOS CIENTÍFICOS. EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO FUE EVOLUCIONANDO A LO LARGO DE LOS TIEMPOS, DESDE LA ANTIGÜEDAD, EN QUE ESTABA RESERVADO A UNOS POCOS, HASTA LA ACTUALIDAD, DONDE SE DEBE ENSEÑAR EN TODAS LAS ESCUELAS.

Desde tiempos inmemoriales, una de las actividades humanas básicas es la búsqueda del **conocimiento**, información que conservamos como parte esencial de la cultura. Las **corrientes tradicionales de pensamiento** definen a la ciencia como la búsqueda sistemática y desinteresada del conocimiento. Esta concepción "**idealista**" entiende a la ciencia como un conjunto de descubrimientos integrados que se aproximan a la "verdad". Según estas ideas, el conocimiento científico resulta el único verdadero, confiable, libre de prejuicios. Sin embargo, en lo cotidiano, la ciencia es una construcción humana que se desarrolla como una lucha entre dos aspectos:

- Las **certezas**, que transmite cuando se enuncian teorías y modelos que permiten una explicación de hechos y fenómenos del mundo, y además predicen otros nuevos.
- Las **incertidumbres**, derivadas de conflictos cuando se cuestionan seriamente las teorías y modelos en vigencia, presentándose opciones alternativas a las "dominantes".

Actualmente, las **corrientes críticas del pensamiento** ven a la ciencia como una **producción cultural** de carácter histórico-social, cuyo fin es la búsqueda del conocimiento, empleando ciertas herramientas metodológicas, a partir de las cuales puedan enunciarse teorías y modelos para intentar explicar el mundo. La ciencia, así entendida, es una actividad humana, integrante de su cultura. El trabajo científico se basa en buscar respuestas a problemas cuyas soluciones sean comprobables por la experimentación, pero debe recordarse que toda "verdad" científica es provisoria.

Una de las primeras formas de búsqueda del conocimiento por parte del ser humano fue la observación del cielo nocturno.



EL PAPEL Y LA IMAGEN DE LOS CIENTÍFICOS

Los científicos, según la corriente tradicional idealista, son personas elegidas por su inteligencia, sin intereses políticos, ideológicos, económicos o religiosos, que se encargan de investigar diferentes fenómenos para llegar a la "verdad", y como resultado de sus investigaciones desarrollan teorías que deben ser aceptadas por el resto de la humanidad.

Sin embargo, los científicos son personas que, como cualquiera, están afectados por intereses muy diversos, tanto personales como ideológicos, sociales, religiosos o económicos, que influyen sobre sus trabajos y sus conclusiones. El físico estadounidense Paul Hewitt (n. 1931) cuestiona la supuesta objetividad de los científicos, afirmando que *los científicos deben esforzarse por distinguir entre lo que ven y lo que desean ver pues, como la mayor parte de las personas, tienen una gran capacidad para engañarse a sí mismos*.

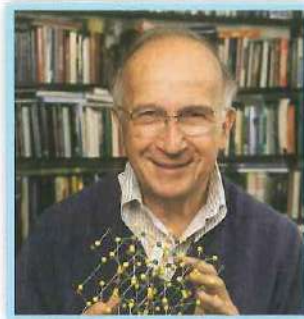
Aun hoy, gran parte de la sociedad ve a los científicos de una manera estereotipada. Si se pidiera a un gran número de personas que dibujen un científico, la mayoría probablemente representaría a un hombre de más de 40 años, con el cabello desaliñado, que usa anteojos, con guardapolvo y dentro de un laboratorio. Sin embargo, los científicos son hombres y mujeres de variadas edades, no todos usan anteojos, sus vestimentas y gustos son de los más variados, y no están necesariamente "confinados" todo el día en un laboratorio. En lo cotidiano, son personas comunes y corrientes, que viven como el resto de los humanos.



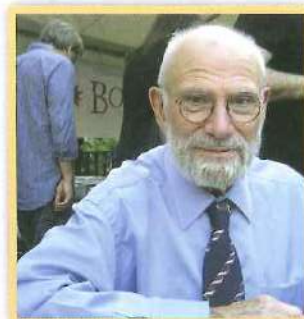
LOS CIENTÍFICOS Y SU COMPROMISO SOCIAL

El físico estadounidense Julius Robert Oppenheimer (1904-1967) fue el director del proyecto Manhattan, mediante el cual se construyeron las bombas atómicas lanzadas en Japón en las ciudades de Hiroshima y Nagasaki en 1945, que causaron más de 200.000 muertes. Al finalizar la guerra, Oppenheimer se mostró arrepentido y dedicó el resto de sus días a apoyar el control internacional de las armas nucleares y oponerse a la producción indiscriminada de armas.

La sociedad en general reclama a los científicos no solo que realicen investigaciones que mejoren la calidad de vida de las personas, sino que tengan en cuenta las implicancias sociales y las posibles consecuencias de sus investigaciones.



El científico de origen polaco Roald Hoffmann (n. 1937), es además filósofo y poeta, y estudioso de las relaciones entre la ciencia y el arte.



El investigador en neurología y psiquiatría inglés Oliver Sacks (n. 1933), es también escritor de literatura general, como "El hombre que confundió a su mujer con un sombrero".



El 6 de agosto de 1945 se lanzó la bomba atómica que arrasó la ciudad japonesa de Hiroshima.

LOS MÉTODOS DE LA CIENCIA



Francis Bacon definió los pasos del "método científico" tradicional.

David Hilbert



Alfred Ayer



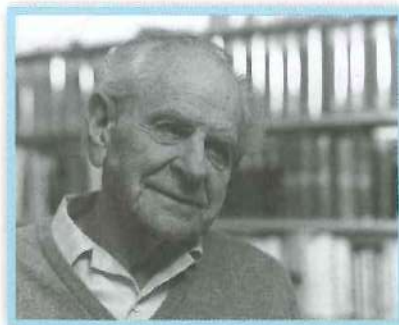
Hilbert y Ayer fueron representantes de un conjunto de filósofos inductivistas denominado "El grupo de Viena".

En la Edad Moderna, una de las principales teorías filosóficas de la ciencia fue el **empirismo**, que sostenía la importancia de la experiencia, vinculada a la percepción a través de los sentidos, para acceder al conocimiento. Uno de los más célebres defensores del empirismo fue el filósofo inglés Francis Bacon (1561-1626). A Bacon se debe la definición clásica del **método científico**, según los siguientes pasos:

- **Observación:** se emplean los sentidos y los conocimientos previos para reconocer un objeto o un fenómeno a ser explicado.
- **Formulación del problema:** se plantea el problema a resolver mediante la experimentación.
- **Recopilación y análisis de datos:** se revisan y analizan investigaciones similares, que aporten información sobre el problema.
- **Planteo de hipótesis:** el científico presenta una respuesta posible al problema, una conjetura o suposición.
- **Experimentación:** trabajos experimentales con el objetivo de poner a prueba la hipótesis. Incluye la obtención de resultados de la investigación.
- **Conclusiones y elaboración de teorías:** interpretación de los resultados, si confirman o no la hipótesis. En muchos casos, con los resultados puede construirse un modelo que permite describir y/o explicar las evidencias halladas.

En la segunda década del siglo XX, Rudolf Carnap (1891- 1970), David Hilbert (1862-1943), Alfred Ayer (1910-1989) y otros filósofos y científicos, propusieron la **inducción** como método de la ciencia, es decir, el hecho de arribar a un principio de aplicación general a partir de la observación pura (sin tener en cuenta los marcos teóricos previos), y la verificación de la hipótesis tras una serie de conocimientos particulares.

Esta propuesta fue cuestionada por diferentes pensadores, entre ellos el filósofo austríaco **Karl Popper** (1902-1994), quien sostenía la imposibilidad de elaborar leyes generales por el método inductivo, ya que no está justificado que el conocimiento de los casos particulares pueda aplicarse al conjunto. Según Popper, verificar miles de veces una hipótesis no asegura que sea universal; mientras que si se comprueba que una hipótesis es falsa, esto hace falsa la teoría por completo. Por ello, Popper aseguraba que la ciencia no avanza confirmando hipótesis verdaderas, sino rechazando hipótesis falsas. Este método propuesto por Popper es conocido como **hipotético-deductivo**.



Según Popper, observar exclusivamente miles de aves blancas en el cielo, no significa que todas las aves del mundo sean de ese color.

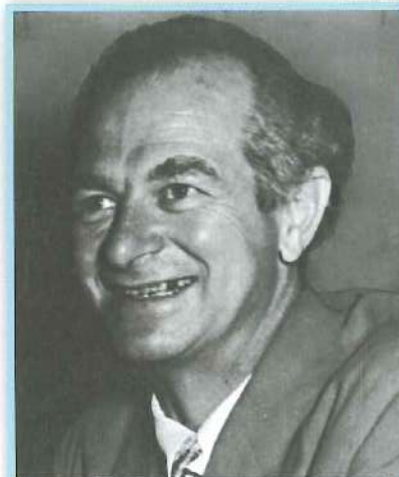
UNA NUEVA CONCEPCIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO

En 1975, el filósofo de la ciencia austriaco Paul K. Feyerabend (1924-1994), publicó un texto llamado: "Contra el método. Esquema de una epistemología anarquista", que recibió tanto acaloradas críticas como encendidos elogios. Feyerabend consideraba que no existe un método propio de la ciencia, sino que los científicos, estudiosos de su disciplina, son quienes desarrollan sus propias estrategias de acceso al conocimiento, y no son las mismas para todos. Pero, además, afirmó que el conocimiento científico, aunque así lo pretendan muchos científicos, no es superior a otros tipos de conocimiento, como los filosóficos o artísticos.

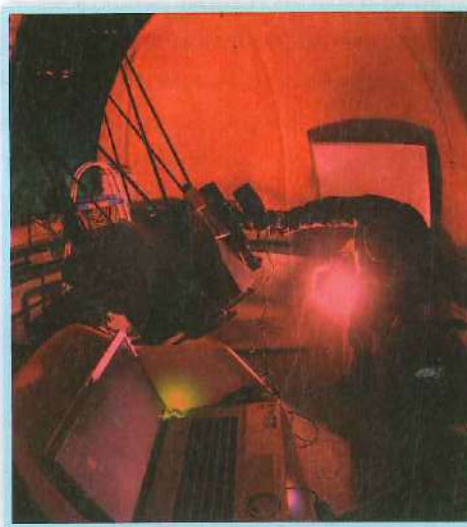
Feyerabend coincidía con una famosa frase de Popper: "Soy profesor de método científico, pero tengo un problema: el método científico no existe". Para él, la idea de un método fijo para cualquier evento es incongruente. El **método no es único** porque la resolución de un problema no tiene un orden, se debe cambiar sobre la marcha, adoptando las estrategias que se consideren más convenientes. No existen guías universales en las investigaciones, pero sí técnicas que se emplearon en experiencias anteriores.

Las nuevas concepciones de método científico afirman, de manera general, que consiste en un **conjunto de prácticas** (operaciones, reglas y procedimientos) llevadas a cabo por los científicos en sus investigaciones con el fin de resolver problemas, que son aceptadas como válidas para construir y poner a prueba sus teorías. Teniendo en cuenta la diversidad de disciplinas, prácticas y estilos de los científicos, no puede hablarse, entonces, de un único método.

En definitiva, lo que caracteriza la actividad científica no es la existencia de un método constituido por pasos rígidos, como postulaba Francis Bacon. El proceso de construcción de nuevos conocimientos es muy complejo, y para los nuevos enfoques, el centro de la actividad científica es la búsqueda de estrategias adecuadas y creativas para resolver problemas y responder preguntas en un intento por explicar la naturaleza, teniendo en cuenta el contexto socio-histórico en el que se desarrolla y la provisionalidad de los conocimientos.



El químico estadounidense Linus Pauling (1901-1994) aseguraba que una ley científica no es un dogma, y que según el resultado de un nuevo experimento, podrá no ser válida.

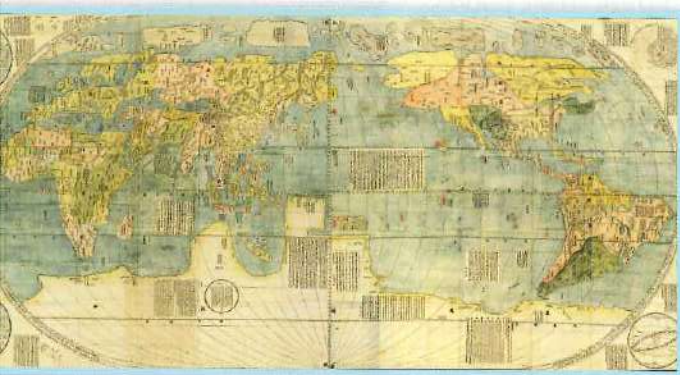


La experimentación, en ciencias, puede realizarse de diferentes maneras, cada una adaptada al tipo de problema a resolver.



Feyerabend, un filósofo de la ciencia muy reconocido.

LOS MODELOS CIENTÍFICOS



Los mapas son modelos concretos.

Cuando estamos por salir de vacaciones a una ciudad alejada de nuestra residencia, solemos observar imágenes del lugar hacia donde nos dirigimos; por ejemplo fotos del hotel, la playa, los paseos, etcétera. En todos los casos, estamos accediendo a representaciones de los sitios y objetos lejanos, es decir, a modelos.

Los **modelos** son representaciones simplificadas de objetos o fenómenos de la realidad, basadas generalmente en **analogías**. En ellos se describe, de manera aproximada, algunos de

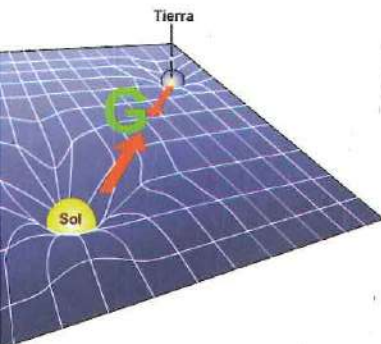
los aspectos de lo que se representa. En otras palabras, los modelos son aproximaciones a la realidad: por ejemplo, la pintura de una pipa no es una pipa, solo la representa.

La construcción de un modelo supone cuatro pasos básicos:

1. **La elección del objeto a modelar:** corresponde al fenómeno u objeto que se representará: puede ser un átomo, una fuerza, un planeta, el agua, el sistema digestivo, la atracción entre cargas eléctricas de distinto signo, el continente americano; en general, cualquier parte del mundo sobre la que podamos obtener datos. Tales datos deben ser observables, y además la información sobre el objeto o fenómeno debe poder ser corroborada por otras personas.
2. **La percepción del objeto:** a partir de los datos obtenidos, que incluyen su apreciación mediante uno o más sentidos, como por ejemplo la vista y el tacto. Tal percepción es una imagen parcial, porque no es posible obtener una información completa de un objeto; por ejemplo, un video de las olas del mar no capta todos los colores y sonidos presentes, y mucho menos los aromas.
3. **La representación del objeto:** con los datos de la percepción y de la memoria se construye una representación, mediante un sistema de imágenes, ideas o juicios.
4. **La fabricación de un artefacto:** a partir de la representación se construye un artefacto o modelo propiamente dicho. El artefacto puede ser concreto, como un gráfico, una maqueta, un mapa, una foto; o una idea, como la teoría de la relatividad. El artefacto funcionará como analogía del objeto o suceso original, pero deberá permitir también la comparación, es decir, deberá presentar semejanzas (se espera que muchas), pero reconocer diferencias (se supone que pocas) con el original.



"Esto no es una pipa", famoso cuadro del pintor belga René Magritte (1898-1967); se refiere a que la imagen no es una pipa porque es solo una representación de ella.



La teoría de la relatividad es un modelo basado en ideas.



En arte, los modelos son, generalmente, objetos para ser copiados, mientras que en la ciencia los modelos son copias de los objetos, ya que son simulaciones de ellos.

TIPOS DE MODELOS CIENTÍFICOS

Una pintura, un dibujo o una escultura son modelos habituales en las artes. En ciencias, generalmente los modelos son más abstractos y/o conceptuales: maquetas de átomos simulando las partículas subatómicas, símbolos y fórmulas químicas, teorías científicas, gráficos y símbolos matemáticos, etcétera. Por su gran diversidad, los modelos científicos pueden clasificarse en tres tipos:

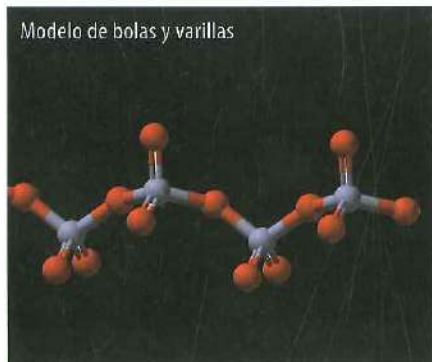
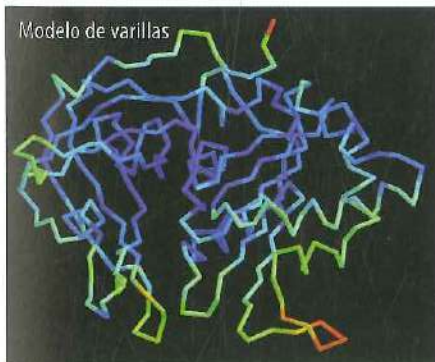
1. **Modelos formales.** Se trata de modelos que se obtienen, por lo general, como producto de trabajos de investigación referidos a áreas centrales de cada una de las disciplinas científicas. Pueden mencionarse como ejemplos los modelos atómicos y la teoría de la relatividad.
2. **Modelos materiales.** Son, habitualmente, representaciones concretas de los modelos formales, expresados a través de un lenguaje específico (como por ejemplo el de la física). Sus artefactos pueden construirse en dos o tres dimensiones. Entre los modelos en dos dimensiones se encuentran representaciones como las imágenes que entrega un microscopio, ecografías, radiografías, tomografías computadas, mapas, imágenes satelitales de partes del planeta, dibujos del modelo de partículas o de átomo, etcétera. Las maquetas son ejemplos de modelos en tres dimensiones, como las de órganos del cuerpo humano, del esqueleto o de movimientos de las placas tectónicas.

En los ámbitos educativos, tanto en la escuela obligatoria como en el nivel universitario, se emplean como modelos, con fines didácticos, los **análogos concretos**, que consisten en representaciones de objetos o fenómenos empleando alguna analogía o similitud, como por ejemplo el modelo de funcionamiento de una cámara fotográfica como analogía concreta del mecanismo de la visión en el ser humano. Cuando se trabaja con análogos concretos, es muy importante realizar la comparación destacando, además de las similitudes, las diferencias entre el modelo y el original.

3. **Modelos matemáticos.** Constituyen la representación matemática de leyes y teorías, como por ejemplo la ecuación general de los gases ideales $P \times V = n \times R \times T_0$; la ecuación de Einstein de interconversión entre la masa y la energía $E = m \times c^2$. Los modelos matemáticos no solo pueden expresarse como ecuaciones o fórmulas sino también mediante símbolos, gráficos o diagramas, como una parábola que representa el movimiento rectilíneo uniformemente variado.

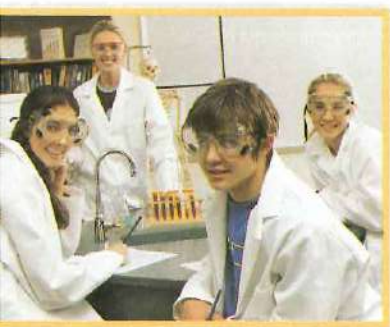


Modelos materiales en dos dimensiones.

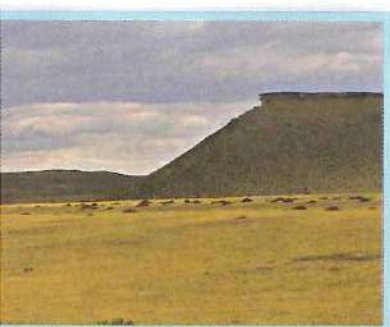


Modelos materiales de moléculas en tres dimensiones (química).

POR QUÉ APRENDER CIENCIAS



Los niños y las niñas tienen el derecho de aprender ciencias naturales desde el inicio de su escolaridad.



Es necesario que la población acceda a una educación en ciencias para afrontar problemas ambientales serios, como la desertificación y la contaminación.

¿Todos los ciudadanos deben aprender ciencias? Algunas concepciones suponen que la ciencia es una actividad destinada solo a una élite, un grupo de iluminados. Sin embargo, en las sociedades democráticas cada vez hay un mayor consenso en cuanto a la necesidad de que todas las personas reciban una formación que los capacite para ejercer sus derechos, participar en proyectos comunitarios que tiendan a mejorar la calidad de vida de los pueblos y, fundamentalmente, ser capaces de tomar decisiones relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Nos encontramos conviviendo en un mundo con muchos cambios en la ciencia y la tecnología, y compartimos problemas comunes como superpoblación, problemáticas ambientales y desigualdades sociales, entre otros. Por ello, todos los habitantes del planeta deberían poder apropiarse de saberes científicos, para ser capaces de comprender e interpretar mejor la realidad y sus problemáticas. Además, todos los niños tienen derecho a recibir una educación en ciencias que incluya el aprender a pensar y reflexionar críticamente.

Cuatro son las razones que sostienen la importancia de la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos:

- **Razones económicas:** ningún país podrá asegurarse el desarrollo económico si no se educa a la población en ciencias y si no se forman científicos y tecnólogos.
- **Razones político-sociales:** si la ciudadanía no desarrolla una cultura científica y tecnológica, no podrá comprender y controlar democráticamente las decisiones de científicos y tecnólogos. Esto podría tornar más débiles a las democracias y susceptibles de ser manejadas por inescrupulosos.
- **Razones culturales:** la ciencia es parte de la cultura del mundo en que vivimos, por lo que todo ser humano tiene el derecho a disfrutar del conocimiento científico, como capital cultural que nos pertenece a todos.
- **Razones prácticas:** la creciente presencia de objetos tecnológicos en la vida cotidiana hace imprescindible que las personas estén formadas e informadas de aspectos de la ciencia y la tecnología, que les permitan manejar y comprender el funcionamiento de objetos como computadoras, teléfonos celulares, televisores, etcétera.



En la actualidad, todas las personas deben tener nociones básicas de ciencia y tecnología, para aprovechar los beneficios de los objetos tecnológicos a nuestro alcance.

¿QUÉ CIENCIA SE ENSEÑA EN LA ESCUELA?

La ciencia que se enseña en las escuelas, es decir la **ciencia escolar**, es diferente a la ciencia que practican los científicos. En la escuela se parte de los saberes previos de los alumnos para reconstruir los conocimientos que la ciencia ha producido hasta la fecha. En otras palabras, la ciencia escolar resulta un puente entre los conocimientos cotidianos y los que produce la comunidad científica. Los estudiantes se aproximan a las formas de pensar y trabajar de los científicos, interpretando y comprendiendo los modelos y las teorías que aquellos postulan. Si bien uno de los objetivos generales de la escuela secundaria es preparar a los alumnos para poder continuar sus estudios en niveles superiores, no es su finalidad formar científicos, sino ciudadanos que deben tener acceso a la más actualizada información y posibilidades de seguir aprendiendo. Los científicos se forman en las carreras universitarias diseñadas a tal fin, con las demandas y exigencias particulares de cada disciplina.

La enseñanza de las ciencias en general, y de las naturales (como la física y la química) en particular, debería responder a la visión actual del conocimiento como una producción socio-histórica, cuyas pretendidas verdades son siempre provisorias. Por otra parte, la enseñanza de las ciencias debería dotar a los estudiantes, además del lenguaje científico, de la capacidad de reflexionar críticamente acerca de los modelos, de las teorías y de sus implicancias sociales.

La concepción tradicional enciclopedista de enseñanza de las ciencias entendía que lo único importante era la transmisión de información incuestionable. Pero se enseña ciencias, además, para ayudar a comprender el mundo que nos rodea, y para que los estudiantes puedan disponer de herramientas para diseñar sus propias estrategias de pensamiento y acción que les permitan conocer y, eventualmente, transformar la realidad.

En las clases de ciencias, además de recibir información acerca de las teorías y modelos científicos, los alumnos realizan actividades como las siguientes:

- Preguntan y cuestionan.
- Resuelven problemas abiertos que desafían su imaginación.
- Experimentan con materiales concretos y procesos.
- Reflexionan acerca de las implicancias del quehacer de los científicos y las implicancias sociales de sus investigaciones.



Modelo tradicional de enseñanza de las ciencias.

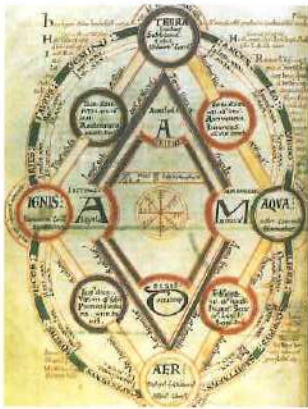


Modelo actual de enseñanza de las ciencias.



La Ciencia, en la antigua Roma, era enseñada por un único maestro y dirigida solo a los hijos de los nobles.

LOS COMIENZOS DE LA CIENCIA



Teoría de los cuatro elementos de los antiguos griegos.



La primera gran biblioteca reunió todo el conocimiento de la humanidad en rollos de papiro. Fue fundada en la ciudad egipcia de Alejandría en el 306 a. C. y mil años después fue incendiada.

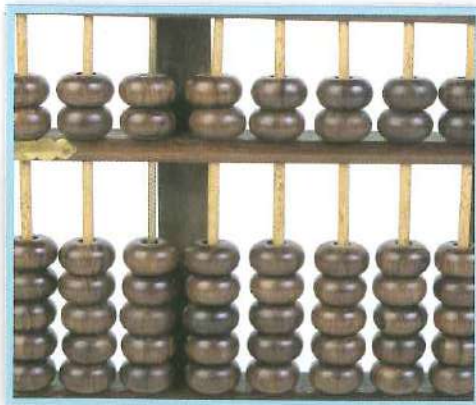
Los primeros registros de actividades científicas de los que se dispone se remontan a la antigua China, por lo menos 4.000 años atrás. Fueron los chinos quienes inventaron instrumentos de medición, como los relojes de sol o el ábaco. Los mismos chinos desarrollaron su medicina tradicional, dentro de la cual aplicaron conocimientos de acupuntura (técnica que consiste en la inserción de agujas en el cuerpo con el objetivo de restaurar la salud de un paciente) y fitoterapia (utilización de plantas medicinales con fines terapéuticos), aún vigentes en la actualidad.

En Occidente, el origen de la ciencia se atribuye a los griegos, hace 2.600 años. El comerciante **Tales de Mileto** (640-545 a. C.) explicó la ocurrencia de terremotos (hasta entonces atribuida a fenómenos sobrenaturales o a explicaciones mitológicas), postulando que la estructura de la Tierra es similar a una balsa flotando en un océano gigantesco, que cuando sus aguas no están quietas producen terremotos. Tales había planteado, de esa manera, una hipótesis acerca de cómo se producen los terremotos, mediante la presentación de un modelo de la Tierra.

Además, Tales se interesó por la Geometría y llegó a postular el famoso teorema que lleva su nombre. A lo largo de su vida, se interrogó acerca del origen de la materia en el Universo, y utilizó la observación como herramienta de acercamiento al conocimiento, estudiando cómo actúa el agua sobre las plantas.

Contemporáneo a Tales, en Grecia, **Demócrito de Abdera** postuló que la materia estaba formada por pequeñas partículas, indivisibles e indestructibles, a las que llamó átomos. Los filósofos que aceptaban estas ideas, conocidos como los atomistas griegos, pensaban que cualquier trozo de materia podía partirse en pedazos repetidas veces, pero hasta un límite. Su modelo postulaba que la materia no era continua sino que estaba formada por **átomos**, y que los átomos de una sustancia, como por ejemplo el agua, eran diferentes a los átomos de otra sustancia, como el carbón.

Más adelante, tanto en Grecia como en casi toda Europa, hasta fines de la Edad Media (fin del siglo IV d. C.), tuvo un auge importante la **teoría de los cuatro elementos**. Esta sostenía que los elementos básicos a partir de los cuales se forman todas las demás sustancias eran el agua, el fuego, el aire y la tierra.



El ábaco, un tablero para contar, fue inventado por los chinos.



Antiguo reloj de sol chino.

LA CIENCIA EN LA EDAD MEDIA

La Edad Media fue un período bastante penoso en la historia de la humanidad. Guerras, pestes y hambre diezmaron gran parte de la población de la vieja Europa. En ese continente, las artes y la filosofía natural estaban muy influenciadas por la religión. Se sostenía aun la idea del filósofo griego **Aristóteles** (384-322 a. C.), acerca de que el Universo era ordenado, finito y simétrico, y que la Tierra se mantenía fija en su centro, conocido como **modelo geocéntrico del Universo**.

A partir del siglo XIV aparecen en Europa las primeras universidades. En una de ellas, el sacerdote alemán **Nicolás de Cusa** (1401-1464), se opuso a algunas ideas de Aristóteles, postulando que todo estaba en movimiento en el Universo, tanto la Tierra como la Luna, los demás planetas y el Sol.

Gran parte de la actividad científica de la época se destinó a investigar y perfeccionar las técnicas de extracción y manipulación de los metales (hierro, cobre, plata y oro principalmente); se construyeron los primeros hornos de fundición, molinos de viento, y se mejoraron las técnicas de cultivo, por lo que se recuerda esa era como "la revolución técnica medieval".

Esta edad También es recordada por el auge de los **alquimistas**, filósofos precursores de los químicos modernos, que buscaban la "piedra filosofal", un material que permitiría, al mismo tiempo, lograr la vida eterna y convertir los metales pesados en oro y que hoy sabemos que no existe. Hubo alquimistas diseminados por toda Europa y Asia.



El alquimista en busca de la piedra filosofal (1771), de Joseph Wright. Los alquimistas pretendían hallar la piedra filosofal, que les permitiera, al mismo tiempo, lograr la vida eterna y convertir los metales en oro.

LA EDAD MEDIA LEJOS DE EUROPA

Si bien la Edad Media en Europa supuso, en muchos aspectos, un retroceso con respecto al esplendor de la Antigua Grecia, en regiones como la China los progresos fueron notables: ciudades grandes y bellas, mejores caminos, puentes, sistema práctico y muy eficaz de medicina, mejores técnicas de agricultura, etcétera. Los conquistadores españoles, en su llegada a América a partir de 1492, pudieron comprobar la existencia de civilizaciones muy avanzadas en conocimientos de matemática y astronomía, como la maya, azteca e incaica en los actuales países de México y Perú, que además desarrollaron importantes construcciones y novedosos métodos de siembra. Por su parte, los árabes, que se habían expandido por el norte de África, España y Portugal, tuvieron un desarrollo muy importante en estudios sobre astronomía, medicina y alquimia.



Calendario maya.



Construcciones incas para agricultura en Machu Picchu (Perú).



Templo azteca (México).



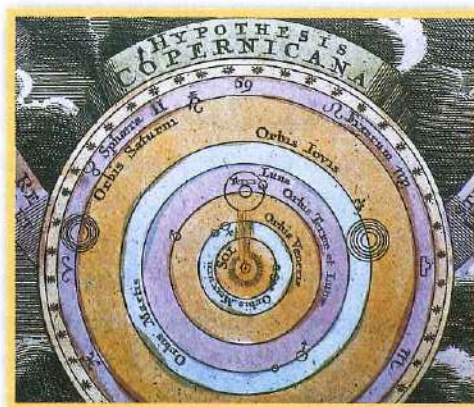
LA CIENCIA EN LA EDAD MODERNA

Hacia mediados del siglo XVI, el astrónomo polaco **Nicolás Copérnico** (1473-1543) se opuso al modelo geocéntrico de Aristóteles, posteriormente mejorado por Ptolomeo, que eran sostenidos hasta entonces. Copérnico propuso un **modelo heliocéntrico del Universo**, con estas características:

1. La Tierra gira sobre sí misma y completa una vuelta cada 24 horas, pero además se traslada alrededor del Sol.
2. El Sol es el centro del universo y todos los demás astros giran en torno a él, describiendo órbitas circulares.



Sistema solar geocéntrico de Ptolomeo.



Modelo heliocéntrico de Universo de Copérnico.



Llevó más de 150 años comprobar que algunas afirmaciones de Copérnico eran correctas, como la ubicación de la Tierra, aunque las órbitas de los planetas alrededor del Sol no son circulares. Hacia el año 160, el astrónomo italiano **Galileo Galilei** (1564-1642) observó el cielo con un telescopio y comprobó que alrededor de Júpiter giraban cuatro pequeños astros (ahora conocidos como satélites o lunas). Además, Galileo observó que los cuerpos no caen de cualquier manera, sino siguiendo ciertas regularidades, como el aumento de la velocidad a mayor distancia recorrida.

Fue el astrónomo alemán **Johannes Kepler** (1571-1630) quien descubrió que las órbitas de los planetas no son circulares sino elípticas (ovaladas). En 1609 enunció dos leyes que describían matemáticamente el movimiento de los planetas en órbitas elípticas alrededor del Sol, y al año siguiente enunció una tercera ley, que relacionaba el período de la órbita (tiempo que tarda el planeta en dar una vuelta alrededor del Sol), con la distancia media entre el Sol y el planeta.



El físico inglés **Isaac Newton** (1642-1727) siguió el camino de Galileo estudiando el movimiento de los cuerpos. Así, estableció, a través de un escrito publicado en 1687, los principios básicos de la dinámica, parte de la física que estudia la relación entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y los efectos que producen esas fuerzas sobre el movimiento del cuerpo, pero además dedujo una fórmula matemática que describía los movimientos planetarios. Newton, considerado uno de los más grandes científicos de la historia de la humanidad, consideraba que la caída de una manzana y el movimiento de los planetas responden a un mismo principio: todos los cuerpos se atraen entre sí.

Algunos de los principales investigadores de la Edad Moderna.

LA PRIMERA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA

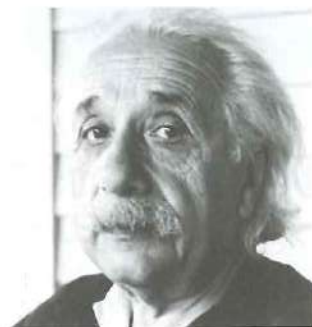
El físico y filósofo de la ciencia estadounidense **Thomas Kuhn** (1922-1996) publicó en 1962, un famoso libro llamado *La estructura de las revoluciones científicas*. En ese texto, postuló que el desarrollo de la ciencia no sucede de manera lineal, sino que ocurren **revoluciones científicas** que comienzan cuando se descubren anomalías que no pueden explicarse con las teorías en vigencia. Estas revoluciones provocan cambios en las teorías y, muchas veces, en los **paradigmas**, entendidos como las realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica.

Los historiadores de la ciencia califican el fin del siglo XVIII como un período de revolución científica, en los términos de Kuhn. La cosmología aristotélica había entrado en crisis debido a las enormes evidencias experimentales que la desacreditaron. A partir de los pasos dados por Copérnico, Galileo y Newton, se estableció un nuevo paradigma, llamado **cosmología mecanicista**. Los nuevos instrumentos de medición, como los microscopios y los telescopios, permitieron descubrir un Universo mucho más grande de lo imaginado hasta entonces, que incluía a seres microscópicos pero también nuevos planetas, estrellas, asteroides y nebulosas.

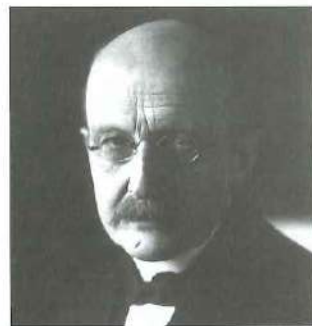
La cosmología mecanicista, como paradigma, fue una nueva manera de apreciar el mundo y sus fenómenos. Según esta concepción, el sistema planetario es heliocéntrico, es decir, los planetas giran alrededor del Sol. Además, se considera que el Universo está constituido por materia y espacio vacío, actuando como una gigantesca máquina que funciona de modo preciso, bajo leyes de carácter matemático. Estas leyes, debidas a Newton, son las tres de la dinámica y la de atracción gravitatoria.

El paradigma mecanicista, que considera también el funcionamiento de los seres vivos como máquinas, dominó absolutamente el pensamiento científico hasta principios del siglo XX, cuando comenzó a cuestionarse debido al surgimiento de la **teoría de la relatividad**, del físico alemán **Albert Einstein** (1879-1955); la **mecánica cuántica**, que comenzó con los trabajos del físico alemán **Max Planck** (1858-1947), y la **expansión del Universo**, debida al físico ucraniano **George Gamow** (1904-1968).

Albert Einstein



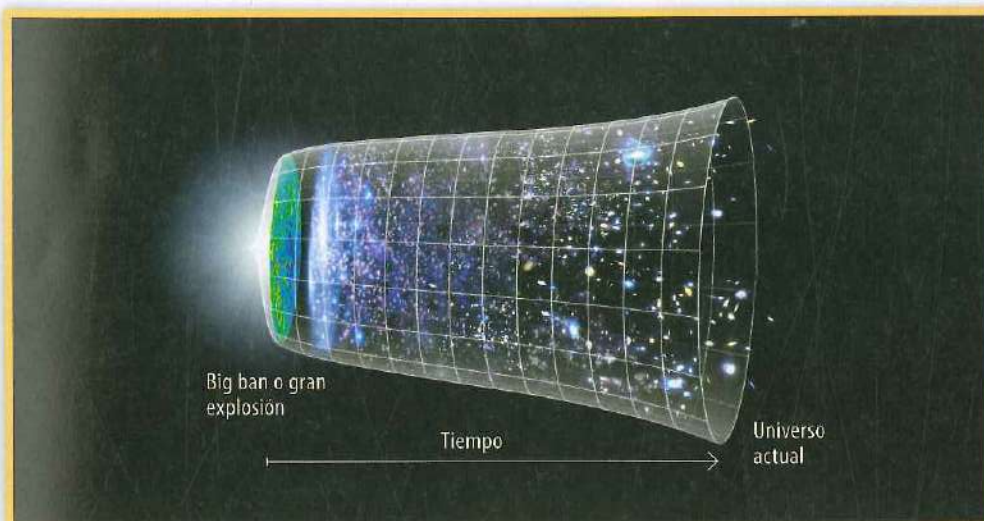
Max Planck



George Gamow



Einstein, Planck y Gamow propusieron al mundo teorías que hicieron tambalear las concepciones vigentes hasta entonces.



La teoría del Big Bang postula que el Universo comenzó con una gran explosión, para luego expandirse indefinidamente. En el esquema se observa la evolución del Universo después del Big Bang.

CAPÍTULO
1

ESTADOS Y PROPIEDADES DE LA MATERIA



Estructura corpuscular y discontinua de la materia: modelo de partículas • Estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso • Cambios de estado • Caracterización del estado gaseoso • Modelo cinético-molecular • Las variables que afectan el estudio del estado gaseoso: volumen, presión, temperatura y masa • Las leyes experimentales de los gases: Boyle-Mariotte, Charles y Gay-Lussac • Ecuación de estado para el gas ideal.

CAPÍTULO
2

MEZCLAS Y SOLUCIONES

Sistemas materiales heterogéneos y homogéneos • Concepto de fase y componente • Sistemas homogéneos: soluciones y sustancias • Solute y solvente • Soluciones de líquido en líquido, sólido en líquido, gas en gas, gas en líquido, sólido en sólido • Concentración de las soluciones • Separación de componentes de las soluciones • Soluciones saturadas, no saturadas, sobresaturadas.



BLOQUE
I

LA NATURALEZA CORPUSCULAR DE LA MATERIA

CAPÍTULO
3

REACCIONES QUÍMICAS



Diferencia entre cambios físicos y cambios químicos (reacciones) • Primera noción que distingue los cambios físicos y químicos (criterio de irreversibilidad) • Reacciones químicas como reestructuración de enlaces con conservación de átomos de cada elemento • Reacciones químicas sencillas de aparición en la vida cotidiana: combustión, corrosión, síntesis, descomposición.



INICIAR SESIÓN

TODO LO QUE NOS RODEA ES MATERIA. ESTA SE PRESENTA EN UNA GRAN VARIEDAD DE FORMAS, QUE MUESTRAN LAS MÁS DIVERSAS CARACTERÍSTICAS. ADEMÁS, ESTÁ EN CONTINUO CAMBIO: HACIA DONDE MIREMOS, PODREMOS OBSERVAR MATERIA QUE SE TRANSFORMA, DESDE EL HIELO QUE SE DERRITE SOBRE UNA MESADA HASTA LA MADERA QUE SE QUEMA EN UNA FOGATA.

BLOQUE



ACTIVIDADES

1. Conversen en grupos y propongan una explicación sobre cómo está compuesta la materia.
2. Un cubito que se derrite y un trozo de madera que se quema, ¿son cambios del mismo tipo, o pueden encontrar diferencias fundamentales entre ellos?
3. A partir de las respuestas dadas a las preguntas anteriores, de toda la información que contienen estas dos páginas, escriban un párrafo en el que relacionen los títulos de los capítulos y expresen cuáles creen que son las ideas más importantes que se trabajarán en este bloque.

CONTINUIDAD Y DISCONTINUIDAD DE LA MATERIA

DESDE LA ANTIGÜEDAD, TRES TRADICIONES CIENTÍFICAS HAN CONVIVIDO EN LA CULTURA CIENTÍFICA EN OCCIDENTE: LA MÁGICO-MÍSTICA, LA ORGANICISTA Y LA MECANICISTA. EN ALGUNOS PERÍODOS HISTÓRICOS PREDOMINÓ UNA SOBRE LAS OTRAS, PERO SIEMPRE ESTUVIERON REPRESENTADAS DE ALGUNA FORMA EN LAS IDEAS Y TEORÍAS CIRCULANTES. A PARTIR DEL SIGLO XVII FUE TOMANDO HEGEMONÍA LA TRADICIÓN MECANICISTA, QUE CONCIBE AL UNIVERSO COMO UN MECANISMO FORMADO POR MATERIA DISCRETA (PARTÍCULAS O CORPÚSCULOS) MOVIÉNDOSE, CHOCANDO, UNIÉNDOSE O SEPARÁNDOSE EN EL ESPACIO VACÍO. LA CIENCIA ACTUAL ESTÁ FUERTEMENTE INFLUIDA POR ESTA IDEA DEL MUNDO.

LA MATERIA PARA LOS ANTIGUOS GRIEGOS

Entre los antiguos griegos surgieron, a partir del siglo VI a.C., explicaciones que intentaban reconciliar el mundo fugaz y mutable de las apariencias, tal como las observamos, con los deseos de que exista un orden subyacente real, duradero, y de ser posible, más sencillo. En este sentido, los filósofos naturales Leucipo (de quien se discute su existencia real) y Demócrito (460-371 a.C.) concibieron al mundo material como discontinuo, formado por partes homogéneas, eternas, invariables e impenetrables: los átomos, partículas indivisibles. Había nacido el atomismo griego en el marco de la tradición mecanicista.

El atomismo, a pesar de haber sido adoptado por los discípulos de filósofos griegos como Epicuro (341-270 a.C.), o romanos como el poeta Lucrecio (c. 95-55 a.C.), fue rechazado y combatido por los exponentes más notables de las otras dos tradiciones: Platón (427-347 a.C.), de la tradición mágico-mística, y Aristóteles (384-322 a.C.) de la organicista. Estos rechazaron los conceptos atomistas de vacío y de partículas dotadas de movimiento propio.

Platón parte de la concepción de la existencia de dos mundos: el de las ideas y el de las cosas sensibles, y que lo que tenía existencia más real era un mundo autónomo de ideas abstractas, exteriores al espacio y al tiempo, e independientes de las manifestaciones particulares que "participan" incompletamente de las formas ideales y que, como copias imperfectas de las ideas, forman el mundo sensible en el que vivimos y que percibimos. El verdadero conocimiento, según Platón, solo puede alcanzarse captando por medio de la intuición intelectual de un alma inmortal de las personas, que frente a los objetos sensibles que captan nuestros sentidos, recuerda a las ideas que contempló cuando no estaba encarnada en un cuerpo humano. Esta teoría platónica acerca de las

ideas como verdadera realidad y sus correspondientes manifestaciones imperfectas en nuestro mundo sensible, corruptible, perecedero y, por lo tanto imperfecto, tiene muy poco atractivo como teoría de las ciencias empíricas desarrolladas dentro de la tradición mecanicista.

Aristóteles, a diferencia de su maestro Platón, consideraba que el mundo era solo uno, una especie de gigantesco organismo unitario (tradición científica organicista) con la Tierra inmóvil en el centro y, girando en torno de ella, los planetas, el Sol, la Luna y, más lejanas, las estrellas "fijas". Este mundo estaba separado en dos regiones: la región sublunar (por debajo de la órbita de la Luna) y la región supralunar (desde la órbita de la Luna hasta la esfera más externa que contenía las estrellas fijas).

La región sublunar estaba conformada por los objetos inanimados y animados, compuestos por mezclas de cuatro elementos primigenios (aire, agua, tierra y fuego),



Demócrito, representante del atomismo griego en el marco de la tradición mecanicista.

que llenaban todo el espacio y no se concebía un lugar vacío; es decir, que la materialidad del mundo sublunar se pensaba como continua, sin interrupciones. Por otra parte, en la región supralunar, el elemento que componía los objetos celestes era el éter, la quintaesencia o quinto elemento, el cual también llenaba de modo completo esa región. En ambas regiones no existía el vacío; este sistema filosófico manifestaba un horror al vacío.

Sin embargo, Aristóteles, cuyas ideas prevalecieron hasta el siglo XVI, admitía que la materia podía ser dividida hasta alcanzar un mínimo, que llamaba materia *minima naturalis* (la mínima materia natural). Aunque el concepto de materia *minima* no coincidía con el átomo de los atomistas griegos, puede haber ejercido influencia sobre la teoría atómica que, a partir del siglo XVII, comienza a cuestionar la existencia de solo cuatro elementos, e intuye la existencia de muchas clases de "tierras", "aguas", y "aires", adoptando una filosofía corpuscular de la materia. Así, comenzó a generarse una concepción discontinua o discreta de la materia, formada por partículas elementales, los átomos, moviéndose en el espacio vacío. Esta concepción corresponde a la tradición científica mecanicista.

En esta última tradición, llamamos *materia* a toda entidad que forma parte del universo observable, que está dotada de energía y es capaz de interactuar con otras entidades materiales. Así, la materia es medible, ocupa

una localización espacial y temporal, y se comporta según las leyes de la naturaleza susceptibles de ser conocidas a través de la observación y la experimentación de los fenómenos naturales, captados por nuestros sentidos y organizados mediante la razón. Tradicionalmente, se le atribuyen a la materia tres propiedades: ocupa un lugar en el espacio, posee masa y perdura en el tiempo.

Pero hoy se entiende por materia todo campo, entidad o discontinuidad percibida como fenómeno identificable que ocurre en el espacio y el tiempo. Así, todas las formas de materia conocidas poseen asociada cierta energía, pero no todas las formas de materia tienen masa.



En el marco de la tradición mecanicista, con nuevos instrumentos como el telescopio, que amplían nuestra capacidad de observación, se comenzó a ver otro mundo, mucho más grande de lo pensado.

PARA CHARLAR Y DEBATIR

Las distintas concepciones acerca de cómo es el mundo en su estructura más íntima y mínima, ha llevado a generar diversas explicaciones que tomaron forma de teorías científicas, como la ya mencionada teoría atómica mecanicista. Pero esta teoría sostiene que existen minúsculas partículas elementales, que al agruparse forman aglomeraciones corpusculares microscópicas que no vemos directamente y que dan lugar a los cuerpos macroscópicos que sí podemos ver. Es decir, sostiene que existen dos realidades vinculadas: una formada por entes **observables**, que percibimos mediante los sentidos o con instrumentos de medición u observación (microscopios, telescopios, balanzas, calibres micrométricos, etcétera), y otra por entes **no observables** o **teóricos**, que concebimos intelectualmente como necesarios para que se manifiesten los fenómenos macroscópicos observables. Las

teorías científicas relacionan los entes observables con los no observables. Por ejemplo, experimentalmente se puede determinar que al calentar un trozo de hierro, este se dilata (fenómeno observable). Según la teoría cinético-corpuscular de la materia, esto ocurre porque al aumentar la temperatura del trozo de metal, los átomos adquieren un nivel energético más elevado que incrementa su movimiento, pudiendo alejar los átomos entre sí (ente teórico). El resultado de la suma de estos alejamientos es el aumento del volumen del hierro.

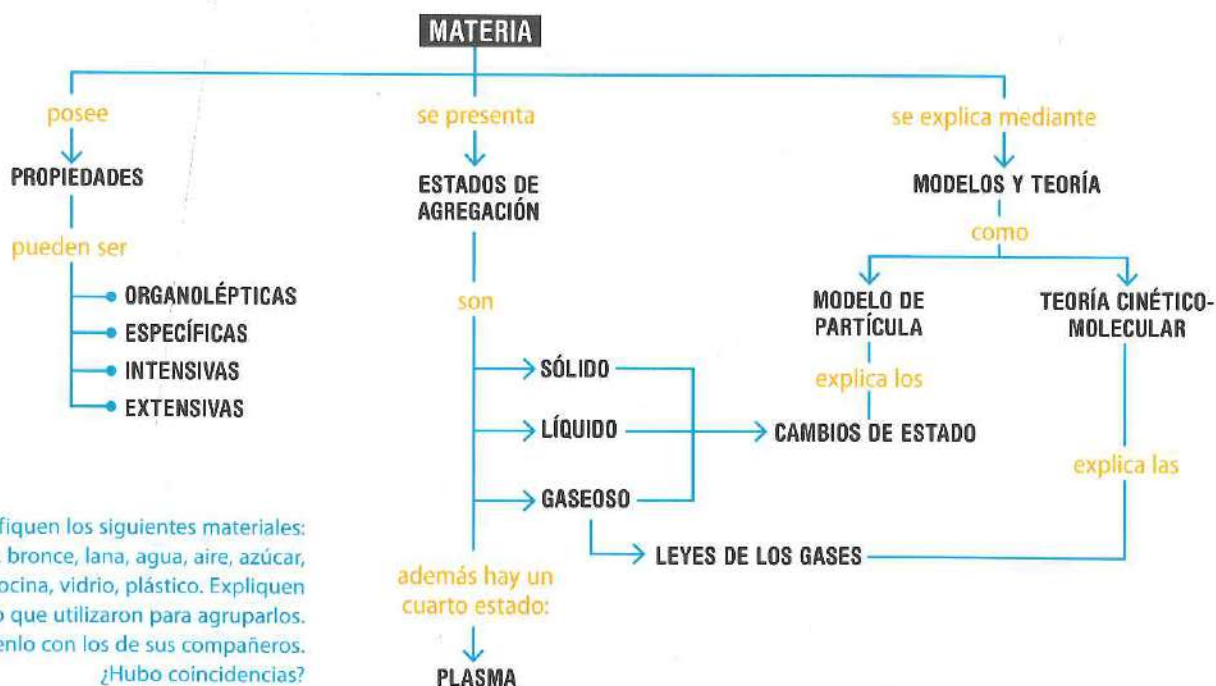
El límite entre lo observable y lo no observable o teórico es variable según los desarrollos científicos y tecnológicos de cada época. Así, hasta 1981 era imposible ver imágenes a nivel atómico. En ese año, Gerd Binnig y Heinrich Rohrer inventaron el **microscopio de efecto túnel**, que permite verlas. Por esto, recibieron el Premio Nobel de Física en 1986.

ESTADOS Y PROPIEDADES DE LA MATERIA

EL AGUA QUE BEBEMOS, EL AIRE QUE RESPIRAMOS, LA LANA CON QUE NOS ABRIGAMOS Y TODOS LOS OBJETOS Y SERES QUE NOS RODEAN, ESTÁN CONSTITUIDOS POR MATERIA EN LOS TRES ESTADOS DE AGREGACIÓN: SÓLIDO, LÍQUIDO Y GASEOSO. HAY MUCHAS CLASES DE MATERIA QUE SE DIFERENCIAN ENTRE SÍ POR SUS PROPIEDADES.

LOS MATERIALES

Desde la prehistoria, el ser humano utilizó los materiales que encontraba a su alrededor para abrigarse, alimentarse o fabricar herramientas. Conocía su origen, también sus propiedades y cómo transformarlos, aunque lejos estaba de comprender su composición. No fue hasta el siglo V a. C., que Demócrito, basándose en las teorías de su maestro Leucipo, elaboró ideas acerca de la composición y la estructura de la materia. Sostenía que toda la materia estaba formada por partículas, a las que llamó **átomos**, que en griego significa "indivisible", y que entre ellos había vacío. Muchos años después, al comenzar el siglo XIX, un científico llamado John Dalton retomó el concepto de átomo de los antiguos griegos y enunció una teoría que explica, no solo cómo estaba constituida la materia, sino que dio precisión acerca de su composición. En la actualidad se sabe mucho más acerca de la materia. En este capítulo estudiaremos la materia, sus estados y propiedades, así como las teorías que explican su comportamiento, por ejemplo, frente al calor.



LA MATERIA Y LOS MATERIALES

Los sentidos nos permiten percibir los cuerpos que nos rodean. Por ejemplo, si sobre una mesa hay un jarrón con flores, con el sentido de la vista podemos apreciar los colores; con el sentido del tacto, la textura; y con el sentido del olfato, el perfume de las flores. Si alguien golpea el jarrón, el sentido del oído nos permitirá identificar el material con que está fabricado: vidrio, metal o cerámico.

El jarrón, la mesa, las flores y el agua son cuerpos, y todos los cuerpos están formados por materiales, como vidrio, metal o cerámico. Además, todos los materiales tienen algo en común: la materia. Entonces, ¿qué son la materia, los cuerpos y los materiales?

- La **materia** es todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. La **masa** es la cantidad de materia que tiene un cuerpo.
- Un **cuerpo** es una porción limitada de materia que impresiona nuestros sentidos; es decir, que tiene límites definidos y por ello se lo puede medir. Por ejemplo, es posible determinar con instrumentos apropiados la masa, el volumen y el peso del jarrón.
- Los **materiales** son las diferentes "clases de materia" que componen a los cuerpos.

VARIEDAD DE MATERIALES

Los seres humanos utilizamos una gran variedad de materiales; con ellos fabricamos objetos e instrumentos que facilitan la vida cotidiana. Por ejemplo, para construir una torre de departamentos, es necesario metales, cemento, arena, vidrio, ladrillos y canto rodado. Cada tipo de material tiene un conjunto de características que permiten diferenciar uno de otro, y reciben el nombre de propiedades.

Con el fin de organizar el estudio de sus propiedades, los científicos clasifican los materiales, entre otros, según los siguientes criterios:



Analicemos algunos ejemplos. La sal de mesa (cloruro de sodio) es de origen mineral; su estado de agregación a temperatura ambiente, sólido; y su forma de obtención, natural, ya que se extrae de la corteza terrestre. La porcelana es de origen mineral, ya que se fabrica con arcillas del suelo, su estado de agregación a temperatura ambiente es sólido y su forma de obtención es elaborada.

Un material puede ser empleado para fabricar diferentes objetos, y un mismo objeto puede ser fabricado con diferentes materiales. Con metal se puede fabricar un florero, las rejas de una ventana o maquinarias; así como un florero puede estar fabricado con metal, vidrio o plástico. El tipo de material que se usa para fabricar un objeto depende de sus propiedades, las cuales deben ser compatibles con su uso.



La porcelana es un material cerámico que se produce en forma artesanal o industrial. Hagan una lista de materiales elaborados.



La forma de obtención de la sal de mesa es natural, ya que se obtiene de la corteza terrestre.



Los caramelos se fabrican con azúcar (sacarosa), a la que se agregan colorantes y esencias. ¿Qué tipo de propiedades se busca lograr con estos agregados?

LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales que existen en la naturaleza se distinguen por sus propiedades. Por ejemplo, es fácil diferenciar el vidrio de otros materiales, si se considera su transparencia y su dureza. Las propiedades que son percibidas con los órganos de los sentidos (color, olor, sabor y textura) se denominan **propiedades organolépticas**.

PROPIEDADES ESPECÍFICAS

Para fabricar un objeto, se deben tener en cuenta las propiedades de los materiales y elegir el más adecuado. Por ejemplo, es conveniente fabricar un martillo con metal y no con goma. La química, entre otras cosas, se ocupa de identificar materiales y, para ello, se basa en un conjunto de **propiedades específicas**. Algunas de ellas son:

- **Ductilidad.** Propiedad de los metales de estirarse para formar hilos o alambres, como el cobre, que es utilizado en el interior de los cables.
- **Maleabilidad.** Propiedad de los metales de extenderse en láminas, como el cinc.
- **Plasticidad y elasticidad.** Propiedad de los materiales de cambiar su forma cuando se les aplica una fuerza. Si el cambio es permanente, se dice que el material es **plástico**. Si recupera la forma original cuando se suspende la acción de esa fuerza, el material es **elástico**. Por ejemplo, la arcilla es plástica y la goma espuma es elástica.
- **Tenacidad.** Resistencia que opone un material a romperse o a deformarse cuando se ejerce una fuerza sobre él, como el acero.
- **Fragilidad.** Propiedad por la cual un material tiende a quebrarse y fragmentarse cuando se lo golpea, como el vidrio de una ventana.
- **Conductividad eléctrica.** Propiedad que tiene un material de conducir la corriente eléctrica; los metales son muy buenos conductores de la electricidad.
- **Conductividad térmica.** Propiedad que tiene un material de conducir el calor; los metales también son muy buenos conductores del calor.
- **Dureza.** Resistencia que opone un material al ser rayado por otro. Para medir la dureza se utiliza la escala de Mohs, que consiste en diez minerales, a los que Carl Mohs (1773-1839) asignó un determinado número equivalente a su grado de dureza. Esta escala comienza con el talco, que tiene el número 1, y termina con el diamante, con el número 10. Cada mineral raya a los que tienen un número inferior a él.

ESCALA DE MOHS



Un vidriero tiene que cortar una placa de vidrio (cuarzo) y para el corte utiliza una herramienta con incrustaciones de diamante en lugar de una con incrustaciones de fluorita. Justifiquen la decisión teniendo en cuenta la escala de Mohs.

PROPIEDADES EXTENSIVAS E INTENSIVAS

Las propiedades de un material pueden clasificarse en **extensivas** e **intensivas**. Las propiedades extensivas son aquellas que se miden con facilidad y que dependen de la cantidad de materia. Las propiedades intensivas, en cambio, no pueden medirse y tienen que ver con la estructura química interna de la materia.



La balanza de platillos se usa para medir masas; la cantidad de materia colocada en uno de los platillos equilibra la masa de las pesas del otro platillo.

PROPIEDADES EXTENSIVAS Y UNIDADES

La **masa** es la cantidad de materia que tiene un cuerpo; el **peso** es el resultado de la interacción de la Tierra y los cuerpos que hay en ella; y el **volumen** es el espacio que ocupa la masa de un cuerpo. La masa, el peso y el volumen se miden con instrumentos adecuados, y su valor se expresa con números y unidades.

La masa (m) se mide con una balanza de platillos y la unidad que la define en el Sistema Internacional de Medidas (SI) es el kilogramo masa (kg). En los laboratorios se emplea el gramo (g), que corresponde a la milésima parte del kilogramo (1 kg = 1.000 g).

El peso de un cuerpo se mide con un dinamómetro y la unidad que lo define en el SI es el newton (N). Por último, el volumen se mide con una probeta y la unidad que lo define es el metro cúbico (m³). En el laboratorio se utiliza el centímetro cúbico (cm³).



Trabajo práctico 1,
páginas 186 y 187.

PROPIEDADES INTENSIVAS Y UNIDADES

La **densidad** (δ) es la relación entre la masa de un material y el volumen que ocupa esa masa. Cada material tiene una densidad que lo caracteriza y es específica. Es un valor constante cuando se la mide en ciertas condiciones, por ello es una propiedad intensiva. Para calcular la densidad de un material se divide su masa por su volumen: la unidad resultante en el SI es kg/m³, pero se suele usar el submúltiplo g/cm³. Así, la densidad del agua a 4 °C es 1.000 kg/m³ o 1 g/cm³. La ecuación de la densidad es:

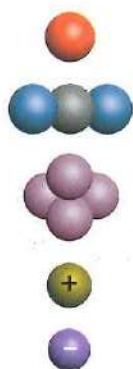
$$\delta = \frac{m}{v}$$

Supongan que tienen que calcular la densidad de un bloque de hierro que tiene una masa de 78,7 g. Como es necesario medir el volumen del bloque de hierro pueden proceder de la siguiente manera: coloquen un volumen de líquido conocido en una probeta, por ejemplo 50 ml; con mucho cuidado introduzcan el bloque de hierro en la probeta. El bloque desplaza su propio volumen y el nivel de agua asciende, por ejemplo a 60 ml. Luego, la diferencia de volumen corresponde al volumen del bloque de hierro: 60 ml – 50 ml = 10 ml. Luego podrán calcular la densidad del hierro.

$$\delta = \frac{m}{v} \quad \delta = \frac{78,7 \text{ g}}{10 \text{ ml}} \quad \delta = 7,87 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$



El dinamómetro consta de un resorte calibrado y una escala. Al colocar un cuerpo, el resorte se estira y el valor del peso se lee en la escala.



Lean el texto e identifiquen cada una de estas partículas. ¿Cuáles son átomos, moléculas o iones?

LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

Los materiales se pueden encontrar en diferentes **estados de agregación**: estado **sólido**, como el hielo; **líquido**, como el agua que sale por la canilla; y estado **gaseoso**, como el aire que respiramos. Sin embargo, en la actualidad, se considera un cuarto estado: el **plasma**, que no se encuentra con frecuencia en la Tierra.

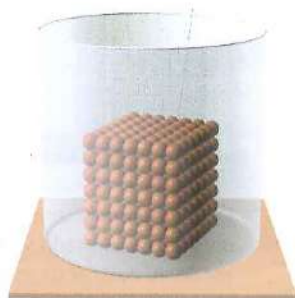
ESTADOS DE LA MATERIA Y MODELO DE PARTÍCULAS

Los científicos buscan explicaciones que permitan comprender diferentes fenómenos. Los **modelos** son un recurso que permite explicar aquellos fenómenos que no podemos ver, por ser demasiado pequeños, como la estructura de la materia; o muy grandes, como el sistema solar. Los modelos surgen de ideas que simplifican la realidad, y para ello se basan en analogías, es decir, en relaciones de semejanza, que facilitan la comprensión. Uno de los más importantes que permite explicar los estados de agregación de la materia y sus cambios es el **modelo de partículas**. Este modelo sostiene:

- La materia es discontinua, está formada por partículas y espacio vacío entre ellas.
- Las partículas son tan pequeñas que no se pueden ver ni con un microscopio.
- Las partículas pueden ser átomos, moléculas (dos o más átomos enlazados), o iones.

Por ejemplo, el neón, un gas presente en la atmósfera, está formado por una sola partícula: el átomo de neón. En cambio, las moléculas resultan de la unión de átomos; por ejemplo, el dióxido de carbono está formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno; o el fósforo, por cuatro átomos de fósforo. Cuando átomos o moléculas, que son neutras, están cargados, se los llama **iones**. Los iones pueden ser positivos (cationes), como el ión sodio, o negativos (aniones), como el ión cloro.

El modelo de partículas es muy útil para explicar los tres estados principales de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Este modelo sostiene que los átomos, moléculas e iones que forman la materia están en continuo movimiento, denominado **movimiento térmico**, que corresponde a la energía térmica de las partículas que constituyen la materia. Al aumentar la temperatura de un cuerpo, aumenta el movimiento térmico de sus partículas y, por lo tanto, su energía térmica. Por otro lado, entre las partículas se establecen **fuerzas de atracción** o **repulsión**. Veamos qué ocurre en cada estado:



Estado sólido. Las partículas están muy próximas. Las fuerzas de atracción son muy grandes y las mantienen unidas en posiciones fijas. No pueden desplazarse, pero vibran en torno a posiciones fijas.



Estado líquido. Las partículas están próximas pero tienen mayor libertad. Las fuerzas de atracción son menos intensas que en el estado sólido. El movimiento de las partículas es desordenado.



Estado gaseoso. Predominan las fuerzas de repulsión, por eso las partículas están muy separadas unas de otras. Se mueven en todas direcciones y sentidos chocando entre sí.

PROPIEDADES DE LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN

El modelo de partícula resulta útil para explicar las propiedades de los estados de agregación. El **estado de agregación** se refiere a la forma en que se agrupan las partículas que conforman un material. Veamos cada uno de los estados de la materia.

EL ESTADO SÓLIDO

Los **sólidos**, como la sal de cocina o el aluminio de una pava, tienen **volumen** y **forma definida**; esto significa que el espacio que ocupa el sólido es único y su forma se mantiene estable, debido a que las fuerzas de atracción son más intensas que las de repulsión. Si se aplica una fuerza sobre un sólido no es posible comprimirlo.

Los sólidos se dilatan, es decir aumentan su volumen al calentarlos. Los ingenieros tienen en cuenta el fenómeno de la dilatación de los sólidos, ya que cualquier material en este estado cambia su volumen al variar la temperatura ambiente. Por ejemplo, las vías de acero de un tren se colocan en tramos; es necesario dejar un espacio entre tramo y tramo, llamado junta de dilatación, para dar lugar a que el material se dilate (aumente de volumen) en la época de verano. Las juntas de dilatación se aplican también en carreteras, revestimiento de pisos y puentes.

TIPOS DE SÓLIDOS

Los sólidos se clasifican en función del mayor o menor orden con el que se agrupan las partículas de un material, es decir, según la estructura espacial que adopten. Pueden ser sólidos cristalinos o sólidos amorfos.

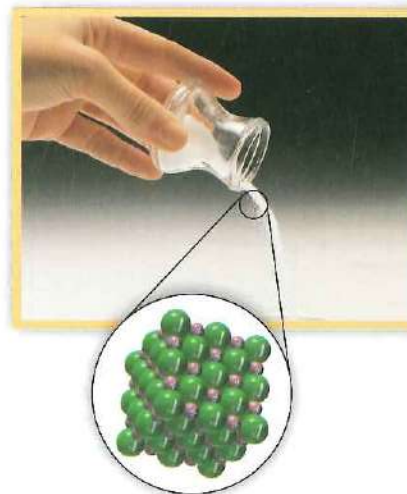
Los **sólidos cristalinos** se caracterizan porque las partículas que los constituyen ocupan posiciones en el espacio que se repiten con regularidad, se disponen en formas geométricas ordenadas, denominadas **redes cristalinas**. La sal de cocina o el cuarzo son ejemplos de sólidos cristalinos.

Los **sólidos amorfos** presentan muy poco orden en la distribución de sus partículas sin formar redes cristalinas. Son ejemplos el vidrio, los plásticos y la goma.

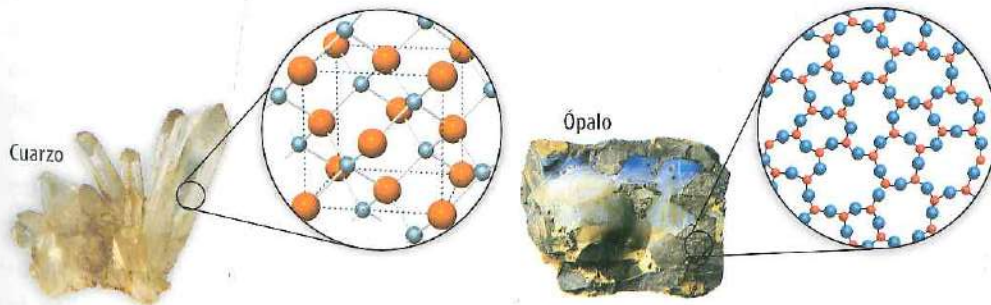
La formación de un sólido cristalino o un sólido amorfo depende de la naturaleza del material y de las condiciones de cristalización. Por ejemplo, el dióxido de silicio, debido a las condiciones de formación, no presenta un ordenamiento regular, es decir, si bien mantiene la forma de red, no está constituido por la repetición de celdas idénticas, entonces el producto es un sólido amorfo, como el vidrio de cuarzo.



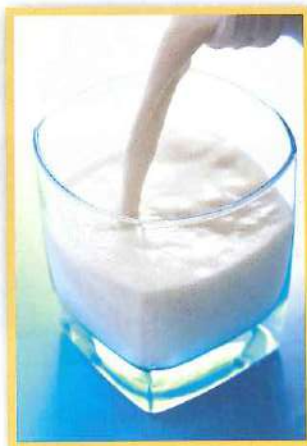
Junta de dilatación en las vías de tren.



En el cloruro de sodio (sal de mesa), los iones cloro y sodio se disponen en el espacio formando un cubo.



Estas dos estructuras están formadas por átomos de oxígeno y silicio. ¿Cuál corresponde a un sólido amorfo y cuál a uno cristalino? Justifiquen su respuesta.

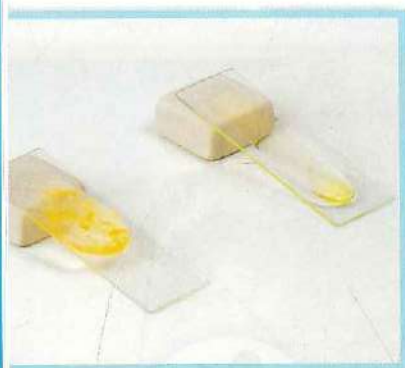


Una de las características de los líquidos es su fluidez.

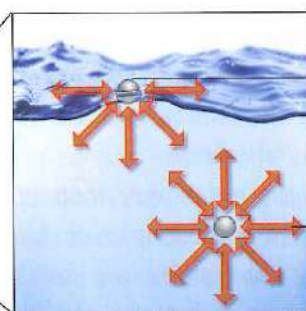
EL ESTADO LÍQUIDO

Los **líquidos**, como el agua o el aceite de cocina, tienen volumen definido, pero no forma propia, es decir que adquieren la forma del recipiente que los contiene. Supongan que tienen una jarra y una probeta con un litro de agua; los dos recipientes tienen distinta forma pero contienen el mismo volumen de líquido. Esto se debe a que sus partículas están más libres que en el estado sólido y pueden desplazarse unas sobre otras; las fuerzas de atracción se equilibran con las de repulsión. Los líquidos son considerados fluidos porque se desparrraman o pueden ser trasvasados de un recipiente a otro, es decir que pierden su forma y adquieren una nueva; a esta propiedad se la llama fluidez. A la velocidad con la que se desparrrama o fluye un líquido se la denomina viscosidad, y consiste en la resistencia que ofrecen los líquidos al escurrir. Por ejemplo, el aceite es más viscoso que el agua.

Una de las propiedades de los líquidos es que presentan en su superficie la llamada **tensión superficial**, como una "película" difícil de atravesar. Con el fin de entender este comportamiento, recurrimos al modelo de partícula. Las interacciones de una partícula del interior de un líquido con las partículas vecinas están compensadas, pero no ocurre lo mismo con las partículas de la superficie. Las fuerzas de atracción son las fuerzas no compensadas sobre dichas partículas, que originan la tensión superficial. Este fenómeno puede observarse cuando los insectos se posan en la superficie del agua y no se hunden. Por otra parte, la tensión superficial es la responsable de que numerosos líquidos formen gotas esféricas.



Desplazamiento de dos líquidos con diferente velocidad. El líquido de la izquierda es el más viscoso.



Las fuerzas unen las partículas de agua.

En el interior del líquido cada partícula está rodeada de otras y las fuerzas se compensan.

La interacción de las partículas de agua hace que su superficie se comporte como una película elástica.

Los líquidos no se pueden comprimir; el espacio entre partículas es mínimo. Al igual que los sólidos, los líquidos se dilatan con el calor. La libertad de desplazamiento de las partículas en el estado líquido también explica la capacidad de **difusión**, es decir, la propiedad por la cual las partículas de un líquido se mezclan con las de otro material, por ejemplo, el agua con el alcohol medicinal.

Cuando se trata de una mezcla, la frontera que separa las sólidas de las líquidas a veces es confusa, como ocurre con la mayonesa o el yogurt. Esto se debe a que son productos mixtos, un material líquido que le da cierto movimiento y un material sólido que le confiere cierta rigidez. Según la cantidad de cada uno de ellos, la mezcla se comporta como un sólido que se desplaza o un líquido que se derrama con dificultad.

ACTIVIDADES

1. Justifiquen la fluidez y la tensión superficial de un líquido según el modelo de partículas.

EL ESTADO GASEOSO

Los **gases**, como los que componen el aire o el gas natural que llega hasta nuestros hogares, no tienen forma propia, sino que adquieren, al igual que los líquidos, la forma del recipiente que los contiene. Los gases también son fluidos: tienen fluidez.

Además, no poseen volumen definido, ocupan todo el volumen disponible del recipiente que los contiene. Tienden a expandirse, esto quiere decir que un gas contenido en un recipiente que se destapa "escapa" y ocupa un nuevo volumen. Son compresibles, cuando se ejerce una presión sobre ellos o se disminuye la temperatura su volumen se reduce, ya que hay mucho espacio entre sus partículas.

TEORÍA CINÉTICA DE GASES

A mediados del siglo XX se desarrolló la **teoría cinética de los gases**, también llamada **teoría cinético-molecular**, con el fin de explicar el comportamiento y las propiedades de los gases. Esta teoría supone lo siguiente:

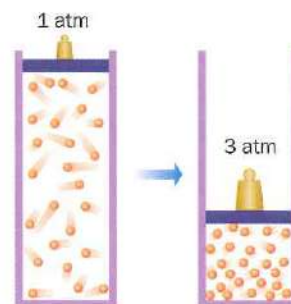
- Los gases están constituidos por moléculas y el movimiento es fundamentalmente de traslación, aunque también rotan y vibran; son constantes, desplazándose en línea recta en todas las direcciones y sentidos.
- Las moléculas chocan entre sí y con las paredes del recipiente que las contiene, son muy pequeñas y están muy alejadas unas de otras.
- Cuando chocan, las moléculas no pierden energía cinética o de movimiento; es decir, las colisiones son perfectamente elásticas.
- Los movimientos de las moléculas aumentan cuando aumenta la temperatura.

ESTADO DE PLASMA

Se denomina **plasma** al cuarto estado de agregación, un estado similar al estado gaseoso pero en el que determinada proporción de las partículas del gas está cargado eléctricamente; son iones. Es posible encontrar el estado de plasma en la naturaleza; por ejemplo, el Sol y las demás estrellas del Universo son enormes bolas de plasma, de gran densidad y temperatura; los relámpagos, que son descargas eléctricas que cruzan la atmósfera, generan plasma a su paso provocando una gran emisión de luz, y la ionosfera (una capa de la atmósfera) contiene plasma.

Además, se puede generar un plasma artificialmente, calentando un gas a altas temperaturas o sometándolo a campos eléctricos. Por ejemplo, un tubo fluorescente, de los que se usan en iluminación, tiene una pequeña cantidad de mercurio y gas; cuando circula electricidad en su interior genera plasma; el fuego es un plasma de temperatura no muy elevada; la corona amarillo-naranja que se observa alrededor de la llama de un mechero es plasma.

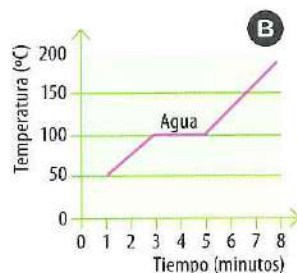
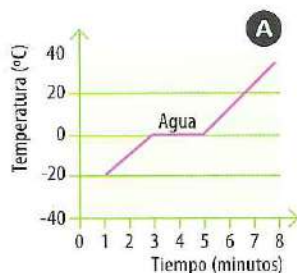
El plasma es muy usado en pantallas de televisores y monitores de computadoras; estas tienen en su interior una mezcla de gases como el xenón y el neón, que gracias al pasaje de corriente eléctrica, pasan al estado de plasma y emiten luz en diferentes colores.



El aumento de la presión sobre una masa gaseosa provoca que disminuya el volumen. ¿Qué ocurre con las partículas?



Los relámpagos ionizan el aire y provocan una gran emisión de luz.



Representación gráfica del punto de fusión (A) y el punto de ebullición del agua (B). Mientras dura la fusión y la ebullición, la temperatura se mantiene constante.

CAMBIOS DE ESTADO

Con frecuencia observamos los cambios de estado de la materia; por ejemplo, al sacar hielo del congelador, que no es otra cosa que agua sólida, se convierte en agua líquida, o cuando se calienta agua líquida se transforma en vapor (gas).

De acuerdo con la teoría cinética, el aumento de temperatura de un sólido incrementa la movilidad de sus partículas. Si continúa aumentando la temperatura, las partículas adquieren energía suficiente para liberarse de sus posiciones fijas, y el sólido se convierte en líquido. Si sigue subiendo la temperatura, el material pasa al estado gaseoso y sus partículas se mueven por todo el volumen del recipiente que lo contiene.

Los cambios de estado de los materiales son transformaciones físicas, ya que no se modifica su composición: tanto en forma de hielo como líquida o gaseosa, el agua sigue siendo la misma sustancia, de fórmula química H_2O .

CAMBIOS DE ESTADO Y MODELO DE PARTÍCULAS

Los cambios de estado pueden explicarse a partir del modelo de partículas. Cuando se le entrega suficiente energía térmica (en forma de calor) a un sólido, la energía cinética de sus partículas aumenta y las fuerzas de atracción entre ellas disminuye, comienzan a moverse más libremente y pueden pasar al estado líquido. Si se sigue entregando energía térmica, las partículas en estado líquido aumentan aún más su energía cinética, las fuerzas de atracción se anulan y comienzan a predominar las fuerzas de repulsión; entonces el líquido pasa al estado gaseoso. Por el contrario, para que un líquido pase a estado sólido o un gas a estado líquido, se le debe quitar suficiente energía térmica.

INTERPRETACIÓN DE ALGUNOS CAMBIOS DE ESTADO



Pasaje de sólido a líquido. Las partículas ganan movilidad y, aunque siguen juntas, pueden cambiar de posición. El sólido pasa al estado líquido.



Pasaje de líquido a gas. Las partículas ya no permanecen juntas, ganan movilidad y escapan del estado líquido, pasan al estado gaseoso.

HERRAMIENTAS

Representaciones gráficas

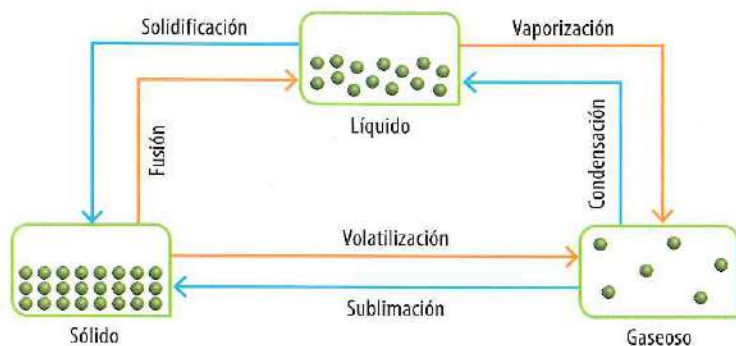
La representación gráfica de datos es una herramienta que se utiliza con frecuencia con el fin de facilitar la comprensión de un tema, que de otra manera resultaría complejo. La ventaja de representar un conjunto de datos en forma gráfica es que proporciona la información a simple vista y facilita así su interpretación.

Los datos representados en un par de ejes cartesianos nos ayudarán a comprender, por ejemplo, cómo se relaciona el

tiempo y la temperatura en un cambio de estado, así como el comportamiento de un gas frente a la temperatura o la presión. Los gráficos cartesianos están formados por dos ejes perpendiculares, uno horizontal y otro vertical. Cada punto del plano puede "nombrarse" mediante dos números: (x, y), que son las coordenadas del punto, llamadas abscisa y ordenada, respectivamente. El lugar donde los ejes se cortan se llama coordenada de origen y corresponde a un par de valores (0, 0). Cada par de coordenadas determina un punto en el plano, y un conjunto de puntos una línea o gráfica.

CAMBIOS DE ESTADO PROGRESIVOS Y REGRESIVOS

Un material, en ciertas condiciones, cambia de estado a una temperatura determinada, llamada **temperatura de cambio de estado**. Mientras ocurre el cambio de estado, esta permanece constante. Si el material absorbe energía térmica durante el cambio de estado, este es un **cambio progresivo**; si cede energía, es un **cambio regresivo**.



Cada cambio de estado tiene un nombre que lo caracteriza.

La energía absorbida en un cambio progresivo se emplea en vencer las fuerzas que mantienen unidas las partículas en los estados sólido y líquido. Veamos cada caso en particular.

La **fusión** es el paso del estado sólido al líquido. Al calentar manteca en una sartén, recibe energía térmica y las partículas se mueven cada vez más rápido. Llega un punto en el que su movimiento supera las fuerzas de tracción que las unen y el sólido empieza a fundirse. La temperatura no varía durante el cambio, pero una vez finalizado, aumenta.

- La **vaporización** es el pasaje del estado líquido al gaseoso; por ejemplo, hervir agua en una pava. Aunque con frecuencia solemos referirnos a la ebullición como una evaporación, en realidad ebullición y evaporación son dos formas diferentes del pasaje del estado líquido al gaseoso. Veamos las diferencias:
 - En la **ebullición**, por ejemplo cuando el agua hierve en una olla al alcanzar la temperatura de ebullición, se produce el cambio de estado en todos los puntos del líquido.
 - En la **evaporación**, solo las partículas superficiales del líquido pasan al estado gaseoso, ya que tienen mayor energía cinética que las más "internas". Esto ocurre porque el sistema no alcanza la temperatura de ebullición (en el agua, 100 °C). Por ejemplo, en lagos, lagunas y ríos se produce la evaporación lenta del agua superficial.
- La **volatilización** es el pasaje del estado sólido al gaseoso. Las partículas superficiales del sólido escapan por la vibración que experimentan.

La energía cedida en un cambio regresivo es liberada al formar las estructuras sólidas y líquidas. Veamos cada caso en particular.

- La **solidificación** es el pasaje del estado líquido al sólido; por ejemplo, cuando colocamos agua en el congelador, este retira energía térmica al agua, y se forma hielo.
- La **condensación** es el pasaje del estado gaseoso al líquido. Cuando el agua en estado gaseoso (vapor) hace contacto con una superficie fría, se condensa y vuelve líquida.
- La **licuefacción** es el paso de un gas al estado líquido. Solo se produce artificialmente cuando se desea envasar un gas en estado líquido, como el de los encendedores.
- La **sublimación** es el cambio inverso a la volatilización, es decir, de gas a sólido. Por ejemplo, el yodo gaseoso que choca contra una superficie fría y forma cristales sólidos.



Los metales tienen temperaturas de fusión muy altas. ¿Cómo podrían explicar esta propiedad según el modelo de partículas?



Proceso de solidificación de moléculas de agua.

ACTIVIDADES

1. Elaboren una tabla con los cambios progresivos y los regresivos; incluyan el cambio de estado, el nombre y agreguen ejemplos.



Según un alpinista gana altura sobre el nivel del mar, la presión atmosférica disminuye y con ella la cantidad de oxígeno; por eso necesitan reservas para poder respirar.

EL ESTADO GASEOSO Y LAS VARIABLES DE ESTADO

Cualquier muestra de gas se puede describir en función de cuatro propiedades fundamentales: la **masa** o cantidad de materia, el **volumen**, la **presión** y la **temperatura**. Estas variables definen el estado de un gas, por lo que se llaman **variables de estado**.

La palabra "estado" se empleó anteriormente para describir el estado de agregación de la materia (sólido, líquido o gaseoso), pero aquí se utiliza en un sentido más amplio. La materia se encuentra en un estado determinado cuando todas sus propiedades tienen un valor definido. Por esta razón, se denominan variables de estado.

LA PRESIÓN EN LOS GASES

Los gases ejercen presión sobre las paredes del recipiente que los contiene. Es relativamente sencillo percibirla; por ejemplo, un globo estalla cuando el material del que está hecho no soporta la presión del aire en su interior.

Cuando un sistema gaseoso está en equilibrio, la presión del gas es idéntica a la presión que se ejerce sobre él desde el exterior. Matemáticamente, la presión se define como el cociente entre la fuerza y la superficie.

La presión (P) es la relación de la fuerza (F) por unidad de superficie (S).

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

La unidad de presión en el SI es el pascal (Pa).

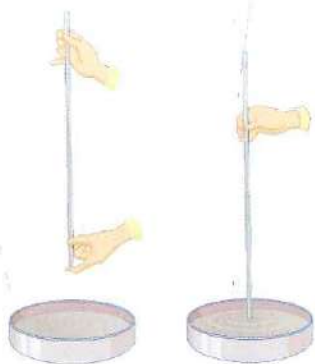
LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La atmósfera de la Tierra es una mezcla de gases que la rodea hasta cierta altura y que ejerce presión sobre ella. Como el aire es materia, tiene masa y, por lo tanto, pesa. El peso de la masa de aire es una fuerza que se ejerce sobre una determinada superficie; entonces, a la relación del peso de la columna de aire y la superficie sobre la que actúa se la llama **presión atmosférica**.

Hacia 1643 el físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) construyó un dispositivo, el barómetro de mercurio, con el que pudo medir por primera vez la presión atmosférica. Consistía en un tubo de vidrio de un metro de largo, abierto por un extremo y cerrado por el otro, algo de mercurio y una cubeta. Torricelli llenó el tubo con mercurio. Luego tapó su extremo abierto y lo invirtió en una cubeta llena de más mercurio. Observó que, al destapar el extremo sumergido, el mercurio del tubo comenzó a descender hasta formar una columna de mercurio de altura estable. Torricelli formuló lo siguiente: el aire ejerce una fuerza hacia abajo sobre el mercurio contenido en la cubeta. Esto hace que el mercurio al interior del tubo descienda hasta un nivel en que la presión de la columna sea igual a la presión ejercida por la atmósfera. Midió la columna de mercurio y determinó que correspondía a 760 mm de mercurio (mmHg). Este valor se conoce como 1 atmósfera (atm), y corresponde a la presión atmosférica normal, que es la presión de la columna de aire a nivel del mar y 0 °C. Las equivalencias entre unidades son las siguientes:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm de Hg}$$

$$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1.013 \text{ hPa (hectopascales)}$$



Experimento de Torricelli.

TEMPERATURA Y ENERGÍA TÉRMICA

Muchas veces empleamos expresiones como "¡hace frío!" o "¡hace calor!", donde los términos frío y calor hacen referencia a las sensaciones recibidas mediante el sentido del tacto. La magnitud física que puede ser medida y expresada de forma numérica es la temperatura. Un cuerpo caliente tiene mayor temperatura que otro frío.

La **temperatura** es una propiedad relacionada con el movimiento de sus partículas. Cuanto mayor sea este movimiento, más elevada será la temperatura del cuerpo. El calor es lo que un cuerpo transfiere a otro que está a menor temperatura que él, ya que le transfiere parte de la agitación de sus partículas.

Al poner en contacto dos cuerpos a distinta temperatura, el cuerpo caliente se enfría y el cuerpo frío se calienta hasta que se igualan sus temperaturas. Se dice que han alcanzado el **equilibrio térmico**. Hay diferentes escalas para medir temperaturas.

MEDIDA DE LA TEMPERATURA

Para medir la temperatura, se busca una correspondencia entre sus variaciones y la de una propiedad física fácilmente medible, como la longitud de una columna de mercurio. La temperatura se mide con los termómetros. El **termómetro** de mercurio alcanza el equilibrio térmico con el cuerpo cuya temperatura se quiere medir. Para poder representar la temperatura de forma numérica, los termómetros deben estar graduados en escalas.

Una escala queda se determina seleccionando dos sucesos que siempre ocurren a la misma temperatura. Estas temperaturas de referencia son los puntos fijos del termómetro. Los más usados son la temperatura de fusión y la de ebullición del agua.

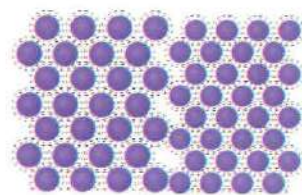
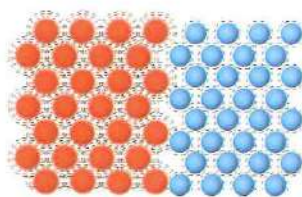
Escala termométrica		
Escala Celsius	Escala Kelvin o absoluta	Escala Fahrenheit
Es la empleada habitualmente. La fusión del hielo corresponde a 0 °C y la ebullición del agua a 100 °C. Este intervalo se divide en 100 partes iguales; cada una de ellas es un grado centígrado (1 °C).	Utilizada por los científicos. El cero absoluto de temperaturas (0 K) es -273 °C. El kelvin (K) es la unidad de temperatura en el SI. La relación con la escala Celsius se expresa: $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$	Utilizada en países anglosajones. En ella la fusión del hielo corresponde a 32 °F y la ebullición del agua a 212 °F. La relación con la escala Celsius se expresa: $\frac{T(^{\circ}C)}{100} = \frac{T(^{\circ}F) - 32}{180}$

Fahrenheit diseñó su escala de modo que la temperatura del cuerpo humano fuera 100 °F. Si se desea expresar esta temperatura en la escala Celsius, que es la escala utilizada en la Argentina, debemos proceder de la siguiente manera:

$$\frac{T(^{\circ}C)}{100} = \frac{T(^{\circ}F) - 32}{180} \Rightarrow \frac{T(^{\circ}C)}{100} = \frac{100 - 32}{180} \Rightarrow T(^{\circ}C) = \frac{68 \cdot 100}{180} = 37,78^{\circ}C$$

Ahora bien, un científico familiarizado con la escala Kelvin, desea saber a cuántos Kelvin corresponde la temperatura del cuerpo humano; entonces realizará los siguientes cálculos:

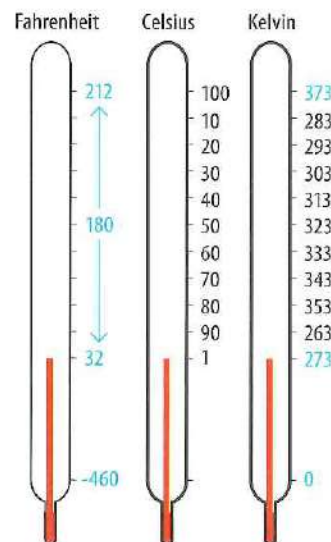
$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273 \Rightarrow T(K) = 37,78^{\circ}C + 273 = 310,78 K$$



Partículas del cuerpo con mayor temperatura (mayor agitación térmica).

Partículas del cuerpo con menor temperatura (menor agitación térmica).

Equilibrio térmico: al cabo de un tiempo, la agitación térmica de todas las partículas es la misma.



Comparación entre las distintas escalas termométricas.

CAMINO A LAS LEYES DE LOS GASES

Durante los siglos XVII y XVIII, los científicos estudiaron el comportamiento de los gases, enunciando leyes experimentales que relacionan sus variables de estado. Por ejemplo, la relación que existe entre la presión y el volumen de una determinada masa de gas a una temperatura dada.

Jean Van Helmont (1579-1644). Químico belga que descubrió que en ciertos cambios químicos se liberaba un fluido "aéreo", y demostró la existencia de un nuevo tipo de sustancias con propiedades particulares a las que denominó gases. También se dio cuenta de que la sustancia encontrada, hoy conocida como dióxido de carbono, se libera al quemar carbón.



Los avances en la obtención de gases facilitaron el estudio de las propiedades y el comportamiento de estas sustancias. El filósofo, químico y físico irlandés Robert Boyle (1627-1691) halló que el volumen de una muestra de aire varía con la presión según una proporción inversa. Esta relación, en la que el volumen disminuye a medida que aumenta la presión, fue publicada en 1662; se trata de la ley de Boyle.

Boyle no especificó que la temperatura debía mantenerse constante para que su ley fuera válida. Hacia 1680, el físico francés Edme Mariotte (1630-1684), descubrió independientemente la ley de Boyle y especificó que la temperatura debe mantenerse constante.



Cien años después de que Boyle estableciera su ley, el científico francés Jacques Charles (1746-1823) estudió de forma cuantitativa la dilatación térmica de los gases. En 1787 descubrió que una variación de temperatura producía un aumento de volumen en una masa gaseosa. Nunca publicó sus resultados.

En 1802, el químico francés Louis Gay-Lussac (1778-1850) publicó sus observaciones sobre el fenómeno de la dilatación térmica de los gases al repetir los trabajos de Charles. Por eso, la ley que describe la variación del volumen de un gas con la temperatura se denomina ley de Charles y Gay-Lussac. Además, Gay-Lussac relacionó la presión y la temperatura de un gas y encontró que son directamente proporcionales. A esta ley se la llama segunda ley de Gay-Lussac.



LAS LEYES DE LOS GASES

Todas las personas que alguna vez utilizaron un aerosol saben que en el envase se recomienda "no arrojar al fuego"; el aumento de la temperatura aumenta la presión dentro del recipiente y cuando esta supera la resistencia del material que lo contiene, explota. También se observa que al calentar agua dentro de una olla a presión, a medida que aumenta la temperatura, el agua, que pasa al estado gaseoso, incrementa la presión dentro de la olla hasta que comienza a pitar al momento que escapa el vapor de agua, lo que disminuye la presión dentro de ella y evita su explosión.

En los gases, pueden establecerse relaciones teniendo en cuenta las variables **P** (presión), **V** (volumen) y **T** (temperatura en escala Kelvin). Estos estudios, obviamente no con tubos de aerosol ni ollas a presión, fueron abordados por científicos desde hace algunos siglos, quienes llegaron a una serie de leyes, que se conocen como **leyes de los gases**.

LEY DE BOYLE Y MARIOTTE

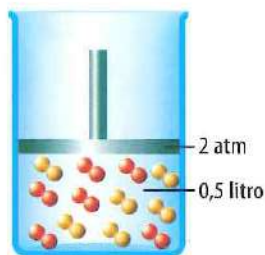
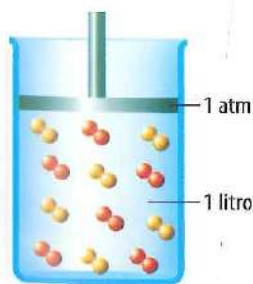
Los experimentos realizados en 1662 por Boyle lo llevaron a establecer que el volumen de una masa determinada de aire es inversamente proporcional a la presión que se ejerce sobre ella; es decir, si se duplica la presión, el volumen se reduce a la mitad.

Boyle no especificó que sus experimentos los había realizado a temperatura constante. En 1676, el francés Edme Mariotte encontró los mismos resultados y aclaró que para que la ley sea válida la temperatura debe ser constante. Estos resultados, válidos para cualquier masa de gas a temperatura constante, se conocen como **ley de Boyle**. Según esta, para cierta cantidad de gas a temperatura constante, el volumen es inversamente proporcional a la presión. La teoría cinética justifica esto porque considera que las partículas, al moverse en un espacio menor, chocan con mayor frecuencia con las paredes del recipiente, lo que se traduce en una mayor presión. Matemáticamente, se puede interpretar la ley de Boyle de la siguiente manera: el producto entre la presión (**P**) de un gas y su volumen (**V**) es siempre una constante, cuando la temperatura (**T**) no varía:

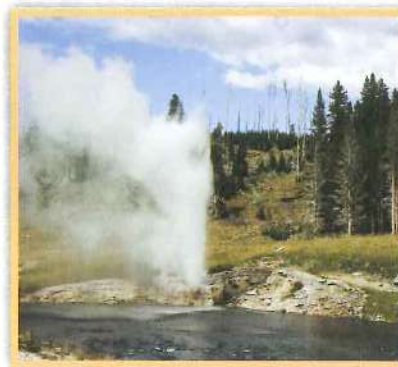
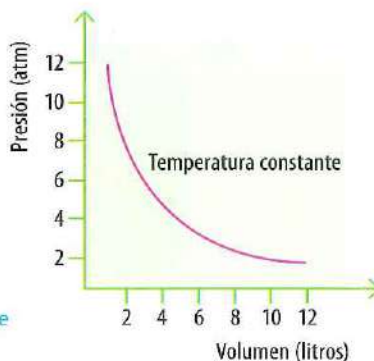
$$P \cdot V = k \text{ (constante)}$$

Si consideramos una situación inicial (1) de una masa gaseosa a temperatura constante, conociendo los valores de P_1 y V_1 , es posible calcular otros aplicando la expresión matemática de la ley de Boyle y Marotte.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \text{ (masa y temperatura constantes)}$$



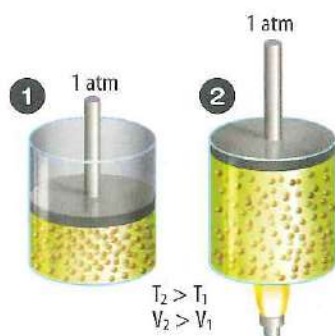
Para una misma masa de gas, si aumenta la presión, disminuye proporcionalmente el volumen. Si se grafican los datos, se obtiene una curva.



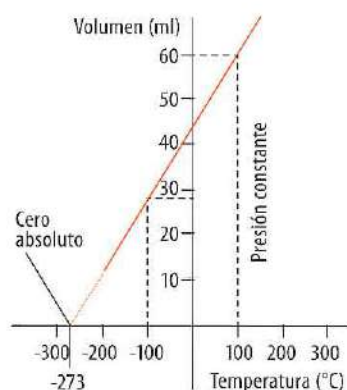
El paso de agua líquida a vapor siempre produce un incremento de la presión.

ACTIVIDADES

1. Expliquen con sus palabras los aportes al conocimiento de los gases realizados por los investigadores mencionados en estas páginas.



Si se tiene una cierta masa de gas en un recipiente cerrado con el émbolo libre y se aumenta la temperatura, ¿qué ocurre con el volumen?



La representación gráfica del volumen de un gas en función de su temperatura muestra una relación lineal.

LEY DE CHARLES Y GAY-LUSSAC

Los franceses Jacques Charles y Gay-Lussac realizaron investigaciones independientes con los gases. En ellas, modificaron la temperatura, la presión y el volumen de masas constantes de gases en recipientes cilíndricos.

- **Ley de Charles y Gay-Lussac a presión constante:** cuando la tapa del recipiente cilíndrico que contiene un gas se deja libre, la presión en su interior se mantiene constante e igual a la presión externa. Charles vio que si aumentaba la temperatura (K), la tapa del recipiente se movía hacia arriba: aumentaba el volumen del gas. Por el contrario, si disminuía la temperatura, la tapa se movía hacia el fondo del cilindro; por lo tanto, disminuía proporcionalmente el volumen. Esto permitió enunciar **la primera ley de Charles y Gay-Lussac:** *el volumen de una determinada masa de gas, medido a presión constante, es directamente proporcional a la temperatura absoluta del mismo.* Esta ley se expresa como:

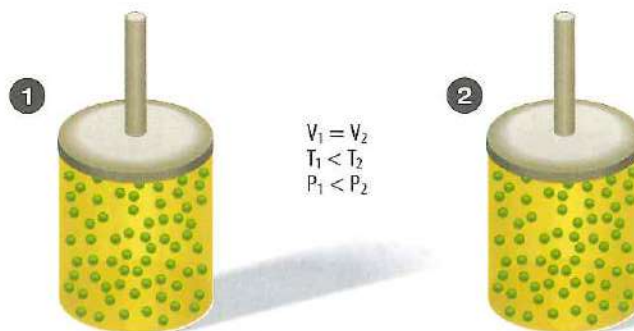
$$\frac{V}{T} = k, \text{ donde } k \text{ es constante, o también } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

La teoría cinética justifica este comportamiento porque considera que si se trabaja a presión constante, a medida que aumenta la temperatura de un gas, aumenta la energía cinética de sus partículas, estas se alejan y como consecuencia el volumen del gas aumenta.

- **Ley de Charles y Gay-Lussac a volumen constante:** Charles experimentó también con gases contenidos en recipientes cilíndricos de tapa fija, o sea, de volumen constante. Comprobó que si aumentaba la temperatura (K), también se incrementaba la presión dentro de este, sin que pudiera variar el volumen. Entonces se enunció la **segunda ley de Charles y Gay-Lussac:** *la presión de una determinada masa de gas es directamente proporcional a la temperatura absoluta, si se mantiene el volumen constante.* Esta ley se expresa como:

$$\frac{P}{T} = k, \text{ donde } k \text{ es constante, o también } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

La teoría cinética justifica este comportamiento, dado que si aumenta la temperatura, aumentan la energía cinética de las partículas y su frecuencia de impactos con las paredes del recipiente. Esto se traduce en un aumento de la presión.



Si se tiene una cierta masa de gas en un recipiente cerrado con el émbolo fijo y se aumenta la temperatura, ¿qué sucede con la presión? Si se grafican los datos, ¿qué se obtiene?

ECUACIÓN GENERAL DE LOS GASES IDEALES

Si se aplican a una cantidad determinada de gas las leyes de Boyle, Charles y Gay-Lussac, se obtiene la siguiente ley combinada, llamada **ecuación de estado de los gases ideales**.

Un gas ideal es un gas hipotético formado por partículas puntuales, es decir sin volumen propio; no ejercen fuerzas atractivas ni repulsivas entre sí; se encuentran en movimiento rápido chocando entre sí en forma perfectamente elástica, por lo que la energía cinética no se pierde.

La mayoría de los gases en la naturaleza, considerados gases reales, no se comportan como gases ideales. Sin embargo, la ecuación de gases ideales es útil para comprender las manifestaciones de los gases reales en determinadas condiciones.

Las tres leyes de los gases estudiadas establecen una relación entre dos variables (P , V), (P , T) o (V , T) cuando la masa y la variable restante en cada caso se mantienen constantes.

Al combinar las tres leyes, puede llegarse a una expresión matemática que vincula las tres variables (P , V y T) cuando la masa es constante. La ley conocida como **ecuación de estado del gas ideal** expresa que:

El producto $\frac{P \cdot V}{T}$ (P es la presión, V el volumen y T la temperatura absoluta) es constante para determinada masa de gas. Matemáticamente, puede simbolizarse como:

$$\frac{P \cdot V}{T} = k \quad (\text{constante})$$

Para dos estados diferentes, donde 1 es el estado inicial y 2 el estado final, la ecuación general de estado puede expresarse matemáticamente como:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Analicemos cómo quedan expresadas en esta ecuación las tres leyes estudiadas.

Si, $T_1 = T_2$, puede simplificarse la temperatura en la ecuación general, lo que resulta la expresión de la ley de Boyle y Marotte.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Si, $P_1 = P_2$, puede simplificarse la presión en la ecuación general, lo que resulta la expresión de la primera ley de Charles-Gay-Lussac.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Por último, si $V_1 = V_2$, puede simplificarse el volumen en la ecuación general, lo que resulta la expresión de la segunda ley de Charles-Gay-Lussac.

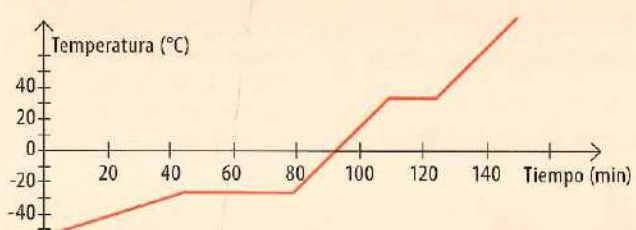
$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



Los globos aerostáticos fueron el primer intento de la humanidad con el fin de volar. Comprender el comportamiento de los gases fue fundamental para este emprendimiento.

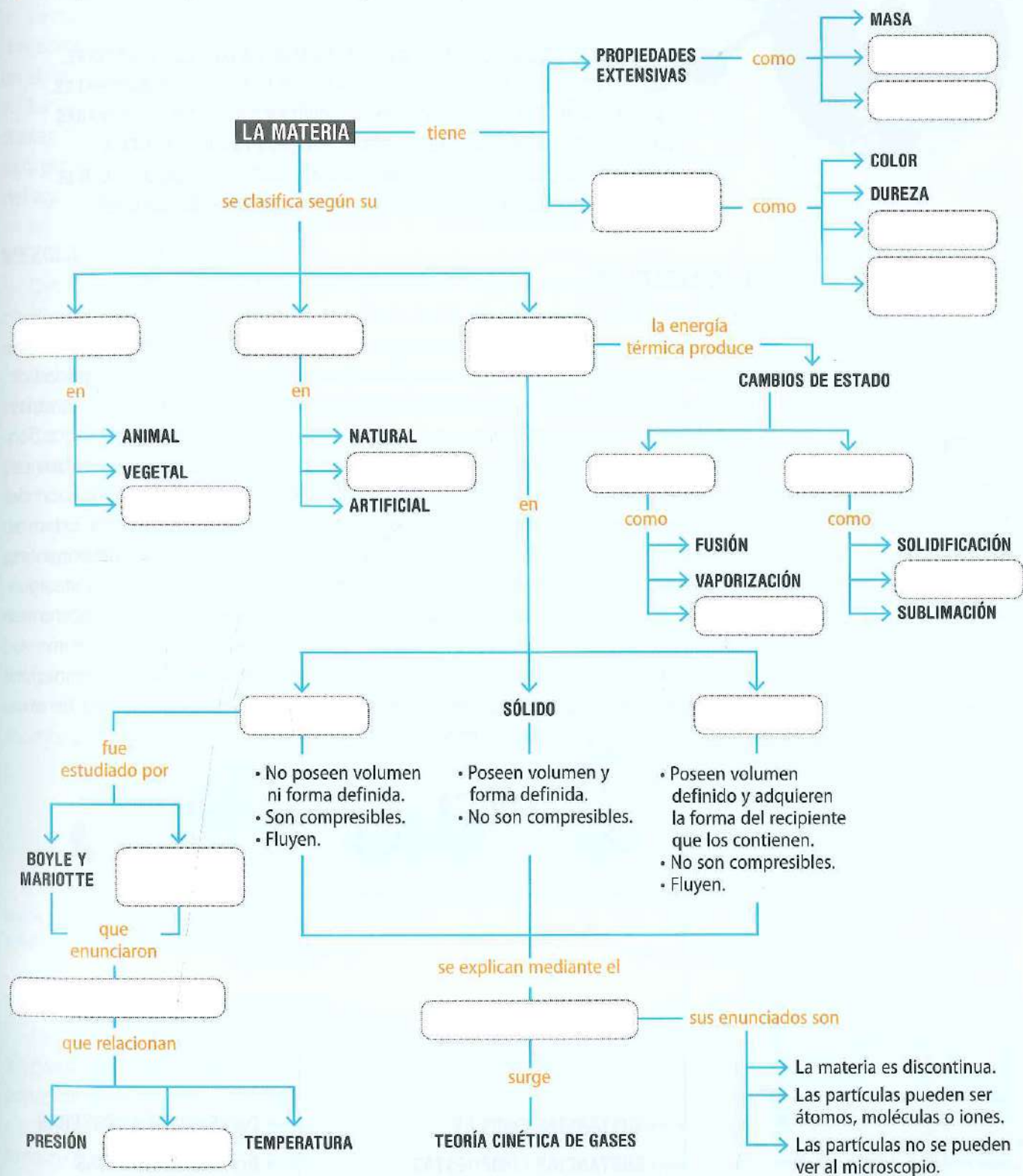


Un inflador funciona comprimiendo aire a un volumen menor. ¿Qué ley de los gases se aplica? Si el comportamiento del gas es considerado ideal, ¿qué sucede con la temperatura?

- Respondan las siguientes preguntas en la carpeta.
 - ¿Qué propiedad de los metales los hace aptos para fabricar hilos? ¿Y láminas?
 - Un fabricante de sillones eligió espuma de goma para rellenar los almohadones. ¿Qué propiedad de los materiales creen que tuvo en cuenta? Justifiquen su respuesta.
 - En una fábrica de copas de cristal embalaron un pedido con polietileno con burbujas para evitar que las copas se rompieran en el viaje. ¿Qué propiedad del cristal tuvieron en cuenta?
- Analicen las siguientes situaciones, indiquen el cambio de estado que ocurre y luego explíquenlo teniendo en cuenta el modelo de partícula.
 - En verano, cuando el sol está más cerca de la Tierra, la nieve que cayó en Bariloche durante el invierno se derrite.
 - El agua de la laguna de los Esteros del Iberá se evapora.
 - En Ushuaia la superficie del lago está congelada en invierno.
- Observen el siguiente gráfico que corresponde a los cambios de estado de un material y respondan.
 - ¿A qué temperatura solidifica este material?
 - ¿En qué estado se encontrará a 50°C ?
 - ¿Qué ocurre con el material a 30°C ?
 - ¿En qué estado se encuentra el material a 20°C ?

El gráfico muestra la temperatura en grados Celsius en función del tiempo en minutos. La línea roja comienza en -40°C a los 0 min, sube a -20°C a los 40 min, se mantiene constante hasta los 80 min, sube a 30°C a los 100 min, se mantiene constante hasta los 120 min, y finalmente sube a 140°C a los 140 min.
- Un globo aerostático para estudios meteorológicos, lleno de gas helio (He), parte de la superficie con un volumen de 100 l, a una presión de 1 atm y una temperatura de 20°C . ¿Qué volumen adquirirá cuando ascienda a una altura en la cual la presión es de 0,8 atm y la temperatura de 17°C ?
- Una masa de 2,5 g de litio, el metal más ligero de todos, ocupa un volumen de 4,7 ml. Calculen la densidad del litio.
- Un orfebre fabricó dos anillos, uno de oro y el otro de acero. Usó igual cantidad de oro que acero; 100 g. ¿Los anillos tendrán el mismo tamaño? Datos: la densidad del hierro: $7,8\text{ g/cm}^3$; la densidad del oro: $19,3\text{ g/cm}^3$.
- Expresen la presión en las unidades indicadas.
 - $5\text{ atm} = \dots\dots\text{ Pa}$
 - $1.900\text{ mmHg} = \dots\dots\text{ atm}$
 - $1.013\text{ hPa} = \dots\dots\text{ atm}$
- Juan Martín y Luciana viajaron a Londres en el verano. Luciana se compró un típico impermeable londinense. Cuando leyó la etiqueta con las recomendaciones para el lavado, decía: lavado a una temperatura 104°F . Como este valor no estaba en la escala que entendían, hicieron el cálculo en la escala Celsius. ¿Qué resultado obtuvieron?
- Expresen la temperatura en las escalas indicadas.
 - $0^{\circ}\text{C} = \dots\dots\text{ K}$
 - $437\text{ K} = \dots\dots^{\circ}\text{C}$
 - $80^{\circ}\text{C} = \dots\dots^{\circ}\text{F}$
- Una bolsa frontal de automóvil, esas que se inflan para proteger al conductor en un accidente, se llena de gas nitrógeno en apenas milésimas de segundos. Si en ella caben 75 l de nitrógeno a 760 mmHg de presión, ¿cuál será la presión si se transfiere el nitrógeno a otra bolsa de 30 l? Expresen el resultado en atmósferas.
- La caldera de una torre de departamentos tiene una válvula que se abre cuando la presión interna llega a 10 atm. ¿A qué temperatura se abrirá la válvula si la caldera funciona normalmente a 3 atm y 388 K ? Expresen la temperatura en la escala Celsius.

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

MEZCLAS Y SOLUCIONES

EL AGUA QUE BEBEMOS, EL AIRE QUE RESPIRAMOS, LA CORTEZA TERRESTRE, INCLUSO LOS SERES VIVOS, ESTÁN CONSTITUIDOS POR DIVERSOS MATERIALES. LA MAYORÍA DE LOS MATERIALES QUE NOS RODEAN SON MEZCLAS FORMADAS POR SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASES. A VECES PODEMOS DARNOS CUENTA A SIMPLE VISTA QUE SE TRATA DE UNA MEZCLA, PERO OTRAS VECES, NI CON EL MICROSCOPIO MÁS POTENTE PODEMOS DIFERENCIAR SUS COMPONENTES.

LAS MEZCLAS

En el capítulo anterior se presentaron los materiales, sus propiedades y sus estados de agregación, sólido, líquido y gaseoso. En este capítulo, se presentarán la variedad de **mezclas**, su clasificación y sus propiedades. Estudiarán un tipo particular de mezclas: las **soluciones**. Una de las primeras fabricada por los seres humanos fue el bronce. Tan importante, que da su nombre al período prehistórico conocido como Edad del bronce. Durante miles de años, esta mezcla, llamada **aleación**, se utilizó en la fabricación de armas, utensilios y joyas. Otras, por ejemplo, se encuentran en forma natural. Estamos rodeados de soluciones que contienen cantidades variables de distintos componentes, como el aire y el mar; también el plasma de la sangre, porque contiene el 90% de agua y el 10% de otros componentes (carbohidratos, proteínas y vitaminas en diferentes cantidades). Conocer estos valores es importante no solo en los laboratorios de investigación, sino también en muchos aspectos relacionados con la salud, la contaminación y la industria. En este capítulo también aprenderán a diferenciar una mezcla de otra, cómo prepararlas y separar sus componentes.



Indiquen cuáles creen que son mezclas de la siguiente lista: mármol, bronce, agua destilada, agua de mar, aire, azúcar, vidrio y plástico. Justifiquen su elección y comparen sus resultados con los de sus compañeros.

VARIEDAD DE MEZCLAS

La mayor parte de los materiales que se conocen son mezclas; por ejemplo, el agua de mar contiene sales, el aire que respiramos es una mezcla de gases, y la leche que bebemos en el desayuno es una mezcla de agua, proteína, carbohidratos, lípidos y minerales.

La variedad de mezclas es enorme y, por eso, cuando los científicos deciden estudiarlas, las aíslan de todo lo que está a su alrededor. Una porción del Universo que se aísla para su estudio se llama **sistema material**. Así, si se desea estudiar la composición del agua de mar, bastará con tomar una muestra y llevarla al laboratorio.

MEZCLAS Y SUSTANCIAS

Debido a la gran cantidad de sistemas materiales que existen, se hace necesario clasificarlos para facilitar su estudio. Un criterio es clasificarlos según su composición en dos grandes grupos: las sustancias y las mezclas.

Las **sustancias puras**, o simplemente **sustancias**, pueden estar formadas por una o más partículas (átomos) iguales, como el neón o el fósforo. A estas sustancias, formadas por átomos de una misma clase o elemento, se las llama **sustancias simples**. Las **sustancias compuestas**, o simplemente compuestos, tienen más de un tipo de átomo. Por ejemplo, el dióxido de carbono está formado por la unión de un átomo de carbono y dos de oxígeno. También, el agua es una sustancia compuesta formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

No se deben confundir las sustancias compuestas con las mezclas. La unión de dos o más átomos para formar un compuesto es un proceso distinto al de la mezcla. Los constituyentes de una mezcla pueden estar en cualquier proporción y mantener sus propiedades características. Los constituyentes de un compuesto están siempre en la misma proporción, y la sustancia final posee propiedades diferentes a las de los átomos por separado.



Neón y fósforo, dos sustancias simples; dióxido de carbono y agua, dos sustancias compuestas.

TIPOS DE SISTEMAS MATERIALES

Una forma utilizada por los científicos para clasificar los sistemas materiales se basa en comprobar si es posible o no percibir, a simple vista o con algún instrumento óptico, zonas diferentes. Cada una de esas zonas se llama **fase**.

Los sistemas formados por más de una fase se llaman **heterogéneos**, es decir, presentan distintas propiedades intensivas en las diferentes partes del sistema. Los sistemas que tienen una única fase se llaman **homogéneos** y tienen las mismas propiedades intensivas en todas sus partes. No se distinguen fases ni siquiera con un microscopio. Y las fases pueden estar constituidas por un solo componente o por más de uno.



El oro, una de las pocas sustancias metálicas que se encuentra en la naturaleza, ¿es una sustancia simple o compuesta?



El oxígeno y el ozono son sustancias simples. El oxígeno está formado por la unión de dos átomos de oxígeno. El ozono, por la unión de tres átomos de oxígeno.



En una mezcla, cada constituyente mantiene sus propiedades características.



LOS SISTEMAS HETEROGÉNEOS Y SU CLASIFICACIÓN

El aspecto de un sistema material puede variar según cómo se lo observe. A simple vista, algunos presentan fases bien definidas, como un trozo de granito. Otros, en cambio, son más difíciles de identificar; tienen un aspecto uniforme, pero si se observan al microscopio, aparecen discontinuidades en la materia que los forma. Así, la leche, que parece ser homogénea, es heterogénea; vista al microscopio presenta gotitas de grasa.

Es posible, entonces, clasificar los sistemas materiales heterogéneos según el grado de subdivisión en el que se presentan las fases que lo componen. De acuerdo con ello, se distinguen tres grupos: dispersiones groseras, finas y coloidales.

En las **dispersiones groseras**, las fases se presentan en porciones gruesas, de un tamaño fácilmente observable a simple vista. Un trozo de granito es una dispersión grosera; puede observarse a simple vista el cuarzo, la mica y el feldespato que lo compone.

En las **dispersiones finas**, una de las fases está finamente dividida y distribuida en otra, y solo se las puede observar con una lupa o microscopio. Se dice que una fase está **dispersa** en otra a la que se llama fase **dispersante**. Según el estado de agregación de la fase dispersa y la dispersante, se distinguen los siguientes casos.

La fase dispersa es sólida y la dispersante líquida; por ejemplo el agua de río con arcilla o la tinta china.



Suspensiones

Ambas fases son líquidas; por ejemplo, la leche, la mayonesa y las cremas para el cuerpo, en las que hay pequeñas gotitas de un líquido aceitoso suspendidas en una fase constituida principalmente por agua.



Emulsiones

La fase dispersa es un gas y la dispersante, líquida; por ejemplo, la crema de leche o la clara batida a punto nieve.



Espumas

La fase dispersa es un sólido y la dispersante un gas; por ejemplo pequeñas partículas de carbón en el aire.



Humos

La fase dispersa es líquida y la dispersante gaseosa; por ejemplo, la niebla que se observa por las mañanas en los días invernales, no es otra cosa que pequeñas gotitas de agua distribuidas en el aire.



Nieblas



La gelatina es un coloide.
¿Cuál es la sustancia líquida dispersante?

Las **dispersiones coloidales**, por su parte, se caracterizan por presentar una división aun mayor de la fase dispersa. Las partículas en una dispersión coloidal pueden ser detectadas con un ultramicroscopio, un tipo especial de microscopio óptico que posee un sistema que ilumina a la muestra de forma lateral, es decir perpendicular al sistema. De esta manera, se pueden observar pequeños puntos luminosos producidos por las partículas que reflejan o refractan la luz que les llega. Este fenómeno se denomina **efecto Tyndall**, en homenaje a su descubridor, el físico inglés John Tyndall (1820-1893). Este efecto es el mismo que se observa cuando un haz de luz solar entra por una ventana e ilumina las partículas de polvo suspendidas en la habitación. Son ejemplo de coloides la gelatina y la leche.

MÉTODOS MECÁNICOS DE SEPARACIÓN DE FASES

Con frecuencia es necesario separar los componentes de una mezcla. Si observamos a un cocinero, veremos que separa los fideos del agua donde hirvieron con un colador, prepara café con un filtro y tamiza la harina antes de hacer la masa para el pan. Estos mismos procedimientos se llevan a cabo en los laboratorios, y se denominan **métodos mecánicos de separación de fases**. Se los llama mecánicos porque no involucran cambio de los componentes; solo y mediante algún instrumento adecuado, se los logra separar. Los métodos de separación se basan en la diferencia de algunas de las propiedades características de las sustancias que componen estas mezclas. Los más utilizados son la filtración, la decantación, la tamización, la centrifugación y la imantación.

Filtración

Permite separar un sólido y un líquido que formen una mezcla heterogénea. Se usa un papel de filtro cuyos orificios permiten el paso del líquido pero retienen el sólido. El líquido que atraviesa se denomina **filtrado** y el sólido retenido por el filtro, **residuo**.



Tamización

Consiste en la separación de dos o más fases sólidas de distinto tamaño, utilizando un tamiz, que es una malla metálica o plástica con poros, como los de un colador, que permite el paso del sólido de menor tamaño y retiene al más grande.

Decantación

Método de separación de un sólido y un líquido o de dos líquidos no solubles, basado en la diferencia de densidad. En el caso que se quieran separar dos líquidos, se utiliza una ampolla de decantación que se abre, y recoge el líquido de la fase inferior en otro recipiente.



Centrifugación

Método para acelerar la separación de un sólido y un líquido basado en la diferencia de densidad. La mezcla se introduce en un tubo especial y este se coloca en una centrifugadora, artefacto que lo hace girar rápidamente. El sólido, más denso, va hacia el fondo del tubo.

Imantación

Se trata de un método que consiste en separar una fase de otra con propiedades magnéticas, como limaduras de hierro. Estas quedarán adheridas al imán. Se usa, por ejemplo, para la separación de las piezas de hierro de la basura.



SISTEMAS HOMOGÉNEOS



Si un sistema material está formado por un puñado de sal, no podemos distinguir distintas fases; se trata de un sistema homogéneo que tiene un solo componente, la sal, que es una **sustancia pura**. En cambio, si el sistema está formado por un vaso de agua con una cucharadita de sal disuelta, tampoco podemos distinguir distintas fases, aunque la mezcla tenga dos componentes: agua y sal. En este caso, se trata de una **solución**. Un sistema homogéneo, entonces, tiene una única fase que puede estar formada por un solo componente (sustancia pura), o por más de un componente (solución).

SOLUCIONES

Una **solución** es un sistema material homogéneo formado por más de un componente, donde uno se disuelve en otro. Se llama **solvente** al componente que se encuentra en mayor proporción y **soluto** al componente minoritario. Tanto el solvente como el soluto pueden hallarse en estado sólido, líquido o gaseoso.

Algunas soluciones tienen varios solutos, como el agua de mar. Una forma de distinguir una solución de una mezcla heterogénea, cuyas fases no son visibles a simple vista, es hacer pasar un rayo de luz a través de ellas y observar si presentan **efecto Tyndall**. Si la mezcla es heterogénea, como leche en agua, se puede observar la trayectoria del rayo que atraviesa la mezcla (imagen lateral A). Esto sucede porque las partículas dispersas tienen un tamaño lo suficientemente grande como para que la luz rebote en ellas, se disperse en todas direcciones y llegue al ojo del observador. En cambio, en una solución verdadera, como agua con sal, las partículas de sal disueltas en el agua son tan pequeñas que no llegan a afectar la trayectoria de la luz, y esta sigue de largo sin que llegue al ojo del observador, por eso resulta invisible (imagen lateral B).

De acuerdo con el estado de agregación en el que se hallen el soluto y el solvente, se distinguen las siguientes soluciones:



El acero es una solución de dos sólidos: hierro y carbón, que se utiliza para diferentes usos, como la fabricación de utensilios, maquinarias y edificios.

- **Soluto y solvente líquidos.** Si mezclamos agua con alcohol etílico, obtenemos una solución en la que tanto el soluto como el solvente se hallan en estado líquido.
- **Soluto sólido y solvente líquido.** Cuando preparamos jugo en polvo, debemos disolverlo en el agua: se trata de una solución con un soluto sólido y un solvente líquido.
- **Soluto y solvente gaseosos.** El aire que respiramos es una solución gaseosa formada por varios gases, principalmente nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2) y argón (Ar).
- **Soluto gaseoso y solvente líquido.** La soda es una solución cuyo soluto es el dióxido de carbono gaseoso y el solvente, agua. El agua de los lagos, los ríos y los mares también posee gases disueltos (O_2 y CO_2), que aprovechan los seres vivos acuáticos.
- **Soluto y solvente sólidos.** Muchos objetos metálicos que nos rodean no están formados por un solo metal, sino que son mezclas de varios metales, llamadas **aleaciones**. Por ejemplo, el bronce, formado por cobre y estaño. También hay aleaciones de metales con materiales no metálicos, como el acero.

EL AIRE, UNA MEZCLA HETEROGÉNEA

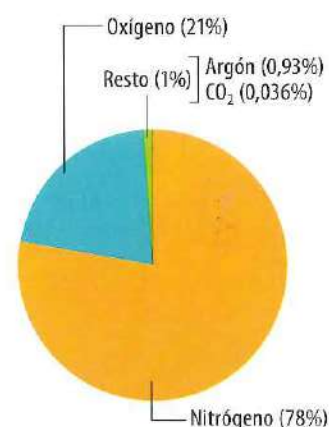
Desde que nacemos, el aire forma parte de nuestra vida, es tan familiar que pocas veces nos damos cuenta de que estamos sumergidos en él, del mismo modo que una ballena lo está en el agua. Pero, ¿qué es el aire? El aire seco y filtrado de la atmósfera está constituido por nitrógeno (78%) y oxígeno (21%). Del 1% restante, el gas más abundante es el argón, y el dióxido de carbono (CO_2) apenas representa el 0,036%.

Además, contiene una cantidad de vapor de agua que cambia constantemente; cuando el vapor de agua se condensa, forma pequeñas gotas que quedan suspendidas en el aire, fenómeno que se conoce como niebla. Por otra parte, hay pequeñas partículas en suspensión (aerosoles), que pueden ser de origen natural, como el polvo levantado por el viento, o bien deberse a actividades humanas, como el hollín (partículas sólidas de carbón) producido al quemar combustible. En conclusión, el aire es una mezcla heterogénea, un conjunto de gases con partículas sólidas y gotitas líquidas de agua en suspensión.

CONTAMINANTES DEL AIRE

La contaminación del aire se debe a diversas actividades que realizan los seres humanos con el fin de conseguir energía y materiales. Las sustancias generadas al quemar y transformar los derivados del petróleo es la fuente principal de contaminación. Un producto inevitable de la quema de los combustibles derivados del petróleo es el **dióxido de carbono** (CO_2). Este es el gas de efecto invernadero más importante producido por los seres humanos. Su acumulación en la atmósfera, junto con el metano (CH_4), produce un calentamiento global de la misma, pues son transparentes al paso de la radiación ultravioleta proveniente del Sol, pero atrapan la radiación térmica emitida por la Tierra, que, de otra forma, escaparía al espacio exterior; como consecuencia la temperatura ambiente aumenta.

En las combustiones con poco oxígeno se produce **monóxido de carbono** (CO), un gas muy tóxico, y pequeñas partículas de carbón. En las áreas urbanas, la contaminación con pequeñas **partículas de carbón**, producidas durante la quema de combustibles, forma humo, que no es otra cosa que carbón suspendido en el aire.



Composición del aire.



Muchas veces la actividad industrial emite diferentes contaminantes, entre ellos humos a la atmósfera. Expliquen qué es el humo y qué sustancias contiene.

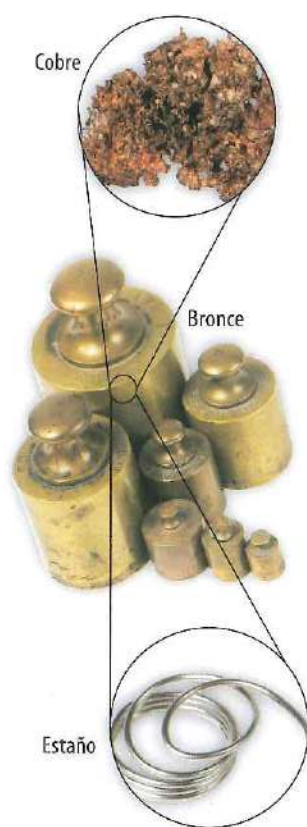
VALORES

EL PROTOCOLO DE KYOTO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

El Protocolo de Kyoto es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Este compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases. Entren a e-sm.com.ar/protocolo respondan las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos países firmaron el acuerdo? ¿La Argentina es uno de ellos? ¿Cuáles son las acciones a las que se han comprometido los países firmantes? Luego, en grupos, discutan:

¿Qué opinan de las naciones que no forman parte? ¿Por qué creen que no firmaron? Respecto de la Argentina, ¿consideran que se ponen en práctica los programas y las medidas para controlar las emisiones de gases de efecto invernadero? ¿Se promueven y desarrollan tecnologías que no perjudiquen el ambiente? ¿Tiene programas para educar a la población acerca del cambio climático y sus efectos? ¿De qué manera ustedes podrían contribuir?



LAS SOLUCIONES SÓLIDAS

Como mencionamos, las sustancias sólidas también pueden mezclarse de manera homogénea. Es así como podemos encontrar tres tipos de soluciones sólidas: las aleaciones, el vidrio y las amalgamas.

ALEACIONES, VIDRIO Y AMALGAMAS

Una **aleación** es una mezcla sólida homogénea o solución de dos o más metales. Las aleaciones están constituidas por elementos metálicos, como el hierro, el aluminio, el cobre, el estaño, la plata y el plomo. También pueden contener algunos elementos no metálicos, como, fósforo, carbono, silicio y azufre.

Las características de una aleación dependen de la proporción de los componentes en la mezcla. Para su fabricación, en general, se mezclan los componentes y se llevan a temperaturas de fusión, y luego se solidifica. Por ejemplo, el resultado de la fusión entre cobre y estaño es el bronce. En esta aleación, el cobre se encuentra en una proporción de 75% a 80%; tiene color amarillo y es resistente a los agentes atmosféricos y a las fuerzas mecánicas. Las aleaciones presentan ventajas respecto de los metales por separado; con frecuencia, sus propiedades son muy distintas de las de sus elementos constituyentes, la resistencia a la oxidación, la ductilidad, la maleabilidad, la dureza, etcétera, pueden ser considerablemente mayores en la aleación.

El **vidrio** es una mezcla homogénea de sílice y óxidos metálicos. Es un sólido amorfo; por lo tanto, es incorrecto usar como su sinónimo el término "cristal". Su composición es una parte de óxidos de sodio, una de óxido de calcio y seis de óxido de silicio, y se elabora por fusión y enfriamiento controlados de los componentes. El vidrio puede adquirir color si se le añaden óxidos de metales a las mezclas. El color se produce porque el óxido metálico absorbe la luz de la región visible del espectro, y deja pasar la que no absorbe, que corresponde a los colores que se ven. Por ejemplo, los óxidos de cobre (I) y (II) le otorgan color rojo o verde, respectivamente, y el óxido de cobalto, el azul.

Se denomina **amalgama** a las aleaciones de metales con mercurio líquido. El mercurio forma amalgamas con todos los metales comunes, excepto con el hierro y el platino. Las amalgamas más comunes son las de oro, plata y cobre. Por ejemplo, las amalgamas dentales se obtienen mezclando mercurio líquido con otros metales, principalmente plata, pero también estaño, cobre y una pequeña cantidad de zinc. El uso de esta amalgama ha ido disminuyendo, aunque aún se utiliza como relleno dental.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué ventajas presentan las aleaciones respecto de los metales puros?
2. ¿Qué tipo de sólido es el vidrio? ¿Es una mezcla homogénea o heterogénea? Justifiquen.



El acero es un metal relativamente duro y tenaz que funde aproximadamente a 1.530 °C.



Observen los vidrios de la imagen. Según el color del vidrio ¿qué óxido creen que posee cada uno?

VARIEDAD DE ALEACIONES

Es tan vasto el número y el tipo de aleaciones que resulta imposible nombrarlas y describirlas en su totalidad. A continuación veremos algunas de ellas.

Aleaciones de aluminio

El aluminio es un metal que se encuentra en la corteza terrestre, aunque no en estado metálico; debe extraerse de los minerales que lo contienen. En su estado puro es un metal suave, blanco y liviano. Al ser mezclado con otros metales, como cromo, tungsteno, níquel, zinc o cobre, se obtienen una serie de aleaciones con propiedades específicas que se pueden aplicar para diferentes usos industriales. Por ejemplo, en las ruedas de los camiones y en el fuselaje de los aviones, utensilios de cocina, latas para bebidas gaseosas, mobiliario, techos y otras aplicaciones arquitectónicas, botes y barcos.



Aleaciones de hierro

La aleación de hierro que mayor aplicación industrial tiene es el acero. El acero es una aleación de hierro con carbono, no mayor al 2,1%. La ingeniería metalúrgica denomina acero a una familia numerosa de aleaciones metálicas que tiene como base la aleación hierro-carbono. Por ejemplo, el acero inoxidable es acero al que se le agrega entre un 10% y un 12% de cromo. El cromo le confiere al acero un aspecto brillante y lo hace altamente resistente a la corrosión. Las aplicaciones de las aleaciones de acero son muy amplias, desde un clavo hasta enormes barcos; se aplica también en electrodomésticos, instrumental quirúrgico y en la construcción.



Aleaciones de oro

El oro es uno de los llamados metales preciosos, junto con la plata y el platino, debido a que se encuentra en estado metálico en la naturaleza, es decir, como sustancia simple. Una de las características fundamentales del oro es su durabilidad: no se oxida, por ello se lo emplea en la fabricación de joyas y tradicionalmente para acuñar monedas. A veces, este metal no presenta propiedades adecuadas para la orfebrería, como la dureza o el color, por lo que se utilizan aleaciones con plata y cobre, entre otros metales. Por ejemplo, el llamado oro blanco, es una aleación de oro con otro metal plateado, como la plata, el paladio o el níquel.



Aleaciones de titanio

El titanio es un metal de color gris plata abundante en la naturaleza; no se encuentra en estado puro sino formando sustancias compuestas, como óxidos. Posee gran resistencia a la corrosión y dureza. El titanio y sus aleaciones con otros metales, como el hierro, el aluminio, el cromo o el zinc, se utilizan en la tecnología espacial, ya que es capaz de soportar las condiciones extremas de temperatura que se dan en el espacio exterior. También se usa en la industria química por ser resistente al ataque de ácidos, y en prótesis e implantes médicos debido a que es biocompatible, es decir, los tejidos del organismo toleran su presencia.



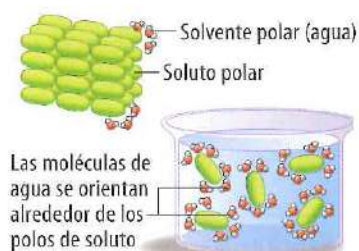
LA DISOLUCIÓN Y EL MODELO DE PARTÍCULAS

Sustancia molecular apolar



Se disuelven en disolventes no polares, como el tetracloruro de carbono (CCl_4), el aceite o la nafta.

Sustancia molecular polar



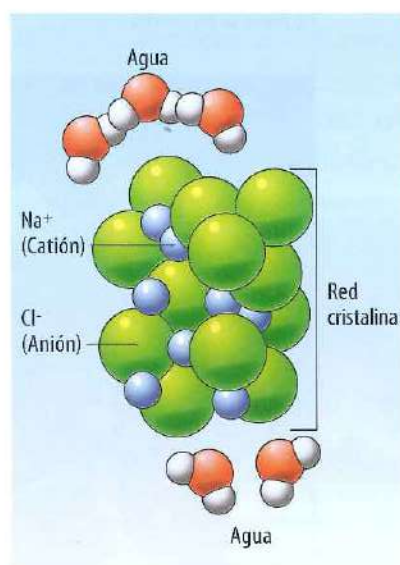
Solubles en disolventes polares, como el agua o el etanol. Las interacciones entre las moléculas polares de la sustancia y las del agua facilitan la mezcla de las moléculas.

Observen la ilustración y escriban paso a paso el proceso de disolución que se describe.

¿Es posible formar una solución mezclando agua y aceite? ¿Y agua y sal? ¿Por qué no se puede limpiar una mancha de tinta indeleble con agua? Para responder estas preguntas, se debe conocer la naturaleza de las partículas que interactúan. Algunas sustancias están formadas por partículas que tienen una pequeña carga positiva en un extremo e igual carga negativa en el otro extremo. Este tipo de sustancias se llaman **polares**. El agua y el alcohol son sustancias polares.

Otras sustancias, en cambio, no tienen esa separación de cargas de sus partículas y se dice que son **no polares**; por ejemplo, el aceite. Por regla general, podríamos decir que "lo semejante disuelve a lo semejante"; esto significa que las sustancias polares disuelven a las sustancias polares y las no polares a las no polares. Por esta razón, el agua y el aceite no se disuelven, aunque sí se disuelven el agua y el alcohol. Para que se forme una solución, la atracción entre las partículas de soluto y de solvente debe ser mayor que aquella entre las de soluto o de solvente entre sí. Veamos cómo interactúan las partículas de un soluto sólido polar al disolverse en agua. La sal de mesa (cloruro de sodio) es un compuesto formado por iones (partículas con carga eléctrica) de sodio y cloro. El sodio es el ion positivo (catión) y se expresa Na^+ ; el cloro es el ion negativo (anión) y se expresa como Cl^- . La sal está formada por cristales (estructuras ordenadas) que se mantienen unidos por fuerzas de atracción entre estas partículas con carga. Cuando la sal cae en el agua, al ser un solvente polar, la zona negativa de las partículas de agua (el oxígeno) atrae las partículas positivas de la sal, y la zona positiva de las partículas de agua (los hidrógenos) atrae las partículas negativas de la sal. De esta manera, los cristales de la sal se rompen y las partículas de agua los rodean solubilizando la sal. Hay sustancias, como la tinta indeleble, que no tienen afinidad con el agua, por eso si queremos quitar una mancha de estas sustancias con agua, no lo lograremos. Pero sí lo haremos si utilizamos un solvente afín al soluto que queremos disolver.

PROCESO DE DISOLUCIÓN ENTRE IONES DE SOLUTO Y MOLÉCULAS DE SOLVENTE



FACTORES QUE AFECTAN LA SOLUBILIDAD

Vimos que la solubilidad depende de la naturaleza del soluto y del solvente. Sin embargo, este no es el único factor que afecta la solubilidad; la temperatura a la cual se encuentre el solvente influye en la cantidad de soluto que se puede disolver.

En general, cuando el soluto es sólido y el solvente, líquido; a medida que aumenta la **temperatura** aumenta la solubilidad, pero esto puede no ser así. Por ejemplo, a medida que aumenta la temperatura, la solubilidad del cloruro de sodio en agua casi no varía; en cambio, el carbonato de litio se vuelve menos soluble en agua. La solubilidad de los gases en el agua suele disminuir al aumentar la temperatura. Esto explica por qué cuando las gaseosas se calientan, el gas se escapa de la solución al abrir el envase.

La **presión** es otro factor que afecta la solubilidad de los gases. La solubilidad de un gas sobre cualquier disolvente aumenta al incrementar la presión del gas sobre el disolvente, siempre que se mantenga constante la temperatura.

LA CONCENTRACIÓN DE LAS SOLUCIONES

Cuando preparamos un café instantáneo, las instrucciones del envase nos indican cuánto debemos colocar de café por cada taza de agua. De la misma manera, en el laboratorio, cuando preparamos una solución, debemos indicar la cantidad de soluto para una determinada cantidad de solvente o de solución. Es decir, la concentración de la solución. La **concentración** es la expresión, en forma numérica, de la proporción de soluto en determinada cantidad de solvente o de solución.

$$\text{Concentración} = \frac{\text{Cantidad de soluto}}{\text{Cantidad de solvente}} \quad \text{o} \quad \text{Concentración} = \frac{\text{Cantidad de soluto}}{\text{Cantidad de solución}}$$

TIPOS DE SOLUCIONES Y CONCENTRACIÓN

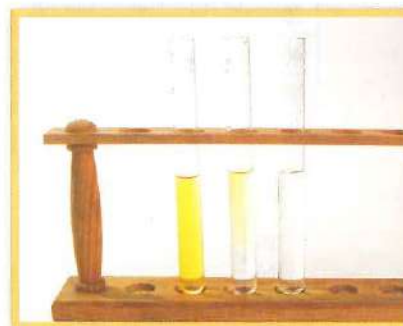
Cuando tomamos una infusión, como un café o un té, a veces nos parece que está demasiado "fuerte" o demasiado "aguado", es decir que tiene mucho o poco sabor. Esto se relaciona con la concentración de las soluciones. Según su concentración, las soluciones se pueden clasificar en tres grupos principales: diluidas, saturadas y sobresaturadas.

- Una solución **diluida** es aquella con una baja cantidad de soluto con respecto a la cantidad de solvente o de solución a una determinada temperatura.
- Si a un vaso con agua le agregamos sal, esta se disuelve. Pero si continuamos agregando sal, llegará un punto en el que ya no se disolverá. En ese punto la solución está **saturada**.
- Ahora bien, si a una solución saturada se la enfría, esta pasa a ser una solución **sobresaturada**, es decir, una solución que posee más soluto en solución que el que puede contener a esa temperatura. Este tipo de soluciones son muy inestables; ante cualquier perturbación, por ejemplo al agitarla, el soluto disuelto en exceso se deposita en el fondo del recipiente. Esto también sucede, por ejemplo, cuando queremos agregarle a una infusión o a la leche más azúcar de la que puede disolverse.

La concentración de soluto que corresponde al estado de saturación de un solvente a cierta temperatura es la **solubilidad**. Se expresa como los gramos de soluto que se disuelven cada 100 ml de solvente a una temperatura y presión dadas.



Numerosas bebidas son soluciones saturadas con dióxidos de carbono (gas); el gas escapa de la solución cuando se las destapa.



A veces el color de la solución es un indicativo de la concentración. ¿Cuál de las soluciones de esta imagen es la más saturada? ¿Cuál es la diluida? ¿Y la restante?

CURVAS DE SOLUBILIDAD

Todos los solutos tienen diferente solubilidad en los distintos solventes. Como vimos, la solubilidad en un solvente depende de la temperatura y la presión. Esto se refleja en las llamadas **curvas de solubilidad**, un gráfico de ejes cartesianos donde se presenta la variación de la solubilidad de un soluto en cierto solvente al variar la temperatura. La solubilidad se representa en el eje "y" y la temperatura en el "x". Los puntos sobre la curva corresponden a soluciones saturadas. Por debajo de la curva están las soluciones no saturadas, y por encima de ella, las soluciones sobresaturadas. Por ejemplo, la solubilidad del cloruro de potasio a 0 °C es de 28 g cada 100 ml de agua, pero si la temperatura aumenta a 80 °C, su solubilidad llega a 51 g cada 100 ml de agua. A continuación, se presenta la solubilidad de tres solutos sólidos a diferentes temperaturas.

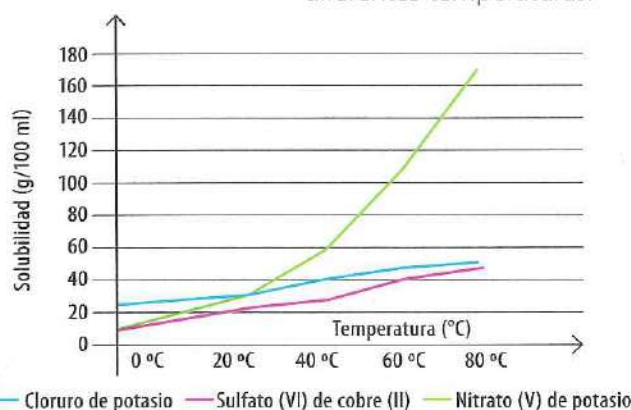
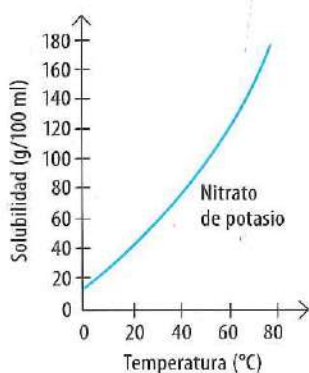


Tabla de solubilidad (g de soluto/100 ml de agua)			
Temperatura °C	Cloruro de potasio	Sulfato (VI) de cobre (II)	Nitrato (V) de potasio
0	28	14	13
20	34	21	32
40	40	29	64
60	45	40	110
80	51	55	169

Tabla de solubilidad del nitrato (V) de potasio (g de soluto/100 ml de agua)	
Temperatura °C	Nitrato (V) de potasio
0	13
20	32
40	64
60	110
80	169



A 0 °C, el nitrato (V) de potasio es la menos soluble de las tres sales (13 g por cada 100 ml de agua), mientras que a 40 °C es la más soluble (64 g cada 100 ml de agua).

Si en un sistema a cierta temperatura hay menor cantidad de soluto que la que indica la curva de solubilidad, es una solución no saturada. Así, si a 100 ml de agua se le agregan 32 g de nitrato (V) de potasio a 40 °C, la solución será diluida. Para que sea saturada, a esa temperatura se deberán agregar 32 g más de soluto (ya que la solubilidad del nitrato (V) de potasio a 40 °C es de 64 g cada 100 ml de agua). Si se agregan luego otros 46 g de nitrato de potasio, el soluto no se disuelve a esa temperatura. Para que la solución vuelva a ser saturada y se disuelva todo el soluto, la temperatura del solvente debe llegar a 60 °C. Si luego se deja enfriar, la solución se vuelve sobresaturada y una pequeña perturbación hará que se deposite el nitrato (V) de potasio excedente, a esa temperatura, en el fondo.

En el caso de los gases, la temperatura tiene el efecto contrario en su solubilidad. La solubilidad de estos, en líquidos, sin excepción, disminuye al incrementarse la temperatura. Si la temperatura de una solución gaseosa aumenta, el gas escapará de la solución. Si la temperatura desciende, el disolvente podrá disolver más gas. En general, la solubilidad de los gases en agua es bastante baja y debe expresarse en partes por millón (ppm). La mayoría de las concentraciones muy diluidas se expresan en ppm. Por ejemplo, si decimos que la solubilidad del O_2 (g) en agua a 20 °C es 44 ppm, significa que en 1.000.000 g de agua se disuelven 44 g de oxígeno.

INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS DE SOLUBILIDAD

Leer y analizar curvas de solubilidad requiere cierta práctica. Por eso, a continuación veremos una serie de ejercicios y sus representaciones gráficas.

Se preparó una solución de cloruro de potasio a 80 °C disolviendo 45 g de soluto en 100 ml de agua. ¿Qué ocurre cuando la temperatura desciende a 60 °C? ¿Y cuando cae a 20 °C? Observen la tabla y el gráfico del lateral.

El gráfico muestra que al bajar a 60 °C, la solución pasa a ser saturada: a esa temperatura no admite más soluto. Al bajar más la temperatura, empiezan a formarse pequeños cristales de cloruro de potasio que precipitan. La solución saturada a 20 °C admite un máximo de 34 g; entonces, han precipitado: $45 \text{ g} - 34 \text{ g} = 11 \text{ g}$ de cloruro de potasio.

El gráfico del margen representa la variación de la solubilidad del sulfato (VI) de cobre (II) en agua con la temperatura. Dadas tres soluciones en las condiciones que definen los puntos A, B y C, indiquen en qué estado (saturada, diluida o sobresaturada) se encuentra cada una de ellas.

La solución definida por el punto A está a 80 °C y tiene 35 g de soluto en 100 ml de agua. A esta temperatura, la solubilidad es de 55 g de sulfato (VI) de cobre (II) en 100 ml de agua; por tanto, la solución está diluida. La solución definida por el punto B se encuentra a 60 °C sobre la curva de solubilidad, por lo que está saturada.

La solución definida por el punto C tiene 25 g de soluto en 100 ml de agua y se encuentra a 20 °C. A esta temperatura, la solubilidad es de 21 g de sulfato (VI) de cobre (II) en 100 ml de agua; por tanto, la solución está sobresaturada. En cualquier momento, por ejemplo, mediante agitación, pueden precipitar los 4 g de soluto que hay en exceso.

La solubilidad en agua del sulfato (VI) de cobre (II) a 20 °C es de 21 g de sulfato (VI) de cobre (II) en 100 ml de agua. ¿Cuál es su solubilidad a 40 °C?

Para saber la solubilidad a 40 °C, no puede hacerse ninguna proporción, ya que no hay una proporcionalidad directa entre la solubilidad y la temperatura, sino que debe consultarse la curva de solubilidad del sulfato (VI) de cobre (II) en agua. En ella puede leerse que la solubilidad a 40 °C es de 29 g de sulfato (VI) de cobre (II) en 100 ml de agua.

Para una solución saturada de sulfato (VI) de cobre (II) a 60 °C en 200 ml de agua (equivale a 200 g de agua). Si se desea calcular la masa de sulfato (VI) de cobre (II) que precipitará si la enfriamos a 20 °C, procedemos de la siguiente manera:

A 60 °C, la masa de sulfato (VI) de cobre (II) que se puede disolver en 100 ml de agua es de 40 g. Si enfriamos a 20 °C la solubilidad pasa a ser de 21 g de sulfato (VI) de cobre (II) en 100 ml de agua; por tanto, precipitarán:

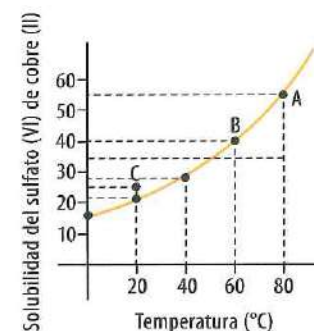
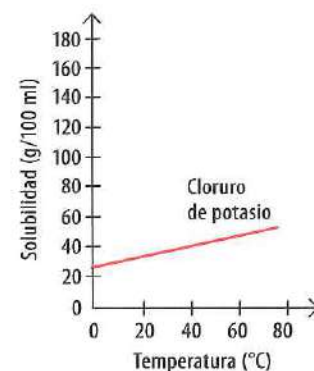
$$40 \text{ g} - 21 \text{ g} = 19 \text{ g de sulfato (VI) de cobre (II) por cada 100 ml de agua.}$$

Como se trata de una solución saturada de sulfato (VI) de cobre en 200 g de agua, la masa de sulfato de cobre (II) que precipitará será:

$$\frac{19 \text{ g Sulfato de cobre (II)}}{100 \text{ ml agua}} \cdot 200 \text{ g de agua} = 38 \text{ g de sulfato de cobre (II)}$$

Tabla de solubilidad del cloruro de potasio (g de soluto/100 ml de agua)

Temperatura °C	Cloruro de potasio
0	28
20	34
40	40
60	45
80	51



MODOS DE EXPRESAR LA CONCENTRACIÓN DE UNA SOLUCIÓN



En el material de vidrio empleado en el laboratorio para medir volúmenes, la graduación está marcada en mililitros. Si $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$, ¿a cuántos cm^3 equivale 1 ml?

Repasemos. La **concentración** de una solución es la proporción de soluto en determinada cantidad de solvente o de solución. La cantidad de soluto o de solvente se refiere a su masa o a su volumen, según resulte más conveniente de medir de acuerdo al estado en el que se hallen estos y la solución completa:

- Si se trata de un soluto sólido, como las sales (cloruro de sodio, fluoruro de calcio) o glúcidos como la sacarosa, por ejemplo, lo más conveniente será medir su masa, ya que esto se realiza fácilmente con una balanza.
- En cambio, si el soluto o el solvente son líquidos, es mejor medir su volumen. Para ello, en los laboratorios hay diversos recipientes graduados: probetas, matraces, vasos de precipitados, erlenmeyeres.

Hay varias formas de expresar la concentración de una solución, que indican el porcentaje entre el soluto y el solvente o el soluto y la solución. Estas formas de expresión pueden ser: porcentaje masa en masa (% m/m), porcentaje masa en volumen (% m/V) y porcentaje volumen en volumen (% V/V).

- **Porcentaje masa en masa** (% m/m). Es la masa de soluto (medida en gramos) que hay por cada 100 gramos de solución.
- **Porcentaje masa en volumen** (% m/V). Es la masa de soluto (medida en gramos) que hay por cada 100 cm^3 o mililitros de solución.
- **Porcentaje volumen en volumen** (% V/V). Es el volumen de soluto (en cm^3 o mililitros) que hay por cada 100 cm^3 o mililitros de solución.

PORCENTAJE MASA EN MASA (% m/m)

Supongamos que en un recipiente colocamos 2 g de cloruro de sodio en 48 g de agua. ¿Cuál es la concentración de esta solución expresada como % m/m? Debemos saber que si a la masa de soluto (St) se le suma la masa de solvente (Sv), se obtiene la masa de solución (Sc). Es decir:

$$m(\text{St}) + m(\text{Sv}) = m(\text{Sc})$$

En este caso, la masa de cloruro de sodio más la de agua nos da la masa de solución.

$$2 \text{ g cloruro de sodio} + 48 \text{ g de agua} = 50 \text{ g de solución}$$

Por lo tanto, en 50 g de solución hay 2 g de soluto.

El % m/m no indica necesariamente la cantidad real de soluto y solución que hay en el recipiente, sino que indica la proporción existente entre ellos. Para calcularlo debemos realizar la siguiente proporción:

$$\frac{2 \text{ g St}}{50 \text{ g Sn}} = \frac{x \text{ g St}}{100 \text{ g Sc}}$$

Entonces $X = 4 \text{ g St}$ cada 100 g de Sc. Por lo tanto, la solución es 4 % m/m, aunque en ella hay 2 g de soluto. Si se coloca parte de esta solución en otro recipiente, la concentración seguirá siendo la misma en ambos recipientes (4% m/m), ya que esta no cambia por tomar distintos volúmenes de ella.



Lo único que varía en los matraces es la cantidad de soluto y de solvente pero la proporción entre ellos es constante.

PORCENTAJE MASA EN VOLUMEN (% m/V)

Al preparar café, formamos una solución cuyo soluto es el café en polvo y el solvente es el agua. Supongamos que ponemos una cucharadita de café en un pocillo. Colocamos 8 g de café y formamos 100 cm³ (o 100 ml) de solución. La concentración del café sería entonces de 8 % m/V.

¿Qué masa de café debemos usar para preparar un litro de café? Podemos calcularlo realizando una proporción, sabiendo que 1 l equivale a 1.000 cm³ o ml.

$$\frac{8 \text{ g St}}{100 \text{ cm}^3 \text{ Sc}} = \frac{x \text{ g St}}{1.000 \text{ cm}^3 \text{ Sc}}$$

Entonces $x = 80 \text{ g St}$ cada 100 cm³ de Sc.

El café que está en el termo, ¿sigue siendo 8 % m/V? Sí, ya que mantiene la misma proporción, es decir, sigue teniendo 8 g de soluto cada 100 cm³ de solución.

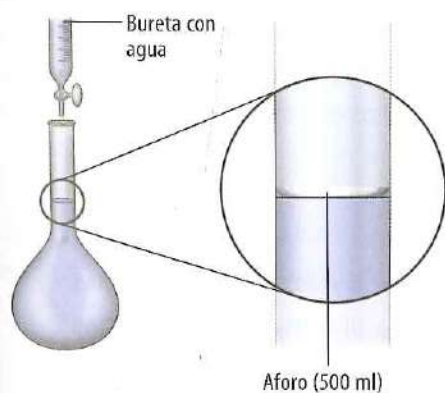
Si preparamos una solución en la que agregamos agua a 15 g de azúcar hasta completar un volumen de 500 cm³, ¿cuál será el % m/V de la solución resultante? Tenemos 15 g de soluto en 500 cm³ de solución y si queremos averiguar el % m/V, debemos calcular la masa de soluto cada 100 cm³ de solución utilizando la proporción:

$$\frac{15 \text{ g azúcar}}{500 \text{ cm}^3 \text{ Sc}} = \frac{x \text{ g azúcar}}{100 \text{ cm}^3 \text{ Sc}}$$

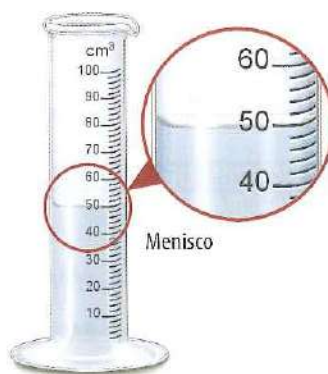
Es decir, la solución es 3 % m/V.

Para trabajar con soluciones, se debe saber cómo prepararlas y medirlas. Esto puede hacerse de la siguiente manera, tomando como caso la solución del ejemplo anterior.

- Para preparar la solución no se deben usar 500 cm³ de agua porque así se superarían los 500 cm³ de volumen. Se colocan los 15 g de azúcar en un matraz aforado de 500 cm³ y se agrega agua con una bureta, hasta llegar al aforo del volumen deseado.
- Para medir la solución, se la coloca en un matraz o en una probeta con graduación. La parte superior de la solución forma una curvatura llamada *menisco*. Este se aprecia claramente cuando la columna que contiene el líquido es delgada; por eso los matraces tienen un cuello largo y delgado. La lectura, o sea el volumen de la solución, es aquel que se observa en la base del menisco y a la misma altura de nuestros ojos.



La solución se prepara en un recipiente, colocando cantidades exactas de soluto y solvente.



El volumen de una solución se mide considerando la parte inferior del menisco.



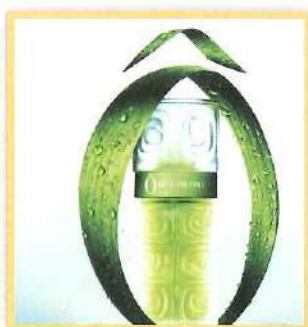
La lavandina es una solución de hipoclorito de sodio (una sal) en agua. En la etiqueta suele decir "concentrada". ¿Qué significa? ¿Qué datos deberían conocer para saber su concentración? ¿En qué unidades físicas debería estar expresada?

ACTIVIDADES

1. ¿A qué se llama concentración de una solución?
2. Indiquen las formas de expresar la concentración de una solución.
3. Se disuelven 28 g de determinada sal en 200 g de agua. Expresen la concentración en % m/m.



Depósito de vino fermentando. En esta etapa, la levadura interactúa con los azúcares del jugo para crear etanol.



Un perfume está formado principalmente por una mezcla de esencias aromáticas y solventes. Uno de los más empleados es el etanol.

ACTIVIDADES

1. ¿Cuál es el significado de % V/V?
2. ¿Cuál será el volumen de etanol de 250 cm³ de vino?
3. De los perfumes del gráfico, ¿cuál tiene mayor concentración? ¿Y menor? ¿Cuál creen que será más costoso?

PORCENTAJE VOLUMEN EN VOLUMEN (% V/V)

Como mencionamos, el % V/V es la forma de expresar la concentración que se utiliza cuando el soluto y el solvente se encuentran en estado líquido.

El etanol o alcohol etílico es una sustancia líquida muy utilizada en las industrias farmacéutica y cosmética y, además, es el componente principal de muchas bebidas alcohólicas. La concentración de etanol en estas bebidas puede medirse de tres formas:

- Porcentaje m/m (gramos de alcohol en 100 g de producto).
- Porcentaje V/V (ml de etanol en 100 cm³ de producto), también llamado grado Gay-Lussac (°GL).
- Grados alcohólicos (°), utilizado, por ejemplo, en los Estados Unidos. Esta unidad se diferencia en que los grados alcohólicos equivalen al doble del porcentaje en volumen; por ejemplo, una bebida 50° posee 25 % V/V de etanol.

La cerveza tiene una concentración media de un 5% V/V de etanol; el vino un 12% V/V y los licores, cerca de un 20% V/V. En el caso de la cerveza, significa que en 100 cm³ de cerveza (solución) hay 5 cm³ de etanol (soluto).

En la elaboración del vino o de la cerveza, el etanol se forma por la fermentación de azúcares en presencia de levaduras. La bebida alcohólica estará dotada de diferentes colores, sabores y olores según los otros solutos que lo acompañen.

Hay otras bebidas, como el whisky o el vodka, que presentan una concentración de etanol de entre el 40 y el 50% V/V. Estas se preparan por procesos de destilación, que se desarrollará en las siguientes páginas, a través de los cuales se obtienen, junto con el etanol, otras fracciones que le darán el sabor característico a cada bebida. En nuestro organismo, el etanol se procesa en el hígado. La capacidad de eliminarlo es limitada, por lo que si se consume en exceso, se acumula y sus efectos en el sistema nervioso provocan una pérdida del autocontrol, y si este consumo excesivo se prolonga en el tiempo, puede convertirse en una adicción y causar daños irreparables en el hígado.

El coñac es una bebida que contiene etanol como uno de sus componentes, y la concentración de este es 39,5% V/V. ¿Qué significa esto? Significa que cada 100 ml de coñac (solución) hay 39,5 ml de etanol (soluto).

Para obtener perfumes o colonias, se diluyen las esencias en determinadas proporciones y se las macera mediante su estacionamiento en un refrigerador. La calidad de los productos obtenidos depende de la de sus componentes. La presentación de las esencias es en forma de solución oleosa, y el solvente utilizado para su total disolución es el etanol. En el siguiente gráfico se muestra la denominación de los perfumes según su concentración de sustancias aromáticas puras disueltas en etanol de diferentes purezas.

CONCENTRACIÓN DE ESENCIAS EN PERFUMES

→ PERFUM (EXTRACTO)	→ 15 A 30% V/V DE FRAGANCIAS
→ EAU DE PARFUM	→ 10 A 20% V/V DE FRAGANCIAS
→ EAU TOILETTE	→ 4 A 10% V/V DE FRAGANCIAS
→ EAU COLOGNE	→ 3 A 5% V/V DE FRAGANCIAS
→ SPLASH O AFTER SHAVE	→ MENOS DE UN 3% V/V DE FRAGANCIAS

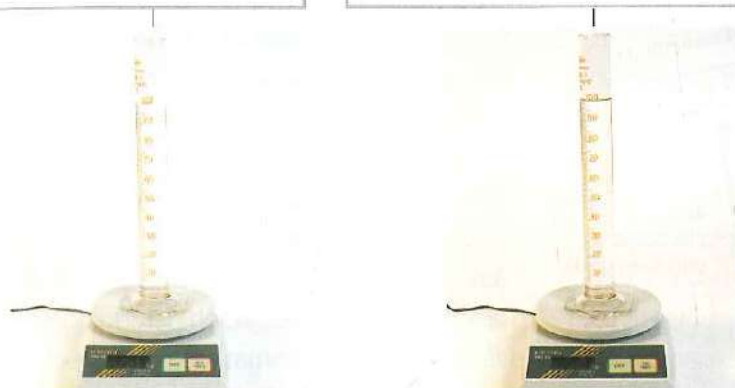
RELACIÓN ENTRE % m/m Y % m/V

¿Existe una relación entre las distintas formas de expresar concentraciones? Si sabemos el % m/m de una solución y queremos su % m/V porque es más sencillo medir el volumen cuando el solvente es líquido, ¿lo podemos calcular? Ambas formas de expresar concentración se vinculan mediante la densidad de la solución (δ_{sc}), que es el cociente entre su masa y su volumen: $\delta_{sc} = m/V$. Si la densidad de una solución es de 1,5 g/cm³, significa que una masa de 1,5 g de dicha solución ocupa un volumen de 1 cm³.

1 Para saber la densidad de una solución se pesa una probeta vacía y seca.

2 Luego se coloca, por ejemplo, 100 cm³ de la solución y se vuelve a pesar.

3 La masa de la solución será la diferencia entre la masa de la probeta con solución y la de la probeta vacía.



Como el volumen medido fue de 100 cm³, la densidad de la solución será:

$$\delta_{sc} = \frac{m \text{ probeta llena} - m \text{ probeta vacía}}{100 \text{ cm}^3}$$

Tomemos y analicemos un ejemplo concreto. La densidad de una solución de cloruro de sodio 8 % m/m es de 1,05 g/cm³. Calcularemos su concentración en % m/v. 8 % m/m significa que hay 8 g de soluto cada 100 g de solución. El % m/v, en cambio, nos indica la masa de soluto por cada 100 cm³ de solución:

$$\frac{8 \text{ g cloruro de sodio}}{100 \text{ g Sc}} = \frac{x \text{ g cloruro de sodio}}{100 \text{ cm}^3 \text{ Sc}}$$

Esta relación no puede resolverse, dado que las unidades físicas de la solución son diferentes. Sin embargo, contamos con la densidad de la solución; ella servirá para calcular qué volumen ocupan 100 g de solución. La relación entre la masa y el volumen que ocupa dicha masa se llama densidad; entonces en nuestro caso:

$$\delta_{sc} = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\delta_{sc}} \quad V = \frac{100 \text{ g}}{1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 95,2 \text{ cm}^3$$

Entonces, 100 g de solución ocupan 95,2 cm³ de volumen. Si en 100 g de solución hay 8 g de soluto, también los hay en 95,2 cm³ de solución. Como el % m/v es la masa de soluto en 100 cm³ de solución, se puede hacer ahora la operación:

$$\frac{8 \text{ g cloruro de sodio}}{95,2 \text{ cm}^3 \text{ Sc}} = \frac{x \text{ g cloruro de sodio}}{100 \text{ cm}^3 \text{ Sc}}$$

x g de cloruro de sodio = 8,4 g

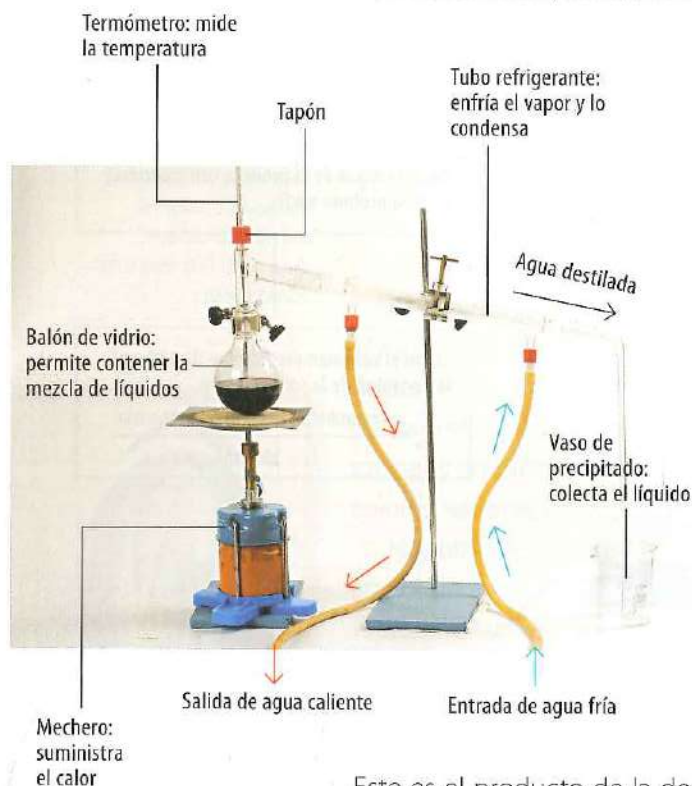
La solución es entonces 8,4% m/V. De igual forma, se puede pasar de % m/V a % m/m.



La densidad del agua a 25 °C es 1 g/cm³, esto significa que 1 g de agua ocupa un volumen de 1 cm³. ¿Qué volumen ocuparán 100 g de agua?

SEPARACIÓN DE LOS COMPONENTES DE UNA SOLUCIÓN

En numerosas ocasiones resulta necesario separar los componentes de una solución. Estos pueden separarse por los siguientes métodos: destilación simple, destilación fraccionada, cristalización y cromatografía.



DESTILACIÓN SIMPLE

La **destilación simple** se utiliza para separar el solvente de los sólidos no volátiles disueltos en él. También se aplica a soluciones formadas por dos líquidos que tienen diferentes puntos de ebullición. La destilación consiste en calentar la mezcla de líquidos, evaporarla, condensarla y coleccionar cada componente, de acuerdo a su punto de ebullición.

Para esto, se coloca la muestra en un balón de destilación, con un termómetro para controlar la temperatura, y se lo conecta a un tubo refrigerante. Se calienta la mezcla con un mechero hasta alcanzar la temperatura de ebullición del líquido, que comienza a pasar al estado gaseoso. Luego, el vapor pasa por el refrigerante, que es un tubo de vidrio rodeado por otro tubo por donde circula agua.

Cuando el vapor atraviesa el refrigerante, se condensa y cae en un recipiente donde es recolectado.

Este es el producto de la destilación. En el balón quedan los sólidos que formaban parte de la solución. Cuando se trata de dos líquidos, hay que controlar la temperatura con el termómetro; primero destila el de menor punto de ebullición.

DESTILACIÓN FRACCIONADA

La **destilación fraccionada** permite separar líquidos con diferentes temperaturas de ebullición (aunque no sean muy distintos). El aparato de destilación fraccionada se diferencia del de destilación simple en la columna de fraccionamiento, que se coloca entre el balón y el refrigerante. La columna está rellena de bolas o anillos de vidrio.

Cuando se calienta la solución, el vapor que se forma asciende por la columna y se condensa en contacto con las bolas de vidrio, más frías. El líquido que gotea por la columna se calienta de nuevo por el vapor ascendente. Parte de este líquido se vaporiza y se condensa de nuevo. De este modo, los vapores que ascienden son cada vez más ricos en el componente más volátil, y el líquido que gotea por la columna es cada vez más rico en el componente menos volátil. Los distintos componentes se obtienen en un orden creciente de puntos de ebullición, es decir, primero el de menor punto de ebullición y luego los que le siguen en orden creciente. Este proceso se utiliza en la industria para la obtención de oxígeno a partir de la destilación del aire licuado, y en particular para la separación del petróleo en sus derivados, como el asfalto, el kerosén y la nafta, entre otros.

ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las diferencias entre la destilación simple y la fraccionada?
2. ¿En qué industria se aplica la destilación fraccionada? Nombren algunos de los componentes que se obtienen.

CRISTALIZACIÓN

La **crystalización** es el proceso inverso a la disolución. Se usa para separar un soluto de su solvente, cuando lo único que importa obtenerse es el soluto. Esto puede lograrse en forma rápida, calentando la solución; o en forma lenta, dejando que el soluto se evapore a temperatura ambiente. En el primer caso, se obtiene el soluto en cristales pequeños, dada la rápida evaporación del solvente; en el segundo caso, el soluto se obtiene en grandes cristales. Este proceso se utiliza frecuentemente para la purificación de sustancias en la industria, por ejemplo en la obtención de cloruro de sodio (sal de cocina).

CROMATOGRAFÍA

La **cromatografía** es una técnica de separación de los componentes de una solución. Se basa en las diferentes velocidades con que se mueve cada una de las sustancias de la solución a través de un medio poroso (papel de filtro, papel secante, gel de sílice, etcétera), al ser arrastradas por el solvente cuando se desplaza. Al medio poroso se lo llama fase estacionaria, a través de él pasa el fluido (solvente) y arrastra a los solutos.

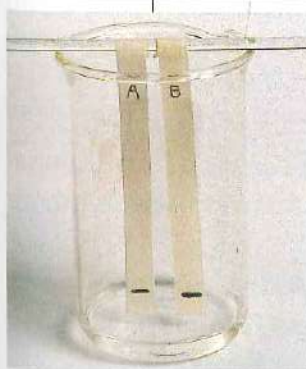
Los componentes de la mezcla tienen diferente afinidad por la fase estacionaria y por el solvente. Cuanto más afinidad tengan por la fase fija y menos por la fase móvil, más lentamente se desplazarán y, a la inversa, cuanto menos afinidad tengan por la fase fija y menos afinidad tengan por la fase móvil, más rápidamente se desplazarán. De manera que cada soluto invierte un tiempo diferente en recorrer la fase porosa, con lo que se produce su separación.

Según el soporte en que se lleve a cabo la cromatografía, se habla de cromatografía de papel, de capa fina o de columna. El papel o la capa fina con las sustancias separadas, se denomina **cromatograma**.

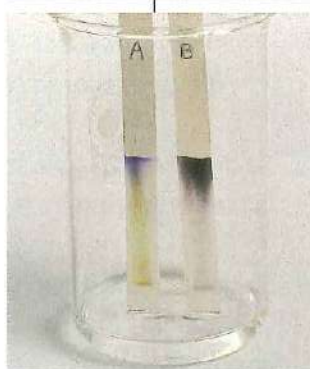
CROMATOGRAFÍA EN PAPEL

La cromatografía se utiliza para la separación de diferentes pigmentos, polímeros, proteínas, etcétera, en solución. Por ejemplo, para separar los componentes de una tinta de fibras o marcadores en papel se siguen los siguientes pasos.

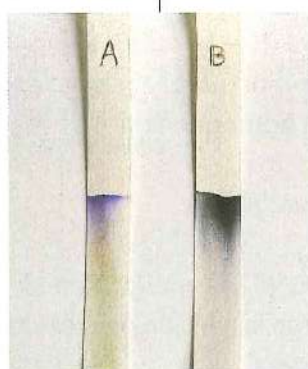
- 1 Se marca con una fibra distinta en cada tira de papel a 1 cm del borde. Se colocan las tiras en el recipiente con solvente (alcohol, benceno, agua), sin que las marcas lo toquen.



- 2 Se deja que el solvente, absorbido por el papel, ascienda por la tira de papel y arrastre los componentes de la fibra afines a él.



- 3 Al finalizar la cromatografía, se pueden observar en el cromatograma, separados, los distintos pigmentos que componen cada tinta.



Cristales de sulfato (VI) de cobre (II) obtenidos por evaporación del solvente a temperatura ambiente.



Trabajo práctico 2,
páginas 188 y 189.

Para saber más sobre este tema entren a:
e-sm.com.ar/cromatografia

1. Indiquen si las siguientes afirmaciones son V (verdaderas) o F (falsas). Corrijan en sus carpetas las afirmaciones falsas.

- a) Los sistemas homogéneos tienen dos o más fases. ☐
- b) Una dispersión fina es un sistema heterogéneo. ☐
- c) Una sustancia simple es un sistema homogéneo. ☐
- d) Una sustancia compuesta está formada por átomos de una misma clase. ☐
- e) La filtración se utiliza para separar dos sólidos de diferente tamaño. ☐

2. Elijan la opción correcta en cada caso.

- a) Una aleación es...
 ...una mezcla de metales. ☐
 ...una mezcla de metales y algunos no metales, como el carbono. ☐
 ...una mezcla de un metal líquido y uno sólido. ☐
- b) La concentración se define como...
 ...la proporción de solvente en determinada cantidad de soluto. ☐
 ...la proporción de soluto en determinada cantidad de solvente o de solución. ☐
 ...la proporción de soluto en determinada cantidad de soluto. ☐
- c) La solubilidad de un soluto y un solvente depende...
 ... de la naturaleza del soluto y el solvente. ☐
 ... de la temperatura y la presión. ☐
 Las dos anteriores son correctas. ☐

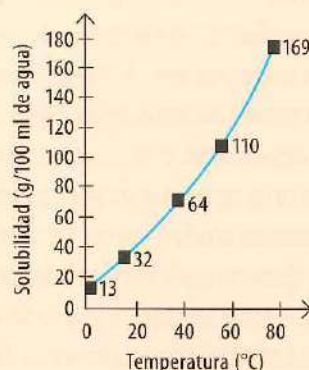
3. Expliquen con sus palabras por qué el aire que respiramos no es una mezcla homogénea.

4. Respondan las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué es una emulsión?
- b) ¿Qué es el acero?
- c) ¿Qué consecuencias tiene la emisión de dióxido de carbono en la atmósfera?

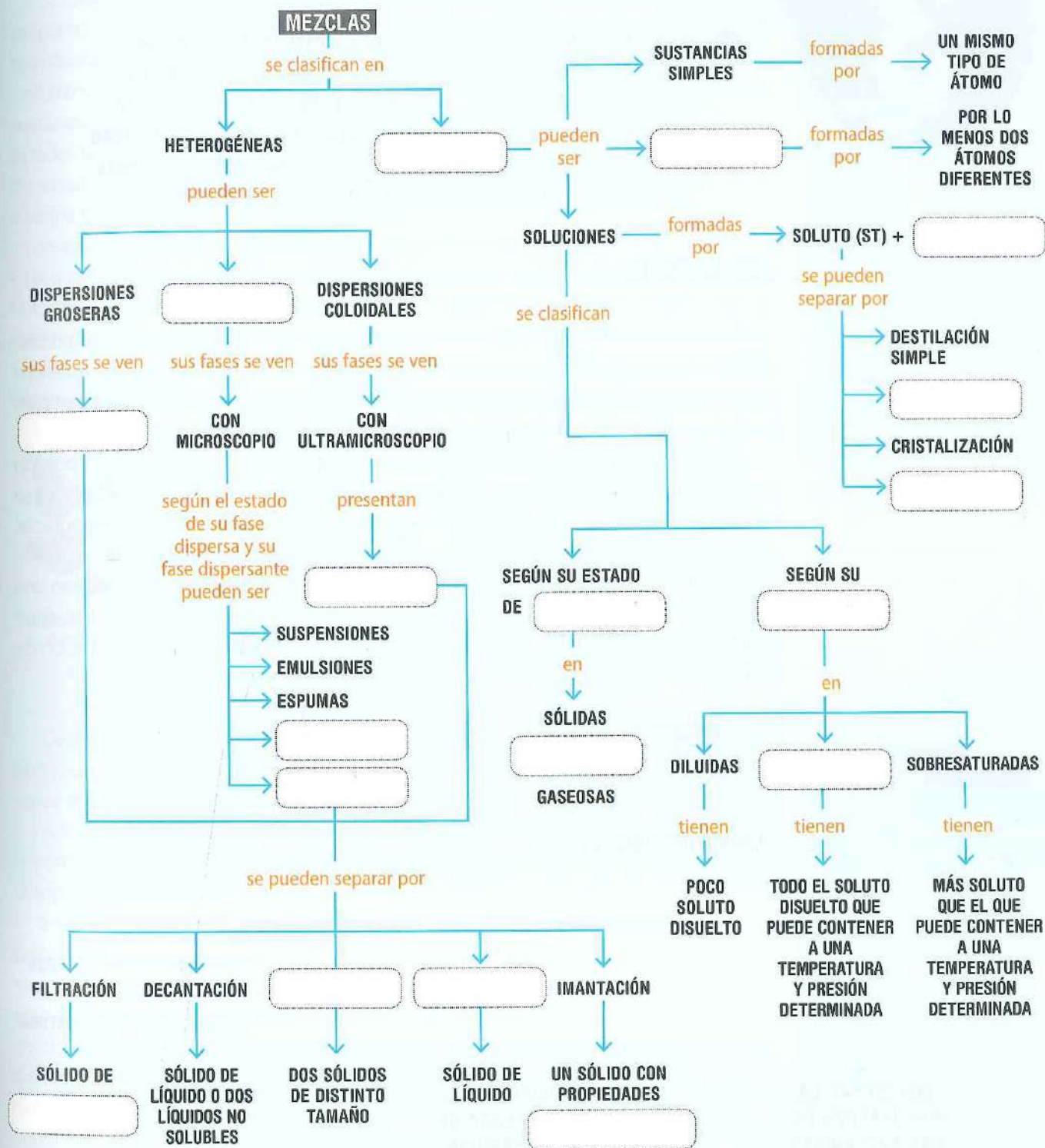
d) Si se quiere separar los componentes de una solución sólida-líquida, ¿qué método emplearían? Expliquen el proceso.

5. Se ha preparado una solución de nitrato de potasio a 60 °C, disolviendo 64 g de soluto en 100 ml de agua. Analicen la curva de solubilidad del nitrato de potasio y resuelvan las siguientes consignas.



- a) ¿De qué tipo de solución se trata?
 - b) ¿Qué ocurre cuando la temperatura desciende a 40 °C? ¿Y cuando cae a 20 °C?
 - c) ¿Qué concentración tiene una solución saturada a 20 °C? Ubíquenla en el gráfico.
 - d) ¿De qué tipo de solución se trata si hay 60 g de soluto en 200 ml de agua a 80 °C?
 - e) Propongan una solución sobresaturada de nitrato de potasio a 80 °C.
6. La solubilidad del sulfato de plomo en agua a 20 °C es 0,038 g/l. Con estos datos:
- a) Calculen la masa de soluto que contienen 2 l de una solución saturada de esta sal.
 - b) Si al incrementar la temperatura la solubilidad aumenta a 0,045 g/l, ¿cuántos gramos más de sulfato de plomo se disolverán?
7. Se disuelven 25 g de sal en 250 ml de agua. Expresar la concentración de la solución formada en %m/m.
8. Se tiene una solución de ácido sulfúrico 6% m/m y se sabe que su densidad es 1,05 g/ml. ¿Cuál será su concentración expresada en % m/V?

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

REACCIONES QUÍMICAS

CONSTANTEMENTE, OCURREN CAMBIOS EN LA MATERIA, QUE SE DEBEN A NUMEROSAS TRANSFORMACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS QUE SE DAN EN DETERMINADAS CONDICIONES. ESTAS PUEDEN SER MUY LENTAS, COMO LA OXIDACIÓN DE UN METAL, O RÁPIDAS, COMO LA COMBUSTIÓN DE UN FÓSFORO. EN NUESTRO CUERPO TAMBIÉN OCURREN MUCHAS REACCIONES, NECESARIAS PARA CUMPLIR CON LAS FUNCIONES VITALES, COMO ALIMENTARNOS.

LOS CAMBIOS

En los capítulos anteriores aprendieron que la química estudia la materia, sus propiedades y sus cambios. Con el conocimiento de la química no solo podemos comprender mejor el funcionamiento del mundo que nos rodea y de nuestro cuerpo, sino que también podemos crear nuevos materiales, como fibras ópticas, plásticos y combustibles.

Sobre los cambios que experimenta la materia, podríamos decir que ninguna porción de ella permanece inalterable en el tiempo: el cuerpo envejece, la mayoría de los metales se oxidan, las hojas de los árboles cambian de color en el otoño, los vegetales crecen gracias a los nutrientes de la tierra, la luz solar y el dióxido de carbono atmosférico.

Los cambios que estudiaron, como los pasajes de un estado a otro, no involucran una modificación de la sustancia; cuando ponemos agua en el freezer se solidifica, pero sigue siendo agua. En este capítulo, estudiarán los cambios que involucran una modificación de las sustancias: cómo se producen, cómo los identificamos y su representación.

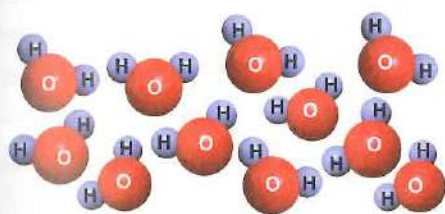


LOS CAMBIOS FÍSICOS Y LOS CAMBIOS QUÍMICOS

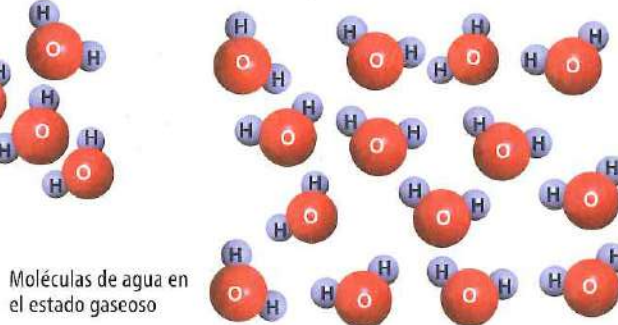
La Química, como ciencia, se ocupa del estudio de las propiedades de la materia, así como de los cambios físicos o químicos que esta experimente con la ocurrencia y transformación de algún tipo de energía.

Cuando se produce un **cambio físico** en la materia no varía la naturaleza de las sustancias; tampoco se originan sustancias nuevas, sino que solo cambia la forma o el estado de agregación de ellas. Ejemplos de estas transformaciones son los cambios de estado (sólido \leftrightarrow líquido \leftrightarrow gaseoso); los que ocurren con la intervención de la energía térmica se estudiaron en el capítulo 1.

Veamos un ejemplo: ¿cuál es la diferencia entre el agua líquida y el agua gaseosa? Es la misma sustancia en ambos estados y se representa mediante la fórmula molecular H_2O : una molécula de agua con dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O). La diferencia entre el agua líquida y el agua gaseosa está en la separación de las moléculas. En el gas, las moléculas se hallan más separadas que en el líquido, ya que las fuerzas de atracción entre ellas fueron vencidas por el incremento de energía.



Moléculas de agua en el estado líquido

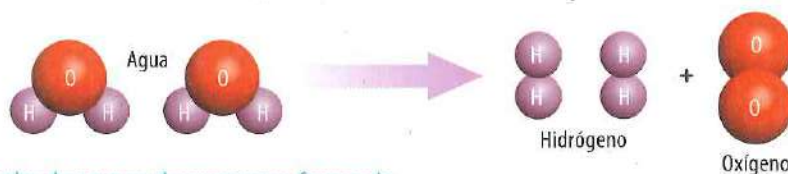


Moléculas de agua en el estado gaseoso

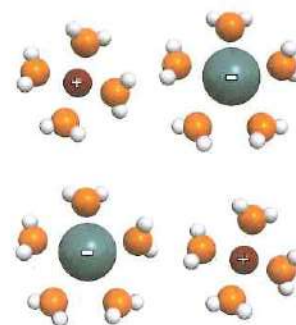
Cuando se produce un **cambio químico**, una o más sustancias se transforman en otra u otras sustancias que poseen propiedades diferentes a las de las sustancias iniciales; es decir, se modifica la composición de la materia.

A los cambios químicos se los denomina **reacciones químicas**, que consisten en la combinación de átomos para formar nuevas sustancias o en la descomposición de compuestos en sus átomos u otras sustancias.

Esto necesariamente implica la ruptura de algunos enlaces entre los átomos y la generación de otros; por consiguiente, las reacciones químicas están directamente vinculadas al enlace químico. Por ejemplo, si se hace circular una corriente eléctrica en agua líquida, se logra separar los átomos de hidrógeno y oxígeno; de este modo, se obtienen moléculas de hidrógeno gaseoso y moléculas de oxígeno gaseoso, dos sustancias muy diferentes al agua.



Dos moléculas de agua se descomponen formando dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno.



Si disolvemos cloruro de sodio en agua obtenemos una solución. Sin embargo, podemos volver a obtener ambas sustancias por separado. ¿Qué método de separación utilizarían? ¿Qué tipo de cambio es la disolución?

ACTIVIDADES

1. Clasifiquen los siguientes cambios en químicos o físicos. Justifiquen.
 - a) Ebullición del aceite.
 - b) Disolución de yodo en etanol.
 - c) Combustión de una vela.
 - d) Sublimación del hielo seco.
 - e) Eliminación de las acumulaciones calcáreas de una pava con vinagre.

REACCIONES QUÍMICAS

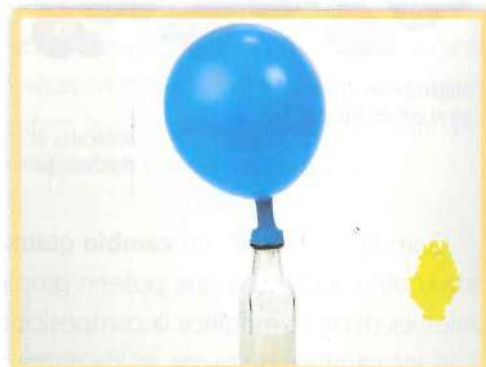
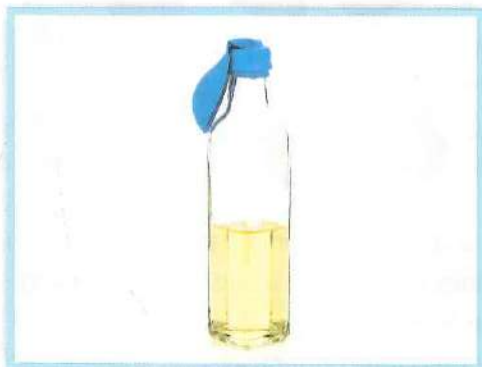


Cambio de color producto de la oxidación del hierro.

Ya sabemos que las reacciones químicas existen, pero ¿cómo evidenciarlas?

Cuando se mezclan dos sustancias, en muchos casos no ocurre una reacción química. Estas mantienen su composición y propiedades originales. Se necesita entonces una evidencia experimental para poder afirmar que ha ocurrido una reacción química; por ejemplo, un cambio de color, la formación de un precipitado, el desprendimiento de un gas en forma de burbujeo en una disolución, cambios en la temperatura. A continuación, veamos qué ocurre en cada uno de estos casos.

- **Cambio de color.** Se produce por la formación de una o varias sustancias nuevas. Por ejemplo, la oxidación del hierro produce una sustancia rojiza, el óxido de hierro.
- **Formación de un sólido o precipitado.** Se produce al mezclar dos sustancias; aparece un sólido que decanta o precipita al fondo del recipiente, llamado precipitado. Por ejemplo, si se hace burbujear dióxido de carbono en agua de cal aparece un sólido blanco llamado carbonato de calcio.
- **Desprendimiento de un gas.** Se puede detectar por el burbujeo que se produce en el recipiente. Por ejemplo, si se pone bicarbonato de sodio en vinagre (ácido etanoico o acético), se generan burbujas de dióxido de carbono que se pueden ver a simple vista. Otra forma de observar esta reacción es colocando un globo en el cuello del recipiente, en el que observará lo siguiente:



REACCIÓN QUÍMICA

nos damos cuenta por

- CAMBIO DE COLOR
- FORMACIÓN DE PRECIPITADO
- DESPRENDIMIENTO DE UN GAS
- DESPRENDIMIENTO O ABSORCIÓN DE CALOR
- CAMBIO DE OLOR O ACIDEZ

- **Desprendimiento o la absorción de calor.** Se manifiesta por el cambio de la temperatura en el recipiente de reacción. Al combinar determinadas sustancias, se puede producir la liberación o la absorción de calor. Si al combinar dos sustancias que se hallan a temperatura ambiente en un tubo de ensayo, este se calienta (sin haber usado un mechero), ello indica la presencia de una reacción química. Por ejemplo, si se coloca un trozo de sodio en agua se desprende calor.

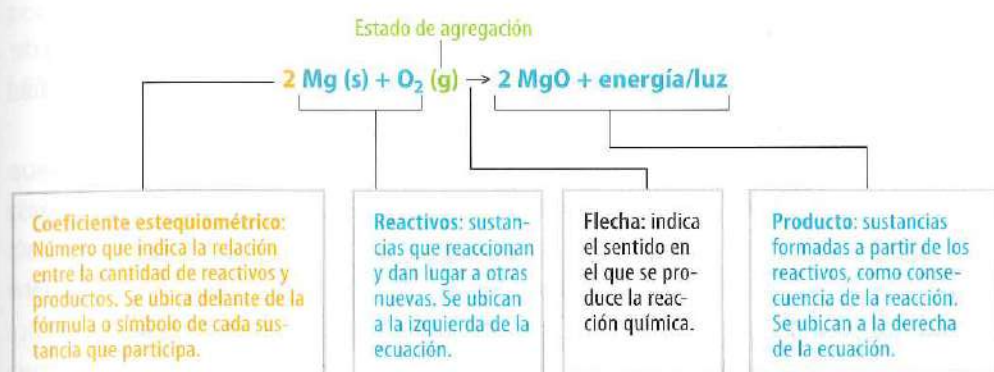
Además, existen otros cambios que son evidencia de que se ha producido una reacción química, como el **cambio de olor o la acidez**. Por ejemplo, el alcohol del vino (etanol) se transforma mediante una reacción química en ácido acético; esta es una reacción en la que se evidencia el cambio de olor y la acidez. No obstante, en algunas reacciones químicas no aparece ninguno de los signos mencionados. En estos casos, para saber si se produjo una reacción química, es necesario recurrir a un análisis químico de la mezcla que detecte la aparición de nuevas sustancias.

REPRESENTACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Las reacciones químicas se representan con **ecuaciones químicas**, las que relacionan las cantidades de **reactivos** que corresponden a las sustancias que reaccionan, con los **productos**, que son las sustancias que se generan.

Los átomos y compuestos que participan en una reacción química se representan por sus símbolos y fórmulas químicas, respectivamente, agregando además, el estado de agregación de los reactivos y productos: sólido (s), líquido (l), gaseoso (g). Para las sustancias disueltas en agua se utiliza la abreviación (ac).

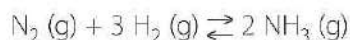
Analicemos la ecuación química que representa lo que sucede cuando se enciende una cinta de magnesio (Mg) en presencia de aire.



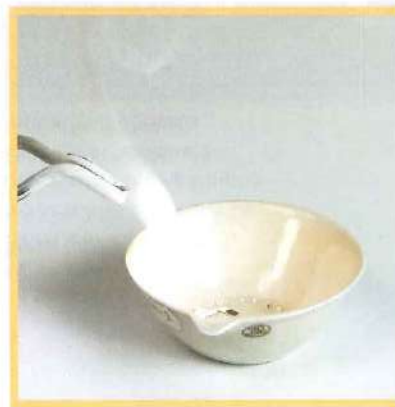
Reacción de magnesio con oxígeno atmosférico.

La ecuación refleja la reacción de combustión del magnesio. En ella se produce la oxidación del magnesio (Mg), y se libera energía en forma de luz blanca intensa. Los reactivos son el magnesio y el oxígeno, mientras que el producto de la reacción es óxido de magnesio (MgO), un polvo blanco.

La **flecha** (\rightarrow) que separa a los reactivos de los productos, indica el sentido en que la reacción se desarrolla. En este caso, la flecha tiene solo un sentido; por lo tanto, indica que la reacción es **irreversible**. En ciertas condiciones, en una reacción química los productos pueden volver a reaccionar para formar los reactivos originales; se considera a la reacción como **reversible**. Esto se simboliza con una segunda flecha en sentido contrario. Un ejemplo de una reacción reversible es cuando reaccionan nitrógeno e hidrógeno para formar amoníaco; a medida que se forman las moléculas de amoníaco, algunas de ellas se vuelven a romper, generando nuevamente las sustancias iniciales.



La ecuación química debe estar balanceada, es decir, tiene que haber el mismo número de átomos a ambos lados de ella, pues debe cumplir la ley de conservación de la masa, que veremos más adelante. Para lograr el equilibrio se agregan los llamados **coeficientes estequiométricos** delante de la fórmula o símbolo de cada sustancia que participa. Para este caso, dos átomos de magnesio reaccionan con una molécula de oxígeno y producen dos de óxido de magnesio con desprendimiento de energía luminosa.



Combustión de magnesio.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué cambios se observan cuando hay una reacción química?
2. Den ejemplos de cambios químicos.
3. ¿Qué es una ecuación química? ¿Cómo se la representa?
4. ¿A qué se llama reactivo? ¿Y producto?

LAS REACCIONES QUÍMICAS Y EL REORDENAMIENTO DE ÁTOMOS

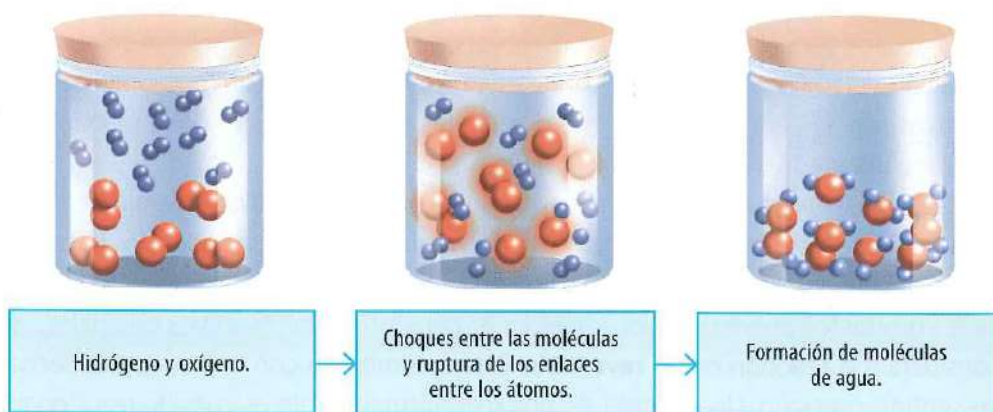
Si se quisiera observar qué sucede con los átomos de las sustancias durante un cambio químico, se necesitaría un microscopio que ampliase cien millones de veces su tamaño. Como en la actualidad no existe un microscopio con tanto poder de aumento, es necesario recurrir al modelo de partículas para interpretar qué sucede durante estas transformaciones.

Para que se produzca una reacción química se deben dar ciertas condiciones:

- Las partículas que forman los reactivos tienen que tener la posibilidad de chocar entre sí; por eso, a veces es necesario que las sustancias que reaccionan se hallen en estado líquido o gaseoso, o bien disueltas en agua.
- Los choques que se produzcan entre las partículas tienen que provocar la ruptura de los enlaces entre átomos; es decir, los átomos que las forman se tienen que separar para poder reagruparse y unirse de manera diferente.

Entonces, cuando se produce una reacción química, los átomos de los reactivos se separan y se reagrupan de manera diferente, formándose así nuevas sustancias. Antes vimos cómo las moléculas de agua se descomponen en moléculas de oxígeno e hidrógeno. Veamos ahora cómo las sustancias hidrógeno y oxígeno reaccionan para obtener agua.

REACCIÓN QUÍMICA: MOLÉCULAS DE AGUA



El hidrógeno (H_2) y el oxígeno (O_2) son gases a temperatura ambiente. Están formados por moléculas que contienen dos átomos del mismo elemento unidos entre sí. Dadas las condiciones necesarias, si los gases se mezclan, los átomos que forman las moléculas de cada uno se separan y, cuando se acercan lo suficiente, se vuelven a unir pero de manera diferente: dos átomos de hidrógeno con uno de oxígeno. Cada una de estas nuevas uniones forma una molécula de agua (H_2O).

La reacción química se detiene cuando los dos o alguno de los dos reactivos se terminan (se lo llama **reactivo limitante**), es decir, cuando se han formado todas las moléculas de agua que se podían formar. Si los reactivos se encuentran en tal proporción que no sobra nada de ellos, la reacción es **total**. Pero si alguno de los dos reactivos sobra, ya que el otro se terminó, la reacción será **parcial**.



Si se hace reaccionar yoduro de potasio con nitrato de plomo en la proporción justa, la reacción química es completa; se obtiene yoduro de plomo de color amarillo y no queda nada de los reactivos.

1. Escriban la ecuación química de la reacción de esta página. Luego, cuenten los átomos de oxígeno e hidrógeno que hay a ambos lados. ¿La reacción es total o parcial?

LAS LEYES FUNDAMENTALES DEL CAMBIO QUÍMICO

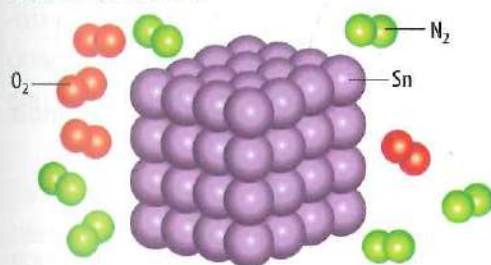
Hasta el siglo XVIII, la química estuvo centrada en estudios que pretendían comprender el proceso de la combustión, las interacciones entre sustancias y la formación de nuevas sustancias, solo desde el punto de vista cualitativo. Pero a finales de ese siglo y principios del siglo XIX, varios científicos se dedicaron a estudiar estos cambios químicos en forma cuantitativa, y obtuvieron como resultado importantes conclusiones que originaron las leyes fundamentales del cambio químico. Estas leyes establecen las relaciones en masa que se verifican en las reacciones, y son válidas para todas las sustancias en cualquier estado de agregación. También se han denominado leyes fundamentales de la química por su enorme importancia. A continuación presentamos una de estas leyes.

LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MASA

Tanto en los cambios físicos como en los químicos se conserva la masa. Este hecho, que fue observado y descrito por el químico francés Antoine L. Lavoisier (1743-1794), se conoce como **Ley de la conservación de la masa**. Lavoisier aplicó esta ley en el análisis de experimentos sobre la combustión y la calcinación: comprobó que al calentar un metal en un recipiente cerrado, la disminución de la masa del aire del recipiente era igual al aumento de la masa del metal que se oxidaba. Por ejemplo, calentó en un tubo cerrado de vidrio una muestra de estaño (Sn) y aire (N_2 y O_2), y encontró los siguientes resultados. Observen la representación que está a continuación.

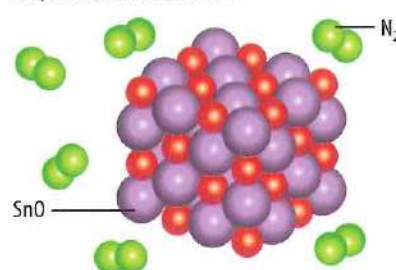
EXPERIMENTO DE LAVOISIER

Antes del calentamiento



La masa de los reactivos es 103,2 g:
65,4 g de Sn + 37,8 g de aire.

Después del calentamiento



La masa de los productos es 103,2 g:
74,2 g de Sn + 29 g de N_2

Lavoisier determinó que la masa total antes del calentamiento era la misma que la masa después de calentar. Al producto obtenido lo llamó "estaño calentado", y corresponde a lo que hoy conocemos como óxido de estaño (SnO). Este experimento y otros similares demostraron que el oxígeno del aire es esencial para la combustión y, además, a partir de ellos, Lavoisier formuló la ley de la conservación de la masa: "La masa total de las sustancias presentes antes de una reacción química es la misma que la masa de las sustancias después de la reacción".

La ley de la conservación de la masa explica por qué un cambio químico es tan solo una reordenación de los átomos; ya que los átomos no se crean ni se destruyen. Los átomos constituyen unidades inalterables en los cambios químicos.

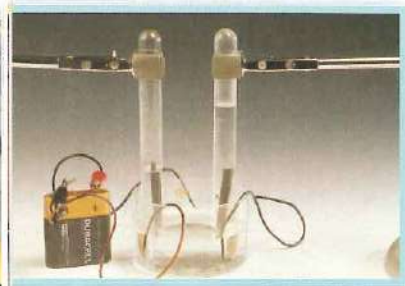


Antonie-Laurent de Lavoisier nació en París en 1743; descubrió la composición del aire y el papel del oxígeno en la combustión.

ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las dos condiciones que deben darse para que se produzca una reacción química?

LA ENERGÍA Y LAS REACCIONES QUÍMICAS



Observen en esta foto de descomposición de agua por electrólisis, los tubos de ensayo invertidos. ¿En qué tubo hay hidrógeno? ¿En cuál oxígeno?



Trabajo práctico 3,
páginas 190 y 191.

En una reacción química no solo desaparecen algunas sustancias y se forman otras, sino que suceden intercambios de energía con el medio. Cada sustancia química constituye una reserva de energía potencial, que depende del tipo de átomos que conforman la sustancia y de los enlaces existentes entre ellos. Cuanto más fuerte es el enlace, mayor es la energía que contiene. Como sabemos, en una reacción se rompen los enlaces de los reactivos y se forman nuevos enlaces en los productos. ¿Cómo se vincula la energía en esto? Para romper un enlace se necesita energía, y al formarse un enlace se libera energía; es decir, en todas las reacciones químicas participa la energía.

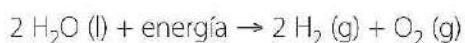
Si la energía de los reactivos es mayor que la de los productos, la reacción que se produce libera energía y se denomina **exergónica**. La energía desprendida se puede manifestar produciendo calor, energía eléctrica u originando luz.

Si la energía de los reactivos es menor que la de los productos, la reacción ocurre solo si se le suministra energía a los reactivos. En este caso, se denomina **endergónica**. La energía se puede suministrar mediante calor, luz o energía eléctrica.

Como en muchas reacciones químicas se produce calor o se absorbe calor, para referirnos a ellas se utilizan los términos de reacciones **exotérmicas** y reacciones **endotérmicas**, respectivamente. Veamos como ejemplo la formación y la descomposición del agua. La siguiente ecuación representa la formación de agua a partir de hidrógeno y oxígeno gaseosos:



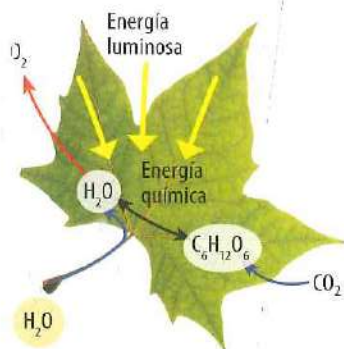
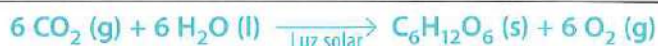
Esta reacción es exergónica, aunque para su inicio requiere que se aplique una chispa y se inflame el hidrógeno; es decir, necesita una energía de activación, que estudiaremos en la próxima página. En cambio, la descomposición de agua en hidrógeno y oxígeno se puede realizar mediante **electrólisis**, proceso que requiere aplicar una corriente eléctrica (energía). La ecuación es la siguiente:



Esta ecuación indica que la descomposición del agua es un proceso endergónico, ya que se requiere aplicar energía al sistema para que ocurra la reacción.

LA ENERGÍA EN LA FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es un proceso mediante el cual las plantas elaboran su alimento. Es la reacción química más importante que ocurre en ellas y, como sucede solo en presencia de energía lumínica, es clasificada como una reacción endergónica. En la fotosíntesis se producen reacciones químicas que convierten el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico y el agua en glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) y oxígeno (O_2) con la ayuda de la luz solar. La clorofila, concentrada en las hojas verdes, es un pigmento que capta la energía proveniente del Sol y la transforma en energía química. Consta de muchas reacciones químicas sucesivas, pero se puede representar en forma simple con la siguiente ecuación:



Reacción de fotosíntesis en la hoja.

ENERGÍA DE ACTIVACIÓN Y MODELO DE COLISIONES

Las reacciones químicas necesitan un mínimo de energía para ocurrir. A la energía mínima que se debe entregar para que ocurra una reacción química, como la chispa necesaria para que el hidrógeno reaccione con el oxígeno, que se presentó en la página de la izquierda, se la llama **energía de activación**. Si solo ponemos en un recipiente los reactivos, pero no entregamos energía al sistema, obtendremos simplemente una mezcla de sustancias. Para que la reacción entre ellas se produzca, se necesita energía. Además, aquellas reacciones que requieren una energía de activación elevada se desarrollan más rápidamente que las reacciones con una energía de activación menor.

Sin embargo, en muchos casos, las reacciones químicas comienzan espontáneamente al poner en contacto los reactivos. Esto ocurre porque la temperatura del ambiente es suficiente para aportar la energía de activación. La energía de activación se requiere tanto para las reacciones endergónicas como para las exergónicas.

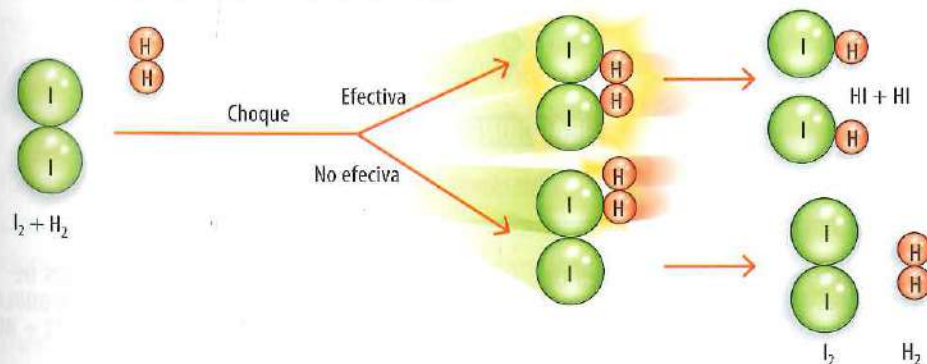
Sobre la base de la **teoría de las colisiones**, para que ocurra una reacción química es necesario que existan choques entre las moléculas de los reactivos que den origen a los productos. Así, mientras mayor sea el número de colisiones, mayor será la velocidad de la reacción. Sin embargo, para que esto suceda, las colisiones deben cumplir las siguientes condiciones:

- Las moléculas de reactivos deben poseer la energía mínima requerida para que pueda ocurrir el rompimiento de los enlaces, un reordenamiento de los átomos y luego la formación de los productos. Esta es la llamada energía de activación y si no se dispone de ella, las moléculas rebotarán sin formar los productos.
- Los choques entre las moléculas deben efectuarse con una determinada orientación para que ocurra la reacción, porque la posición en la que colisionen los átomos determinará si es posible la formación de nuevos enlaces.

Si el choque entre las moléculas cumple con estas condiciones, se dice que las **colisiones son efectivas** y se forman productos.

Cabe destacar que **no todas las colisiones entre reactivos son efectivas**; por lo tanto, no todas originan productos. Sin embargo, mientras más colisiones existan entre reactivos, mayor es la probabilidad de que sean efectivas. Observemos con atención la siguiente imagen que muestra la reacción de formación del yoduro de hidrógeno HI (g) a partir de yodo I_2 (g) e hidrógeno H_2 (g). Aquí se indica que debe existir una orientación adecuada para que el choque sea efectivo y se formen los productos.

COLISIONES EFECTIVAS Y NO EFECTIVAS



Algunas reacciones con desprendimiento de gases se realizan con tanta rapidez que resultan explosivas.

ACTIVIDADES

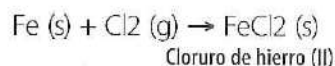
1. Razonen si toda colisión entre moléculas que tengan energía suficiente forman productos de reacción. ¿Es necesaria alguna otra condición?
2. ¿Cuándo una reacción es exergónica? ¿Y endergónica? ¿Qué es la energía de activación?

CLASIFICACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Vimos que existen dos categorías de reacciones químicas: exergónicas y endergónicas. Sin embargo, como son muchas, los químicos consideran útil clasificarlas de acuerdo con sus similitudes. Veamos los cuatro tipos de reacciones más simples.

- **Reacciones de síntesis.** Implican la combinación directa de dos o más reactivos para producir un producto. Los reactivos pueden ser átomos o compuestos. Se pueden simbolizar de la siguiente forma: $X + Y \rightarrow XY$

Por ejemplo, la síntesis de cloruro de hierro (II) a partir de hierro y cloro:



- **Reacciones de descomposición.** En este tipo de reacciones, un único reactivo se descompone y forma dos o más productos, como el agua que se descompone en hidrógeno y oxígeno por electrólisis. Son las reacciones opuestas a las de síntesis y se simbolizan de la siguiente manera:



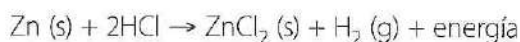
La ecuación de descomposición del agua es la siguiente:



- **Reacciones de sustitución simple.** En este tipo de reacciones, un átomo reemplaza a otro que forma parte de un compuesto. Se simbolizan de la siguiente manera:



Por ejemplo, la reacción de cinc con ácido clorhídrico, se representa así:

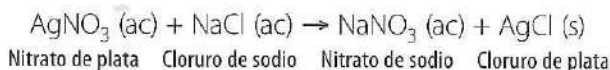


Esta reacción es común para los metales que reaccionan con ácido clorhídrico.

- **Reacciones de sustitución doble.** En este tipo de reacciones, los iones en solución acuosa de dos compuestos intercambian sus posiciones y generan, por ejemplo, un compuesto poco soluble. Se ajustan a la siguiente ecuación general:

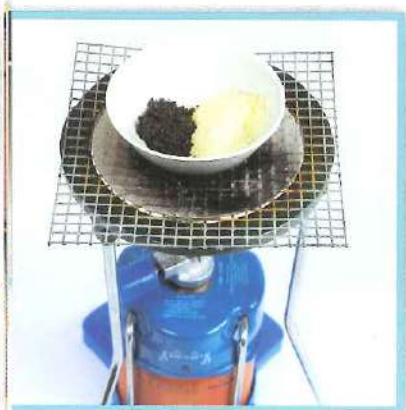


La precipitación de cloruro de plata a partir de nitrato de plata y cloruro de sodio es un ejemplo de este tipo de reacciones.

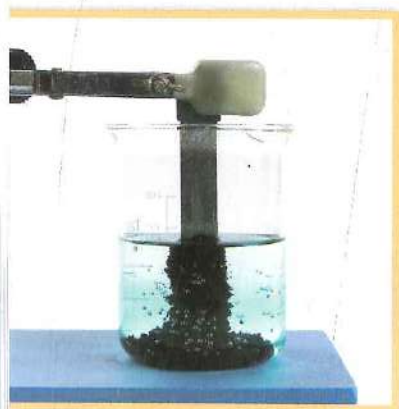


REACCIONES QUÍMICAS

se clasifican en



Reacción de síntesis entre el hierro (Fe) y el azufre (S) para formar sulfuro de hierro.

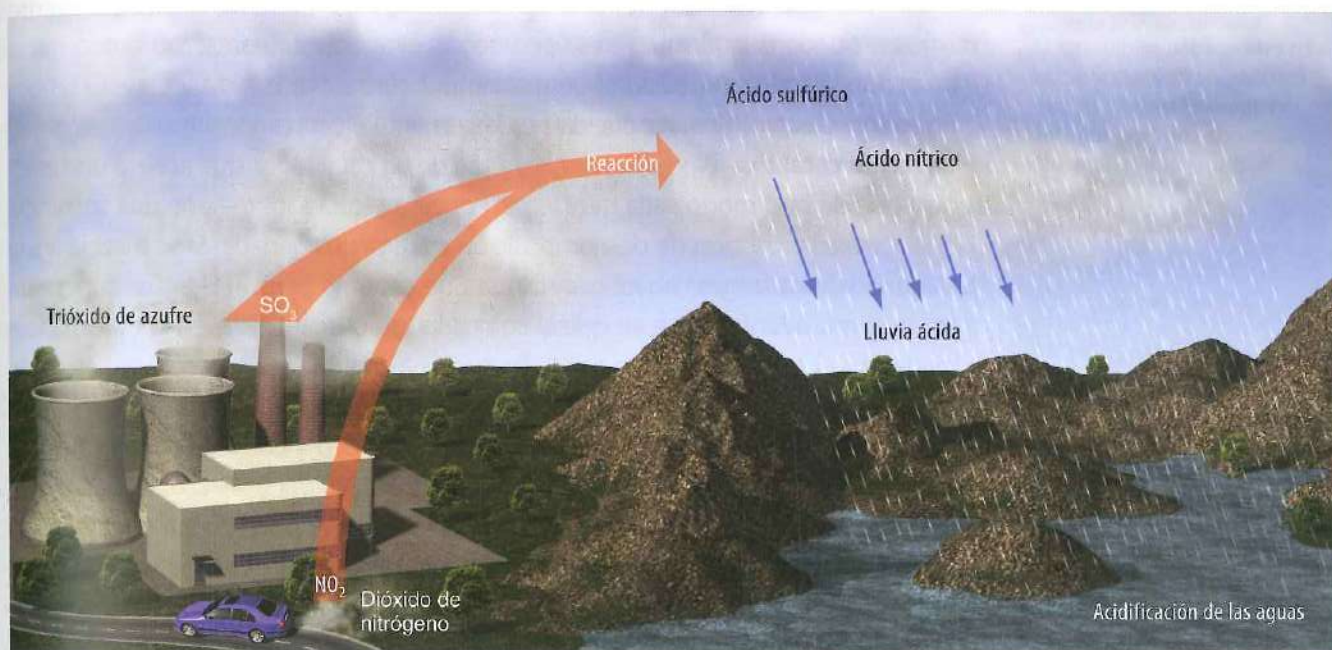


Reacción de sustitución simple del cinc con el sulfato de cobre.

REACCIONES DE COMBINACIÓN O SÍNTESIS

Repasemos: toda reacción entre dos o más sustancias simples o compuestas que da lugar a una única sustancia se denomina síntesis. Veamos algunos ejemplos en el ambiente. Los vehículos que utilizan nafta y las fábricas que queman carbón o petróleo son dos de las principales fuentes de gases que contaminan el aire, principalmente trióxido de azufre (SO_3) y dióxido de nitrógeno (NO_2). Cuando estos óxidos se combinan con la humedad del ambiente forman ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3), que caen en forma de lluvia, nieve o niebla. A esto se llama **lluvia ácida**.

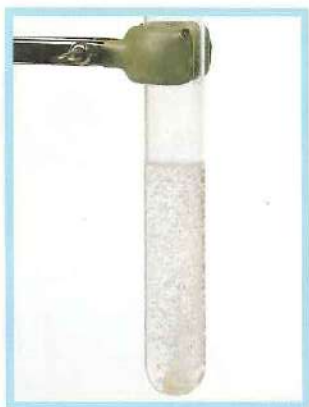
FORMACIÓN DE LLUVIA ÁCIDA



La lluvia ácida provoca daños en las edificaciones y construcciones de mármol o caliza, ya que disuelve el carbonato de calcio que las compone.

También provoca la acidificación de las aguas de ríos y lagos, donde afecta a los peces y otros organismos acuáticos. También afecta a la vegetación y produce daños importantes en los cultivos y en las zonas forestales. En el ser humano determina un incremento muy importante de las afecciones respiratorias (asma, bronquitis crónica, etcétera) y un aumento de los casos de cáncer. La contaminación debilita todo el organismo, sea humano, vegetal o animal, y eso provoca una disminución de las defensas y una mayor disposición a contraer enfermedades. Los más afectados son los niños, las personas mayores, las mujeres embarazadas y los aquejados de dolencias crónicas.

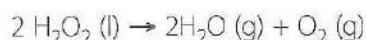
Es necesario reducir las emisiones de gases contaminantes. La quema de combustibles fósiles (carbón y petróleo) para generar electricidad debe reemplazarse por fuentes "limpias" de energía, como la solar o eólica. Nosotros podemos utilizar el transporte público y disminuir la contaminación causada por la gran cantidad de automóviles en circulación, o viajar con otras personas que hagan nuestro recorrido para que haya más personas en menos autos. También debemos evitar el derroche de energía eléctrica.



En esta imagen se muestra la reacción de descomposición del agua oxigenada. ¿A qué sustancia corresponden las burbujas que se forman?

REACCIONES DE DESCOMPOSICIÓN

Como vimos, las reacciones de descomposición son aquellas en las que un único reactivo, ya sea de modo espontáneo o provocado por algún agente externo, se descompone formando dos o más productos. Un ejemplo de descomposición espontánea es el agua oxigenada (H_2O_2), una sustancia similar al agua pero que, en lugar de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, tiene dos de ambos elementos. Los productos de esta reacción son agua y oxígeno gaseoso. El oxígeno gaseoso liberado se detecta por la formación de burbujas.



En el caso de que la reacción de descomposición sea provocada por un agente externo, se pueden clasificar en tres tipos, según el agente causante:

- **Reacción térmica.** Producida por una temperatura elevada.
- **Reacción electrolítica.** Producida por la corriente eléctrica.
- **Reacción catalítica.** Producida por la acción de un catalizador, que acelera una reacción que de otro modo sería muy lenta. Por ejemplo, la sangre tiene una sustancia que acelera la reacción de descomposición del agua oxigenada. Si se mezcla agua oxigenada con sangre, la reacción forma una espuma blanca. El agua oxigenada actúa como desinfectante, ya que al colocarla sobre una herida, en la espuma formada por el oxígeno mueren todas las bacterias patógenas anaeróbicas, es decir, aquellas que no pueden vivir en presencia de oxígeno.

APLICACIONES DE LAS REACCIONES DE DESCOMPOSICIÓN

Las reacciones de descomposición tienen numerosas aplicaciones; a continuación veamos algunos ejemplos.



El airbag es un efectivo sistema de seguridad de los automóviles; se trata de una bolsa que se infla en el momento de un impacto para proteger a las personas. Pero, ¿cómo se infla tan rápidamente? Esto se debe a una veloz reacción de descomposición. En el interior del airbag desinflado hay una sustancia sólida y blanquecina, la azida de sodio (NaN_3). Ante el impacto de un automóvil, un mecanismo genera una temperatura de 275°C , y desencadena la reacción de descomposición de la azida de sodio en sodio (Na) y nitrógeno gaseoso (N_2). Este último es el que infla el airbag.



En marzo de 2002, La Agencia Espacial Europea lanzó el *Envisat*, un satélite de observación terrestre. El módulo de propulsión constaba de cuatro tanques con una capacidad para combustible de 300 kg de hidracina (N_2H_4). Cuando se descompone la hidracina se forma amoníaco (NH_3) y nitrógeno (N_2); a su vez, parte del amoníaco se descompone en más nitrógeno e hidrógeno. Los tres gases (NH_3 , N_2 y H_2) son expulsados para producir el empuje necesario para que el satélite entre en órbita.

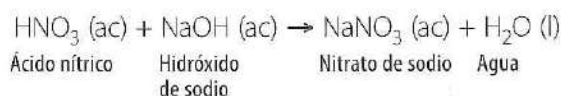


James Marsh (1794-1846) fue un químico británico famoso por la invención de la prueba que lleva su nombre. En 1832, Marsh fue llamado como perito químico en un juicio por asesinato, en donde había que demostrar un asesinato por envenenamiento con arsénico. Él desarrolló una prueba donde obtuvo un gas venenoso: arsina (AsH_3). Encendió el gas y se descompuso en arsénico puro que, cuando se pasa a una superficie fría, forma un depósito sólido negro y plateado.

REACCIONES ÁCIDO-BASE

Desde hace mucho tiempo, se sabe que existen sustancias que comparten una serie de propiedades: sabor ácido, disolver mármol o reaccionar con los metales desprendiendo hidrógeno gaseoso H_2 . En 1663, el químico inglés Robert Boyle (1627-1691) introdujo el término **ácido** para englobar a esas sustancias. Además, se conoce otro grupo de sustancias que comparten las siguientes propiedades: sabor amargo, producir una sensación jabonosa al tacto y, en general, contrarrestar las propiedades de las soluciones ácidas. Para este grupo se acuñó el término **álcali**, del árabe al *kali*, que significa cenizas vegetales.

Mezclando una **solución ácida** con una **alcalina** puede obtenerse una sal. Por esta razón, los álcalis recibieron más tarde el nombre de **bases**, del griego *basis*, que se traduce como fundamento para la obtención de sales. Los ácidos y las bases se comportan como dos grupos químicamente opuestos, pues los ácidos contrarrestan las propiedades de las bases, y al revés. Las reacciones llamadas **ácido-base** son también reacciones de sustitución doble. Esto se refleja en una ecuación de la siguiente manera:



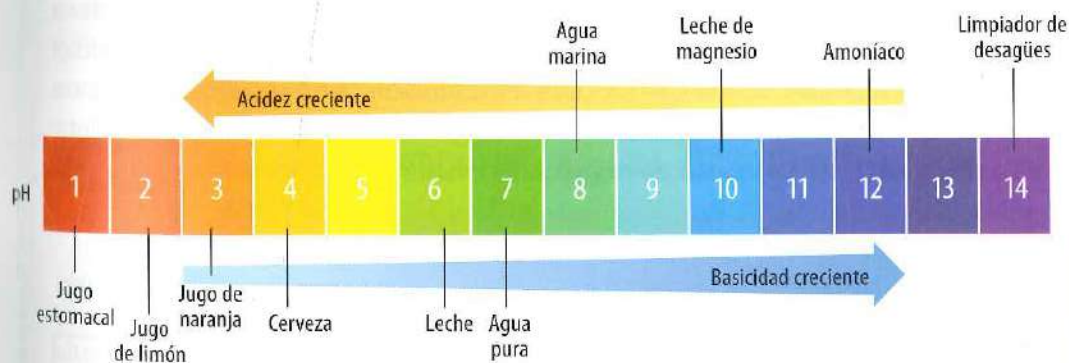
La reacción entre un ácido y una base es una **reacción de neutralización**, ya que los productos no tienen carácter ácido ni básico, por lo que la solución resultante es neutra.

CONCEPTO DE PH

El pH es una escala para medir la acidez de una sustancia en solución acuosa. Sus valores van de 0 a 14 e indican qué tan ácida o básica es una sustancia cuando la disolvemos en agua.

- Si el pH toma valores entre 0 y 7 se considera a la sustancia ácida.
- Si el pH toma valor 7, se la considera neutra.
- Si el pH toma valores entre 7 y 14, la sustancia es básica.

EJEMPLOS DE COMPUESTOS ÁCIDOS, BÁSICOS Y NEUTROS



En comparación con la mayoría de los fluidos corporales que tienen un pH cercano a 7, el jugo estomacal es muy ácido, entre 1 a 3. Esto se debe al ácido clorhídrico (HCl) que secretan las células de la mucosa que recubre las paredes del estómago. Cuando su producción es excesiva, puede aparecer dolor e inflamación. Una forma de reducir su concentración es tomando un antiácido, que actúa neutralizando el jugo gástrico.



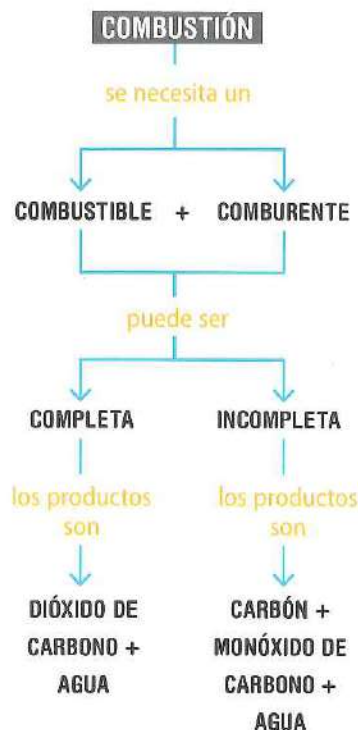
La picadura de abeja introduce en la piel una sustancia ácida. ¿Cómo se puede neutralizar?



La picadura de avispa introduce en la piel una sustancia alcalina. ¿Con qué tipo de sustancia se puede neutralizar?

ACTIVIDADES

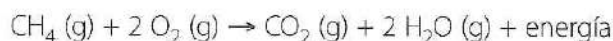
1. ¿Cuáles son las propiedades de los ácidos? ¿Y de las bases?
2. ¿Cómo se llama la reacción entre un ácido y una base?



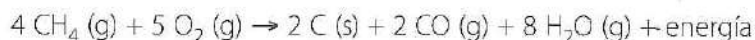
LA COMBUSTIÓN

Cuando prendemos la hornalla de una cocina o encendemos carbón para hacer un asado provocamos una reacción química de combustión. La combustión es una oxidación que se caracteriza por el desprendimiento de luz y energía térmica; siempre interviene un comburente y un combustible. Se llama **comburente** al medio de reacción que permite que ocurra una combustión. El comburente natural es el oxígeno (O_2) presente en el aire. Sin oxígeno no es posible una combustión. Se define **combustible** a toda sustancia capaz de arder. Una combustión puede ser completa o incompleta. Veamos estos ejemplos en el caso del metano (CH_4), principal componente del gas natural.

- **Combustión completa.** Se produce cuando la cantidad de comburente es suficiente para que reaccione todo el combustible. Se obtienen como productos dióxido de carbono (CO_2) y agua gaseosos, que no son productos tóxicos. Esta combustión presenta una llama azul pálido, y que es el tipo de llama que brinda la mayor cantidad de calor. La ecuación, en el caso del metano, es:



- **Combustión incompleta.** Si la cantidad de comburente (O_2) no es suficiente para que reaccione todo el combustible, la combustión es incompleta. De ella se obtienen carbón (C), finamente dividido (hollín), vapor de agua y monóxido de carbono (CO). El monóxido de carbono es un gas muy tóxico que puede producir la muerte si se lo inhala en exceso; se combina con la hemoglobina de la sangre más fuertemente y a una velocidad mayor que el oxígeno, produciendo graves intoxicaciones que pueden llevar a la muerte. Los síntomas de intoxicación son somnolencia, dolor de cabeza, mareos y vómitos. Es muy importante mantener ventiladas las instalaciones donde hay prendidas estufas a gas. La siguiente fórmula representa una combustión incompleta del metano:



La combustión incompleta produce una llama amarilla brillante, que entrega mucho menos calor que la llama azul. Cuando esto sucede en las cocinas, se debe proceder a limpiar o reparar las hornallas, dado que no está participando de la combustión todo el gas que sale de ellas y, además, se produce monóxido de carbono. En conclusión, un mismo combustible puede dar una reacción de combustión completa o incompleta; esto dependerá de la cantidad de oxígeno disponible.

ACTIVIDADES

1. ¿Qué es necesario para que se produzca una combustión?
2. ¿Cuáles son las diferencias entre la combustión completa y la incompleta?



- A** Llama amarilla:
combustión incompleta
- B** Llama azul:
combustión completa

COMBUSTIBLES Y CONTAMINACIÓN

Los seres humanos hemos usado la energía almacenada en los combustibles para hacer funcionar diferentes tipos de máquinas, incluso aquellas que nos pueden llevar al espacio exterior. La fuente natural del combustible es el petróleo. Los compuestos obtenidos de él en la sociedad actual son muy amplios, y sus usos van desde la generación de combustibles para diversos tipos de motores y calefacción doméstica e industrial hasta la fabricación de plásticos, fibras textiles y productos cosméticos. El petróleo es un recurso natural no renovable, que no está distribuido uniformemente en nuestro planeta, y cuya explotación y demanda aumenta día a día. Por eso, es necesario hallar fuentes alternativas de energía. Como vimos, la utilización de combustibles derivados del petróleo es la principal fuente de contaminación ambiental en la actualidad. Su combustión produce efectos ambientales nocivos para nuestro planeta y nuestra salud. El CO_2 generado en las combustiones es un gas de efecto invernadero; entre los años 1970 y 2004 sus emisiones anuales aumentaron más de 80%. Estas emisiones provienen principalmente de la industria de suministro de energía, el transporte y la actividad industrial.



Los hielos polares son el mejor lugar para estudiar la concentración de gases atmosféricos. En 2005 se detectó que la concentración de CO_2 aumentó respecto de los últimos 650.000 años.

¿Qué ocurre cuando aumenta la concentración de gases tóxicos como el dióxido de carbono? ¿Y si aumenta la concentración de óxidos de azufre y nitrógeno?

Además, las impurezas de azufre de los combustibles forman dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno que se convierten en ácido sulfúrico y ácido nítrico respectivamente, que acidifican las aguas y todo lo que tocan. El vapor de agua que se produce de las combustiones contribuye a la acumulación de calor en la superficie terrestre y en el mar.

En las áreas urbanas contaminadas por óxidos de nitrógeno producidos durante la quema de combustibles, se forma un contaminante gaseoso secundario, el ozono (O_3). Este gas reacciona con los combustibles no quemados y otros compuestos; forma una mezcla compleja de diferentes sustancias irritantes que se conoce como **esmog fotoquímico**.

VALORES

BIOCOMBUSTIBLES, ¿UNA ALTERNATIVA MEJOR?

Dadas las consecuencias que tiene el uso del petróleo y sus derivados sobre nuestro planeta y la salud, ¿creen necesario implementar alternativas que no impacten al ambiente? Hace varios años han comenzado esfuerzos por crear nuevas fuentes de energía limpia que reemplacen o disminuyan el uso del petróleo, llamadas **biocombustibles**. Se entiende como biocombustible a combustible procedente de

la biomasa, es decir, de materia de origen animal o vegetal. Estos son obtenidos de manera renovable a partir de restos vegetales que habitualmente provienen de la caña de azúcar, el trigo, maíz o semillas oleaginosas. Los biocombustibles más utilizados son el biodiésel y el bioetanol. ¿Piensan que es una alternativa posible para reemplazar el uso de petróleo? ¿Por qué creen que es necesario un cambio?

ACTIVIDADES

1. ¿Conocen los niveles de concentración de gases de efecto invernadero en su ciudad o región? Entren a e-sm.com.ar/emisiones y elaboren un informe.
2. ¿Qué tipo de mezcla es el esmog? ¿Qué consecuencias tiene sobre la salud?

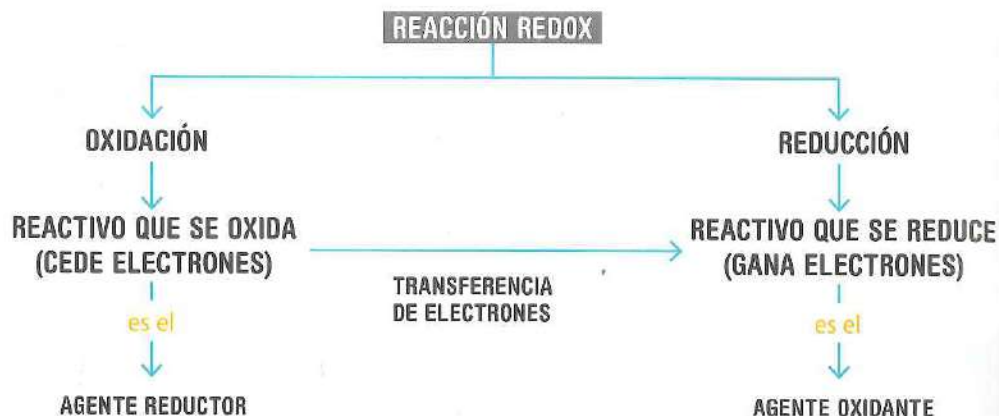


El óxido de cobre que se forma en la superficie de numerosos objetos, como esta estatua, es de color verdoso.

REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN

En una reacción de **óxido-reducción** o **redox**, dos sustancias intercambian entre sí electrones y se produce una transferencia de estas partículas de un átomo a otro.

El proceso en donde hay **pérdida de electrones** se llama **oxidación**, y donde hay **ganancia de electrones** se llama **reducción**. Estos dos procesos siempre ocurren simultáneamente. Por otra parte, a la sustancia que gana electrones se la llama **agente oxidante** y, a la que los pierde, **agente reductor**.



Los objetos de plata (Ag) se oscurecen porque la plata reacciona con el sulfuro de hidrógeno (H_2S) presente en el aire, y se forma sulfuro de plata (Ag_2S), causante del oscurecimiento. Esta es una **reacción redox**. Para limpiarla, debemos realizar otra reacción de óxido-reducción que revierta el proceso, es decir, que transforme el sulfuro de plata en plata. Esta reacción se logra con aluminio y una mezcla caliente de agua, sal y bicarbonato de sodio. Por ejemplo, para limpiar una cadena de plata debemos sumergirla en una bandeja forrada con papel aluminio que contenga la mezcla caliente que da el medio para que la reacción se produzca, a la vez que la acelera. El sulfuro de plata de la cadena reacciona con el papel aluminio (Al) y produce plata y sulfuro de aluminio (Al_2S_3), que se deposita sobre el papel. Esta reacción química es una reacción de óxido-reducción, ya que se produce una transferencia de electrones entre la plata y el aluminio.

REDUCCIÓN DEL ÓXIDO DE HIERRO Y METALURGIA

El hierro es el quinto elemento más abundante de la naturaleza, luego del oxígeno, el silicio, el aluminio y el magnesio. En la naturaleza, el hierro no está en su forma pura sino como óxido de hierro (III). El átomo de hierro cede electrones al átomo de oxígeno con el que se combina al formar el óxido: en el óxido de hierro (III) (Fe_2O_3), el hierro existe como Fe^{3+} , o sea, un átomo que ha perdido tres electrones convirtiéndose en un ion positivo o catión. De esta manera, para obtener el metal útil es necesario regresarle estos electrones perdidos. Este proceso, fundamental de la metalurgia, es la **reducción del metal**, y es inverso a la oxidación. Durante el mismo, el óxido de hierro (III) reacciona con compuestos que tienen carbono a altas temperaturas. El hierro se reduce mientras que el carbono se oxida. El hierro, reducido y fundido, se obtiene en la parte inferior de un horno. Al oxidarse, un metal pierde electrones; al reducirse, vuelve a ganarlos. La **oxidación** o **corrosión** de los objetos de metal, vuelve a este material a su estado natural: el de óxido de hierro.



La siderurgia es la industria de obtención de hierro y acero a partir de sus minerales.

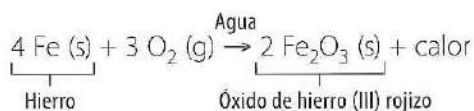
LA CORROSIÓN

¿Han observado el cambio que experimenta un clavo de hierro cuando se expone a la intemperie durante algún tiempo? Este cambio se conoce como corrosión.

La **corrosión** es la transformación de un metal en otro compuesto mediante una reacción química de oxidación con alguna sustancia de su entorno. Generalmente, en este tipo de reacciones intervienen el oxígeno, el agua, ácidos o sales.

La reacción del hierro, del cobre y de otros metales con oxígeno atmosférico son reacciones exotérmicas. La diferencia con la combustión es que la energía se libera lentamente y es mucho menor. Además, no producen llama.

Una reacción típica de corrosión es la acción del oxígeno y la humedad sobre el hierro metálico, lo que da lugar al óxido férrico o herrumbre. La reacción química en este caso es:



La corrosión del hierro en ambientes en que no hay suficiente oxígeno, como en los estanques enterrados, produce magnetita negra, Fe_3O_4 , que puede ser considerada como un óxido mixto entre óxido de hierro (III), Fe_2O_3 , y óxido de hierro (II), FeO . Los óxidos de hierro son porosos y no adherentes, por lo cual pueden producir la destrucción total del metal.

En el aluminio se forma una capa de óxido de aluminio, Al_2O_3 , que se adhiere fuertemente a la superficie del metal, por lo que es impermeable al paso del oxígeno y del agua, y por esto protege al metal contra una corrosión posterior. Las latas de bebidas contaminan nuestro entorno y son una evidencia de que la corrosión del aluminio es muy lenta. Además, el aluminio es fácilmente reciclable y puede ser reutilizado.

Existen metales resistentes a la corrosión, es decir, no reaccionan fácilmente con el oxígeno; por ejemplo el oro, el paladio, el platino y el iridio son algunos ejemplos. El titanio, por su parte, es uno de los metales que mejor resiste la corrosión producida por el agua del mar.

PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN

Existen dos formas principales de proteger el hierro frente a la corrosión: el recubrimiento con capas protectoras y la protección catódica.

El recubrimiento del hierro se realiza a menudo con una capa de pintura o de otro metal, como estaño, cinc o cromo, para proteger su superficie contra la corrosión. Por ejemplo, las latas de conserva para alimentos se recubren con una finísima capa de estaño (de 1 a 20 nm), que impide el contacto con el oxígeno. El estaño protege al hierro mientras la capa protectora permanezca intacta. El recubrimiento del hierro por otro metal se denomina hierro galvanizado (recubierto con cinc) o hierro cromado (recubierto de cromo).

La protección catódica consiste en poner en contacto el hierro con un metal que tenga más tendencia a oxidarse que él; por ejemplo, con cinc.

En el hierro galvanizado, el cinc, además de impedir por recubrimiento el contacto del hierro con el oxígeno, protege al hierro contra la corrosión incluso cuando la superficie protectora se rompe, ya que se oxida antes que el hierro.



Efecto de la corrosión del agua de mar sobre una embarcación.

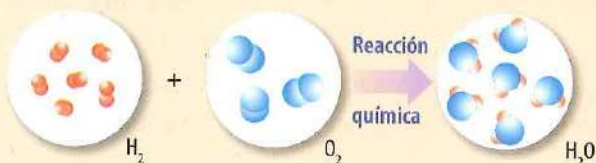
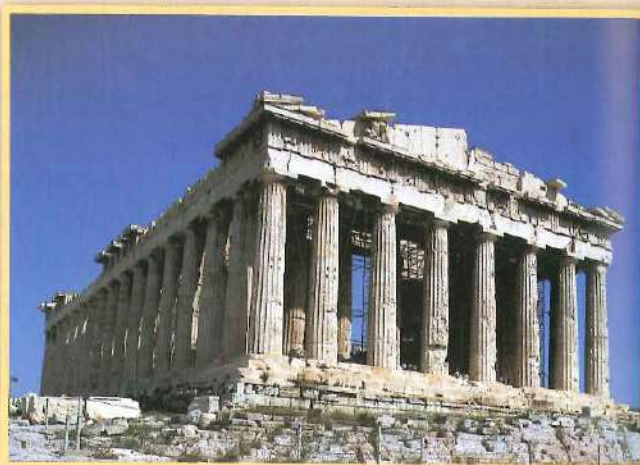


Los cubiertos de mesa con baños de plata u oro consisten en una base de hierro con un recubrimiento fino de baño de plata o de oro. ¿Qué otros recubrimientos metálicos se nombraron en el texto?

ACTIVIDADES

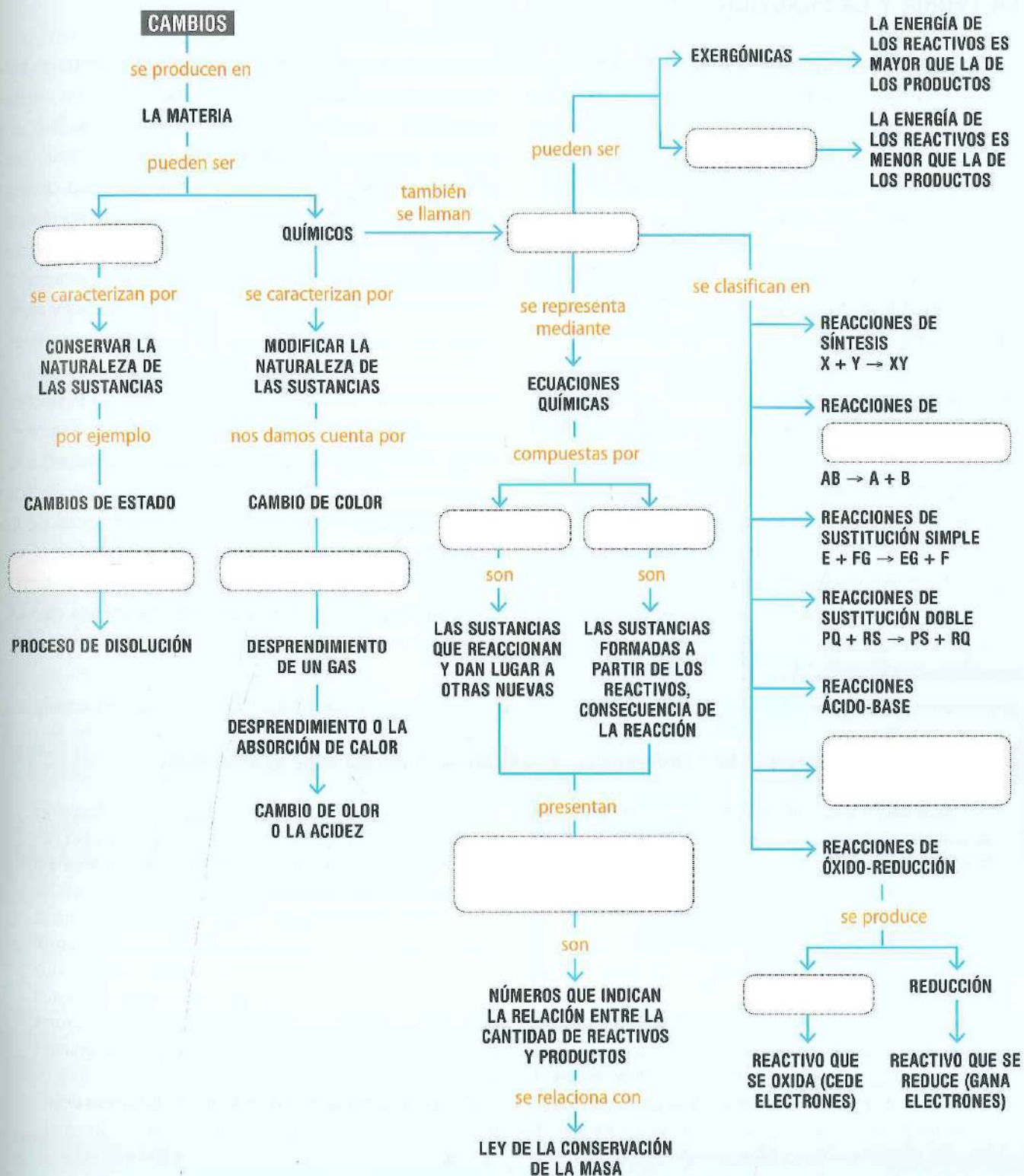
1. Para una reacción tipo redox, ¿qué alternativas son correctas?
 - a) Siempre hay transferencia de electrones.
 - b) El agente oxidante se oxida.
 - c) El agente reductor se oxida.
 - d) La sustancia que capta electrones se reduce.

- Expliquen con sus palabras las diferencias entre un cambio físico y uno químico.
- Indiquen en cada uno de los ejemplos cómo reconocen que se produce una reacción química.
 - Se disuelve nitrato de plata en agua potable y aparece un sólido blanco. ☐
 - Se coloca una granilla de cinc en una solución de ácido clorhídrico y aparecen burbujas. ☐
 - Se enciende un trozo de cinta de magnesio, se desprende luz y queda un sólido blanco. ☐
 - Se abre una botella de vino y se reconoce que se acidificó. ☐
- ¿Cuál de las siguientes notaciones indica que se trata de una sustancia disuelta en agua?
 - $\text{N}_2 (\text{l})$
 - $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$
 - $\text{HCl} (\text{g})$
 - $\text{HNO}_3 (\text{ac})$
 - $\text{NH}_3 (\text{g})$
- Se calienta un sólido azul y este se transforma en un sólido blanco. Si lo pesamos antes y después del calentamiento, observamos que el sólido blanco pesa menos que el sólido azul inicial. Interpreten el cambio que ha tenido lugar y, a la luz de las experiencias de Lavoisier, expliquen cuál puede ser la causa de la disminución de masa.
- Indiquen si las siguientes ecuaciones químicas están balanceadas.
 - $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}$
 - $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- En el siguiente esquema se representa una ecuación química. Obsérvenlo, ¿qué enlaces se rompen y cuáles se forman?
- Identifiquen a qué tipo de reacción corresponde cada uno de los siguientes ejemplos.
 - $\text{PQ} + \text{RS} \rightarrow \text{PS} + \text{RQ}$
 - $\text{AB} \rightarrow \text{A} + \text{B}$
 - $\text{E} + \text{FG} \rightarrow \text{EG} + \text{F}$
 - $\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{XY}$
- El ácido sulfúrico ataca a materiales de construcción, tales como la piedra caliza o el mármol, formados por carbonato de calcio. Este proceso es responsable del deterioro de muchas edificaciones, como las ruinas griegas en la Acrópolis de Atenas, fabricadas en mármol. Lean la ecuación química que corresponde a este fenómeno y justifiquen por qué el deterioro del mármol es permanente.



- Indiquen qué son el combustible y el comburente en las reacciones de combustión.
- Las reacciones de combustión comienzan con un aporte energético, pero ¿son exotérmicas o endotérmicas? ¿Por qué?
- Reúnanse en grupos de tres o cuatro integrantes e investiguen qué medidas se están llevando a cabo en la Argentina con el fin de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y lluvia ácida. Elaboren una afiche para colgar en la cartelera de la escuela.

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

LAS INTRINCADAS RELACIONES ENTRE LA TEORÍA Y LA PRÁCTICA

La ciencia actual permanentemente nos sorprende con los hallazgos, desarrollos e invenciones teóricas, del mismo modo que la tecnología lo hace con sus inventos e innovaciones tecnológicas aplicadas. Todo ello contribuye a que nuestra comprensión de la realidad y complejidad del universo que habitamos vaya mutando aceleradamente. Estos cambios en las concepciones científicas del mundo repercuten en los diferentes ámbitos de la cultura de la sociedad, e incluso en las relaciones entre los integrantes de ella.

Las diferentes teorías que durante el siglo XX se encargaron de fundamentar el carácter corpuscular de la materia, requirieron gran ingenio para desarrollar métodos experimentales y aparatos tecnológicos con los cuales aportar las evidencias que corroboraran las teorías enunciadas. Algunas de esas evidencias experimentales llegaron pronto y, al contrastar los resultados con los hechos, hicieron posible corroborar algunas teorías; otras permitieron descartar ciertas hipótesis fallidas, mientras que para algunas teorías faltaron sus evidencias empíricas que las fundamentaran.

Recientemente, en mayo de 2014, se llevaron a cabo experimentos que demostrarían la validez de una teoría enunciada en 1934, y que aún no había recibido confirmación empírica. Nos referimos a los experimentos por los que, mediante choques de corpúsculos de luz (fotones) dotados de alta energía, se producen partículas subatómicas provistas de masa y cargas eléctricas opuestas (electrones y positrones). Notable descubrimiento que profundiza el conocimiento físico de la realidad y abre líneas de investigaciones científicas con implicancias aplicadas aún impensables. De esto se trata la ciencia...

- A partir de los contenidos estudiados en este bloque, principalmente aquellos referidos a la naturaleza corpuscular de la materia, analicen lo expresado en el siguiente extracto de una noticia periodística publicada el 18 de mayo de 2014 en el portal de la agencia de noticias española Europa Press. Esta nota ilustra acerca de un importante avance en el estudio de la luz y de la materia, y trata las relaciones que se presentan entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

DESCUBREN CÓMO CONVERTIR LA LUZ EN MATERIA TRAS 80 AÑOS DE BÚSQUEDA

Físicos del Imperial College London, en Reino Unido, han descubierto la forma de crear la materia desde la luz, una hazaña que parecía imposible cuando se formuló la teoría por primera vez hace 80 años. En un solo día, en una pequeña oficina en el Laboratorio de Física del edificio Blackett, tres físicos elaboraron una forma relativamente sencilla de probar físicamente una teoría ideada por los científicos Breit y Wheeler en 1934.

Breit y Wheeler sugirieron que debería ser posible convertir la luz en materia rompiendo a la vez solo dos partículas de luz (fotones), para crear un electrón y un positrón, el método más simple de convertir la luz en materia jamás predicho.

Se vio que el cálculo era teóricamente sólido, pero Breit y Wheeler señalan que nunca esperaron que alguien demostrara físicamente su predicción, pues nunca se ha observado en el laboratorio, y los experimentos anteriores han requerido la adición de partículas de alta energía masivas.

La nueva investigación, publicada en *Nature Photonics* (revista especializada en luz y electrónica), muestra por primera vez cómo la teoría de Breit y Wheeler se podía llevar a la práctica. Este "colisionador fotón-fotón", que convertiría la luz directamente en materia con una tecnología ya disponible, sería un nuevo tipo de experimento de física de alta energía.

Este experimento podría crear un proceso que fue muy importante en los primeros cien segundos del universo, y que se ve en los estallidos de rayos gamma, que son las mayores explosiones del universo y uno de los misterios más grandes de la física sin resolver.[...]

Demostrar la teoría Breit-Wheeler brindaría la pieza definitiva de un rompecabezas de la física que describe las maneras más simples en que la luz y la materia interactúan. [...]

Extraído y adaptado de Europa Press (online), sección *Cienciapius*, 18/5/2014 (e-sm.com.ar/epress).



MOSTRAR CON IMÁGENES

En este apartado, los invitamos a dividirse en tres grupos para realizar una infografía, en la que puedan mostrar algunos de los contenidos de los capítulos que integran el Bloque I.

1. QUÉ MOSTRAR

Una vez formados los tres grupos, cada uno se concentrará en un capítulo del bloque y relevará los contenidos, para seleccionar uno de ellos que pueda sistematizarse y mostrarse a través de una infografía. Las infografías son representaciones gráficas de la información que sirven para sintetizar conceptos y describir procesos. Combinan una o varias imágenes con textos muy breves que la acompañan.

El objetivo del trabajo es que cada grupo organice visualmente el contenido elegido, para sintetizarlo en una infografía. Para ello, deberán realizar las siguientes tareas:

- **Establecer el objetivo de la infografía.** Implicará decidir qué es lo que se quiere mostrar (datos, comparaciones, un concepto general, un proceso, etcétera).
- **Elegir la imagen a partir de la cual se dará cuenta de la información.**
- **Privilegiar la simplicidad.** Una de las características de las infografías es la síntesis, por lo que es necesario seleccionar los datos que se incluyen.
- **Tener en cuenta la narración visual.** Los elementos de la infografía deben permitir acceder rápidamente al sentido general. Los textos deben ser muy breves.

2. IMÁGENES Y TEXTOS: ELABORACIÓN DE LA INFOGRAFÍA

Luego de haber trabajado en la selección del tema y el modo en que presentarán visualmente los contenidos, les proponemos elegir la herramienta con la que harán la infografía. Hay muchas herramientas gratuitas en línea sencillas de usar, como Piktochart o Visual.ly (en inglés, pero muy intuitivas). En la tabla *Ficha técnica* se incluyen las direcciones y tutoriales de ambas herramientas.

Para utilizar estas herramientas, es necesario registrarse, lo cual se realiza de forma gratuita. Luego se puede empezar a trabajar. Al finalizar el trabajo, es posible descargar el contenido o compartirlo en un blog o en redes sociales como Facebook, Google+ y Twitter.

3. COMPARTIR CON OTROS: PRESENTACIÓN DE LAS INFOGRAFÍAS

Cuando todos los grupos hayan terminado la tarea, organicen la presentación de las infografías y conversen:

- ¿Qué decisiones tomó cada grupo respecto a aquello que deseaban mostrar? ¿Qué diferencias hubo entre las infografías y a qué creen que responden?
- ¿Qué maneras diferentes de sintetizar la información eligió cada grupo para el afiche? ¿Cómo resolvieron la extensión de los textos? ¿Creen que la decisión fue acertada? ¿Por qué?



Aplicación Piktochart.

Ficha técnica

Herramienta	Sitio	Tutorial	Utilidad
Piktochart	e-sm.com.ar/pik	e-sm.com.ar/tutopik	Creación de infografías.
Visual.ly	e-sm.com.ar/vis	e-sm.com.ar/tutovisualy	

CAPÍTULO
4

LOS ÁTOMOS Y LA ELECTRICIDAD



El carácter eléctrico de los átomos • La evolución del modelo atómico • Las cargas y los componentes del átomo • El modelo atómico actual y sus características principales • La tabla periódica de los elementos • La clasificación de los elementos y los tipos de uniones atómicas • Los materiales frente a la electricidad • La conducción eléctrica, el campo eléctrico y sus manifestaciones.

BLOQUE
II

EL CARÁCTER ELÉCTRICO DE LA MATERIA



CAPÍTULO
5

LA CORRIENTE ELÉCTRICA



El movimiento de partículas cargadas • La intensidad eléctrica • Las pilas y el potencial eléctrico • La potencia eléctrica y el consumo eléctrico • Los componentes de los circuitos eléctricos • La descripción matemática de los circuitos • Circuitos en serie y en paralelo • La generación de calor con la electricidad • La electricidad en la vida cotidiana.



INICIAR SESIÓN

EL UNIVERSO ESTÁ FORMADO POR PARTÍCULAS QUE INTERACTÚAN ELÉCTRICAMENTE. ESAS INTERACCIONES SON LAS RESPONSABLES DE LOS CAMBIOS QUE OCURREN EN LA MATERIA, DE SU TRANSFORMACIÓN. LA MATERIA FORMA CIRCUITOS ELÉCTRICOS COMPLEJOS Y, PARA ENTENDERLOS, ES NECESARIO COMPRENDER LOS CIRCUITOS SIMPLES, INCLUYENDO SUS CARACTERÍSTICAS Y SU USO EN LA VIDA COTIDIANA.

BLOQUE



ACTIVIDADES

1. ¿Cómo consideran que la electricidad interviene en la conformación de la materia? Describan ejemplos en los cuales creen que los fenómenos eléctricos están presentes.
2. ¿Qué elementos de la vida cotidiana creen que utilizan fenómenos eléctricos para su funcionamiento? Piensen en aquellos que no se encuentran conectados a la red eléctrica.
3. Considerando sus respuestas a las preguntas anteriores, analicen los títulos y los temas de los capítulos 4 y 5, la imagen y el texto de esta página. Luego, escriban un párrafo en el que expresen lo que creen que estudiarán en este bloque. Resalten las palabras que consideren claves.

DEL “ELECTRÓN” DE TALES AL CARÁCTER ELÉCTRICO DE LA MATERIA

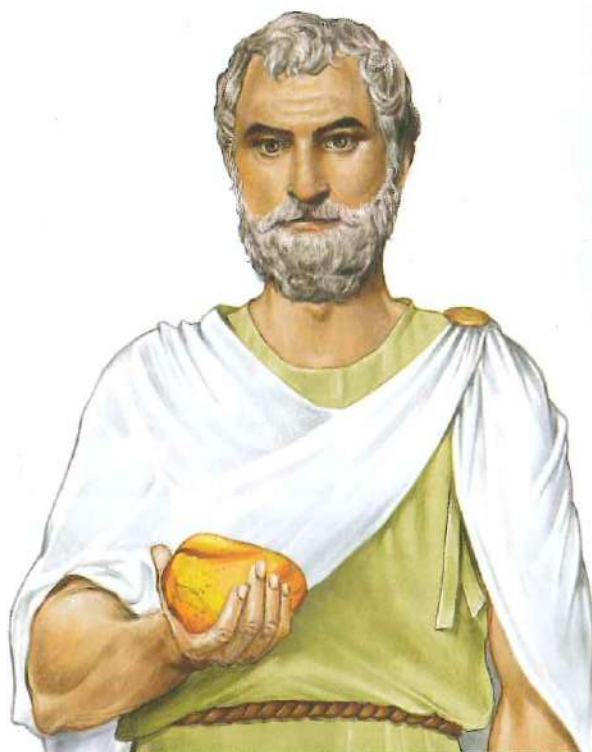
UNO DE LOS PRIMEROS Y MÁS AFAMADOS FILÓSOFOS NATURALES DE LA ANTIGUA GRECIA FUE TALES DE MILETO, QUE VIVIÓ EN EL SIGLO VI A. C. MILETO ERA UNA CIUDAD-ESTADO GRIEGA, UBICADA EN LAS COSTAS MEDITERRÁNEAS DE LA REGIÓN DE JONIA (EN LA ACTUAL TURQUÍA). TALES Y SUS DISCÍPULOS COMENZARON A PREGUNTARSE ACERCA DE QUÉ ERA EL MUNDO Y CÓMO ESTABA CONSTITUIDO Y ORGANIZADO, CUÁLES ERAN SUS COMPONENTES MÁS ELEMENTALES. LA NATURALEZA COMENZÓ A SER ESTUDIADA POR ESTOS FILÓSOFOS, BUSCANDO CAUSAS NATURALES PARA LOS FENÓMENOS NATURALES. ASÍ, SE PASÓ DEL “MITO AL LOGOS”, DE LA EXPLICACIÓN MÍTICA Y SOBRENATURAL A LA EXPLICACIÓN NATURAL DE LAS COSAS.

En los intentos de búsqueda de explicaciones naturales, por ejemplo, Tales consideraba que el mundo era un cilindro chato, un disco que flotaba sobre un océano de agua, sustancia dotada de vitalidad y originaria de todas las cosas. Cuando las aguas del océano se agitaban naturalmente, el disco (la Tierra) también se sacudía y así ocurrían los terremotos. Esta explicación de un fenómeno natural como el terremoto intentaba reemplazar la explicación mitológica griega que aseguraba que la tierra temblaba cuando Poseidón, el dios del mar, sacudía con su tridente las aguas y hacía tambalear al titán Atlas o Atlante, quien sostenía sobre sus espaldas al cielo para mantenerlo separado de la tierra. Se podría decir que ambas explicaciones, la natural de Tales y la sobrenatural de la mitología griega, eran meras especulaciones. Sin embargo, el intento de Tales de quitar a los dioses de las explicaciones de la naturaleza y sus fenómenos, dio lugar al nacimiento de la ciencia en Occidente hacia el siglo VI a. C. La ciencia actual genera y emplea permanentemente modelos para explicar los fenómenos que ocurren en el universo.

En época de Tales aún no se distinguía claramente la diferencia entre seres vivos y objetos inertes, debido a la falta de una definición adecuada de vida. La capacidad de los seres vivos (de los animales, principalmente) de moverse, de estar “animados” (por poseer ánima o alma), era un signo de que estaban vivos. Esto llevó a Tales a considerar que la piedra-imán (la magnetita) tenía vida porque era capaz de atraer los objetos ferrosos.

Los antiguos griegos ya tenían conocimiento de que el ámbar (una piedra constituida por resina de pinos fosilizada) tiene la propiedad de atraer pequeños objetos cuando se lo frotaba reiteradas veces con un paño.

La tradición cuenta que este descubrimiento fue debido a los experimentos de Tales de Mileto, quien descubrió por casualidad que frotando un trozo de ámbar contra sus ropas (de lana) conseguía que al acercarlo a su piel se erizaran sus vellos, atraídos por el ámbar. Lo mismo ocurría con las plumas pequeñas o con el aserrín de madera. Este fenómeno, además del rayo durante las tormentas eléctricas, fue una de las primeras experiencias conocidas sobre los fenómenos eléctricos. Tanto las palabras eléctrico como electricidad derivan del latín “*electrum*”, que a su vez proviene de la palabra griega “*elektrón*”, que significa *ámbar*.



Representación de Tales de Mileto con un trozo de ámbar.

El uso actual del término *eléctrico* fue introducido por el físico inglés William Gilbert, quien en su libro *De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure* (Sobre los imanes, los cuerpos magnéticos y el gran imán terrestre), escrito en latín en 1600, acuñó el término "*electricus*" para denominar a la propiedad de un objeto de atraer otros objetos pequeños luego de ser frotado vigorosamente.

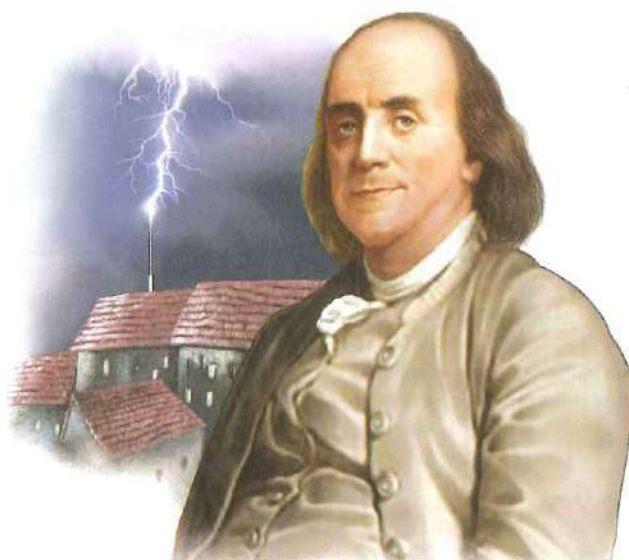
A principios del siglo XVIII, varios naturalistas se ocuparon de los fenómenos eléctricos que resultaban de frotar distintos materiales. Cuando el físico francés Charles François de Cisternay du Fay frotó con un paño de seda una barra de vidrio, vio que se obtenía un tipo de electricidad friccional; luego, si hacía lo mismo con una segunda barra de vidrio, al intentar unirlos, se rechazaban. Pero también ocurría lo mismo cuando se empleaban barras de resina frotadas sobre una piel. Finalmente, du Fay publicó en 1734 que la electricidad estaba constituida por dos "fluidos eléctricos", el "vítreo" y el "resinoso", que se separaban por fricción y al unirlos, se neutralizaban mutuamente.

Una década más tarde, Benjamin Franklin, el inventor del pararrayos, formuló su teoría de que no había dos tipos diferentes de fluidos eléctricos sino solo uno sometido a presiones diferentes, y que cada cuerpo quedaba cargado con cargas diferentes, a las que denominó cargas "positiva" y "negativa". Para Franklin, la barra de vidrio electrificado había adquirido un exceso de fluido eléctrico (carga), y llamó a este estado positivo. Al estado en que quedó la tela de seda con la que frotó el vidrio lo llamó negativo, pues consideraba que había tenido una

deficiencia de fluido eléctrico. Esta terminología creada por Franklin es la que se utiliza actualmente, aunque no se acepten las teorías que le dieron origen.

Resumiendo, podemos decir que existen en la naturaleza dos tipos de cargas eléctricas: positiva y negativa. También sabemos, a partir de la experimentación, que dos cargas eléctricas del mismo tipo (negativa-negativa o positiva-positiva) se repelen, y dos de tipos distintos (positiva-negativa) se atraen.

Fue en el año 1785 cuando el físico e ingeniero militar francés Charles Auguste Coulomb (1736-1806) pudo medir con bastante precisión las características de las fuerzas que aparecen cuando interactúan diferentes partículas cargadas eléctricamente.



Benjamin Franklin.

PARA CHARLAR Y DEBATIR

Por supuesto que la historia de los estudios acerca de la naturaleza eléctrica de la materia continuó más allá del siglo XVIII, incluso cada vez con mayor profundidad y dedicación. Pero en este momento nos interesa detenernos para reflexionar acerca de la actividad de los investigadores y cómo van construyendo sus explicaciones científicas. Tanto du Fay como Franklin estudiaron el mismo fenómeno, pero lo interpretaron de modos diferentes, y cada uno generó un modelo explicativo distinto, que cómo se verá, son también

diferentes de los modelos científicos que en la actualidad aceptan los investigadores y... quizás nuestros modelos sean distintos a los que conciben y manejen los científicos de futuras generaciones. Estos cambios de modelos, en lugar de representar una desventaja, constituyen el rasgo de la fortaleza del conocimiento científico, que puede admitir errores para corregirlos a medida que las explicaciones (provisorias) dejan de corresponderse con los hechos de la realidad.

LOS ÁTOMOS Y LA ELECTRICIDAD

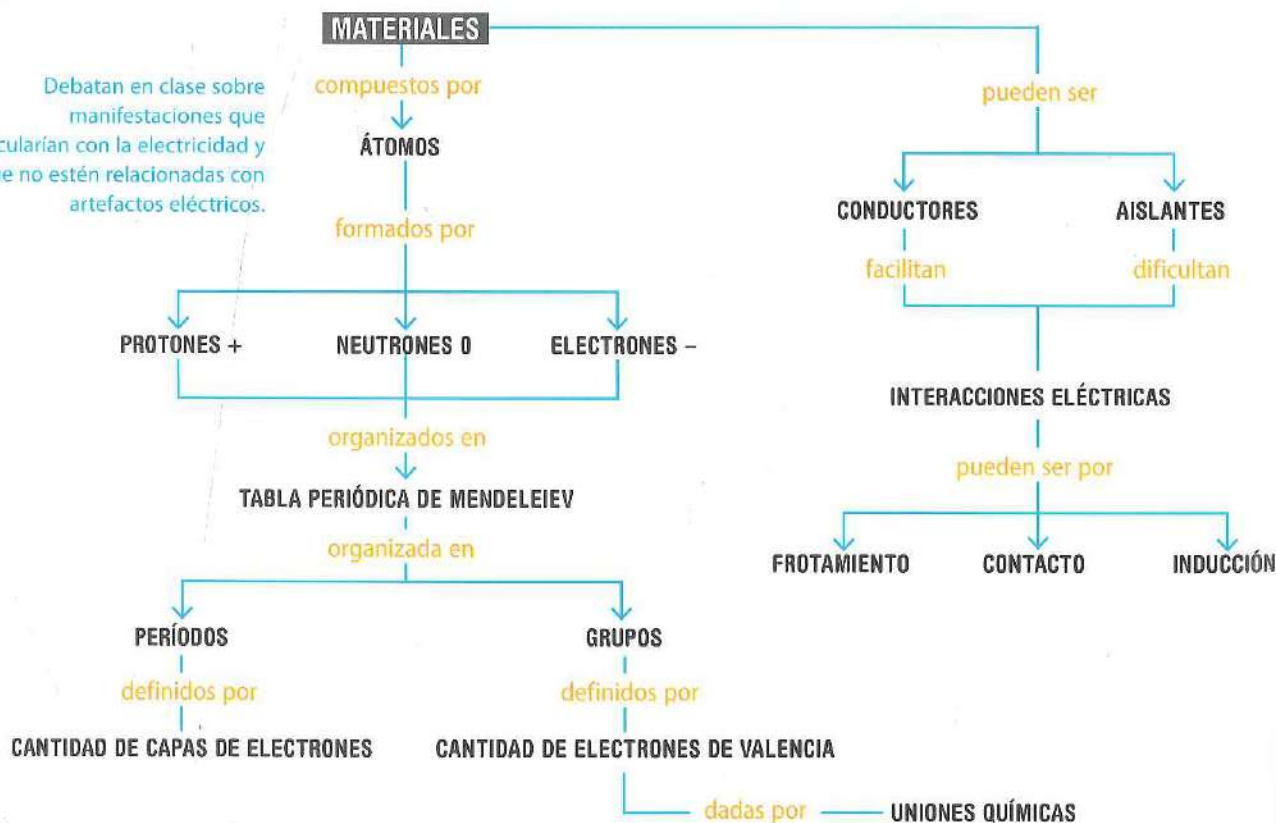
PENSAR QUE LOS ANIMALES, LAS PLANTAS, EL AIRE, EL AGUA, O EN OTRO ORDEN, UNA MESA O UN MARTILLO NO SON MÁS QUE ESTRUCTURAS FORMADAS POR COMBINACIONES DE APENAS UN CENTENAR DE ELEMENTOS PRIMARIOS, RESULTA INQUIETANTE. Y MUCHO MÁS SI SE TIENE EN CUENTA QUE CADA COSA ES LO QUE ES COMO CONSECUENCIA DE ATRACCIONES Y REPULSIONES ELÉCTRICAS ENTRE MILLONES DE PARTÍCULAS.

ELECTRICIDAD EN TODAS PARTES

Los átomos se combinan formando elementos químicos y moléculas; así conforman el componente principal de todos los cuerpos: la **materia**. Esta adquiere diferentes formas y puede sufrir cambios. Las características que tenga dependerán de sus propiedades que, a su vez, estarán definidas por una enorme cantidad de interacciones eléctricas.

La electricidad es la responsable de delimitar el espacio entre las formas variadas que adopta la materia, y es lo que mantiene la cohesión de las partículas que conforman todo lo que existe. Aunque no siempre podamos verla o sentirla, la electricidad está aquí, allá y en todas partes.

Debatan en clase sobre manifestaciones que vincularían con la electricidad y que no estén relacionadas con artefactos eléctricos.



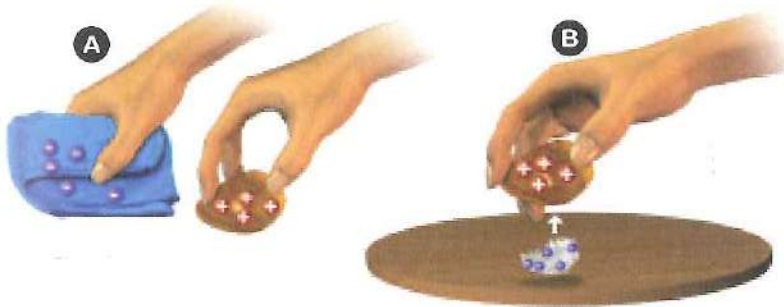
UN POCO DE HISTORIA: PRIMEROS ESTUDIOS SOBRE LA ELECTRICIDAD

Todo lo relacionado con el átomo y sus aplicaciones científicas nos parece una novedad: su fisión y desintegración, su uso en las centrales eléctricas, las tristemente célebres bombas nucleares y su aprovechamiento en sistemas de diagnóstico y tratamientos médicos. Sin embargo, las nociones y observaciones en torno a los átomos y a la electricidad son de las más antiguas en la historia del pensamiento humano.

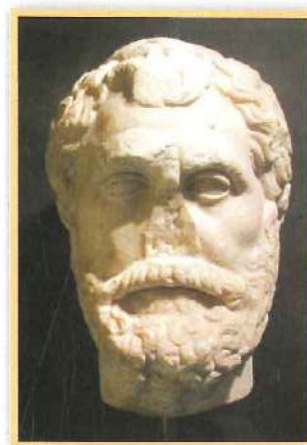
Ya en el siglo VII a. C., el filósofo Tales de Mileto observó que un trozo de ámbar frotado con un paño podía atraer pequeños objetos. En la actualidad, sabemos que este hecho se vincula con propiedades físicas de las partículas: la **carga eléctrica**, y que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión. Se trata, en definitiva, de un fenómeno eléctrico, término que fue acuñado mucho después, en el siglo XVI, por el científico inglés William Gilbert (1544-1603), y que deriva del griego *elektron*, que significa ámbar.



Trabajo práctico 4,
páginas 192 y 193.



Reconstrucción de la experiencia de Tales de Mileto. Al ser frotados, el ámbar le pasa cargas negativas al paño (A). Entonces, el ámbar queda cargado positivamente y atrae otros objetos con carga negativa (B). ¿Qué otros materiales se les ocurre que, al frotarlos, pueden atraer objetos?

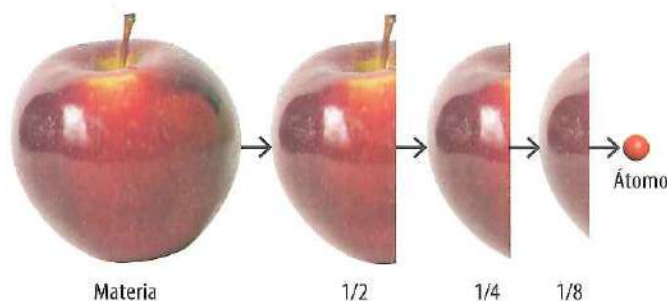


Escultura del rostro de Tales de Mileto, realizada en la Antigua Roma.

Hace casi veinticinco siglos se propuso la idea de que la materia estaba formada por partículas pequeñas e indivisibles. La primera referencia es con un filósofo de la Antigua Grecia, Demócrito, o mejor dicho, Demócrito y su maestro Leucipo, aunque no hay pruebas de que su maestro haya existido realmente; lo cierto es que en las obras de Demócrito consta que el descubrimiento de esas partículas invisibles para el ojo humano fue producto del trabajo de ambos. Ellos nombraron a esas partículas como **átomos** (que significa "que no se puede dividir"), y sostuvieron que a partir de sus distintas propiedades y combinaciones era posible la existencia de cuerpos de diferentes características.

Estas ideas fueron rechazadas por sus pares y, aunque la ciencia, posteriormente, haya demostrado que los átomos sí pueden dividirse y que no son exactamente como los describieron Leucipo y Demócrito, es innegable la trascendencia del pensamiento de estos filósofos, ya que permitió sentar las bases de posteriores descubrimientos.

Con el tiempo, las observaciones de Tales y las de Demócrito y Leucipo se combinaron en una afirmación que es irrefutable: *el origen de la electricidad está en los átomos*.



Demócrito sostuvo que si se divide un objeto, como una manzana, en partes cada vez más pequeñas, llegará un momento en que se obtendrán sus átomos, y estos ya no pueden dividirse. Hoy sabemos que sí son divisibles. ¿Creen que esto le resta importancia a su obra y a sus ideas?

MATERIA

está compuesta por

SUSTANCIAS

que pueden ser

COMPUESTOS QUÍMICOS

ELEMENTOS

PUEDEN
SEPARARSE EN
SUSTANCIAS MÁS
SENCILLAS

NO PUEDEN
SEPARARSE EN
SUSTANCIAS MÁS
SENCILLAS

Ej. agua,
dióxido
de carbono

Ej. oxígeno,
plata

DALTON Y SU REPRESENTACIÓN ATÓMICA

Aunque la idea de Demócrito de que la materia estaba compuesta por átomos contiguos fue criticada por la mayoría de los filósofos de su tiempo, también supo cosechar seguidores, pero solo después de 1.900 años, la existencia de los átomos fue aceptada unánimemente por los científicos.

En 1600, ya se sabía que existían sustancias que podían separarse en otras más sencillas y otras que no podían descomponerse. A las primeras se las llamó **compuestos químicos**, como el agua o el dióxido de carbono. A las segundas se las denominó **elementos**, como el oxígeno, el hierro o la plata.

Mucho después, en 1808, el químico inglés John Dalton formuló la primera teoría atómica moderna. En sus postulados sostenía lo siguiente:

- La materia está formada por partículas muy pequeñas llamadas átomos.
- Los átomos de un elemento son idénticos entre sí y no se pueden dividir.
- Hay tantos tipos de átomos como de elementos.
- Los compuestos se forman por la unión de átomos de distintos elementos.
- Según la proporción en la que se combinen, los átomos de elementos diferentes pueden formar más de un compuesto.
- En las reacciones químicas, los átomos no se crean ni se destruyen, se reordenan.

REPRESENTACIONES DE DALTON



Hidrógeno



Azufre



Carbono



Potasa



Nitrógeno



Hierro



Oxígeno



Mercurio



Fósforo



Plomo



Agua



Ácido carbónico



Óxido de nitrógeno (I)



Amoníaco



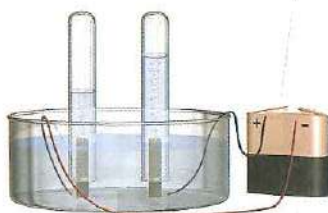
Metano

Átomos de los elementos

Compuestos químicos

Dalton desarrolló una serie de símbolos gráficos para representar los elementos químicos.

Actualmente, los símbolos de los elementos son letras: O = oxígeno; Ag = plata, etcétera.



En su experimento, Carlisle infirió que la fuerza de unión entre átomos era eléctrica. ¿Por qué creen que llegó a esa conclusión?

UN MÉTODO PARA DESUNIR LOS ÁTOMOS

La teoría de Dalton no explicaba por qué los átomos permanecían unidos o se separaban para formar diferentes compuestos. La respuesta a este interrogante la encontró, en esa misma época y de casualidad, Anthony Carlisle, un médico inglés que mientras experimentaba con la construcción de una pila hizo circular corriente eléctrica entre dos chapas sumergidas en agua con sales disueltas. Observó, entonces, que en una de esas chapas se liberaba oxígeno y, en la otra, hidrógeno. Es decir, había logrado la disociación de estos gases que, unidos, formaban el agua. Sin querer, Carlisle había dado con la **electrólisis**, un método que permite la separación de los elementos que integran un compuesto a través de la electricidad. En el caso de su experiencia con el agua, esta disociación dio lugar a los gases oxígeno e hidrógeno. Muchos elementos, como el aluminio, el oxígeno y el hidrógeno se obtienen industrialmente mediante la electrólisis.

EL MODELO ATÓMICO DE THOMSON

A pesar de que una parte de la comunidad científica adhería a la teoría atómica propuesta por Dalton, hacia 1900 algunos investigadores seguían preguntándose si los átomos existían o no, cuál era su estructura y cómo intervenía la electricidad en su conformación. Las primeras respuestas llegaron de la mano del físico inglés Joseph John Thomson (1856-1940), quien en 1904 propuso un modelo atómico, es decir, una representación de la estructura del átomo, que explicaba su funcionamiento vinculándolo, por primera vez, con la electricidad.

Siete años antes de presentar ese modelo atómico, Thomson utilizó información aportada por las investigaciones de William Crookes, quien estudió el paso de la electricidad en gases en un dispositivo llamado **tubo de Crookes**: un tubo de vidrio del cual se extraía casi todo el aire y en cuyos extremos se colocaban dos placas metálicas que, al ser conectadas a una fuente de alta tensión eléctrica, generaban un haz luminoso que recorría el tubo. Crookes había descubierto que el haz partía desde una placa hacia la otra en línea recta y siempre en la misma dirección. Pero a la vez observó que era posible cambiar esa trayectoria si se le acercaba al haz luminoso un cuerpo cargado eléctricamente.

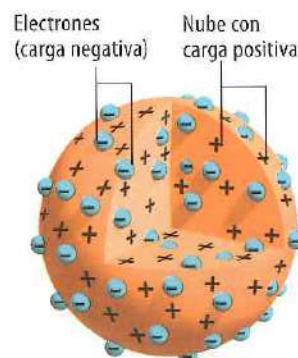
EL DESCUBRIMIENTO DEL ELECTRÓN

Thomson pensaba que los rayos del tubo no podían ser luz, dado que la luz no se desviaba por la presencia de cuerpos cercanos cargados eléctricamente. De ello dedujo que estaban constituidos por pequeñas partículas con carga eléctrica negativa, a las cuales llamó **electrones**. De ese modo, podía explicar por qué, ante la presencia de un elemento cargado positivamente, el haz cambiaba su recorrido recto desviándose en dirección a ese elemento.

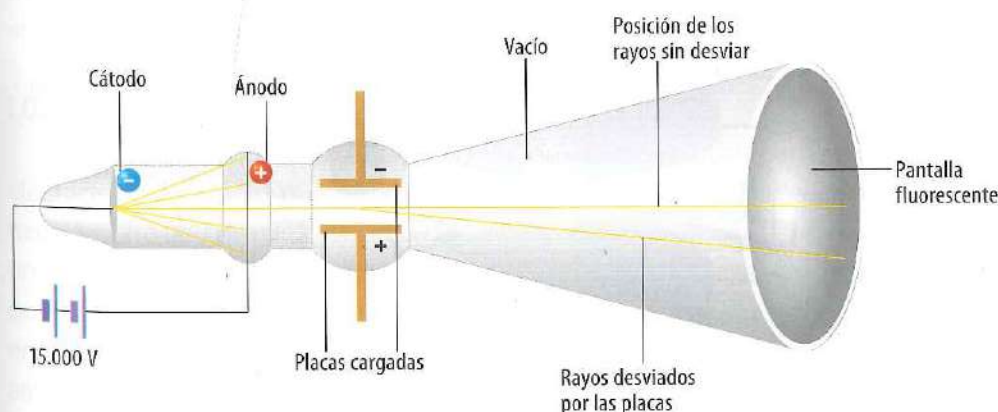
Debido a que en diferentes experimentos se había demostrado que los átomos de conjunto tenían carga neutra, Thomson sostuvo que además de contener a estas partículas con carga negativa, en su estructura debía poseer igual cantidad de carga positiva que la compensara. Así fue que a partir de comprobar la existencia del electrón, Thomson propuso un modelo atómico que suponía la existencia de una nube con carga positiva, en la cual se ubicaban los electrones con carga negativa en igual proporción, distribuidos uniformemente, lo que hacía a los átomos eléctricamente neutros.



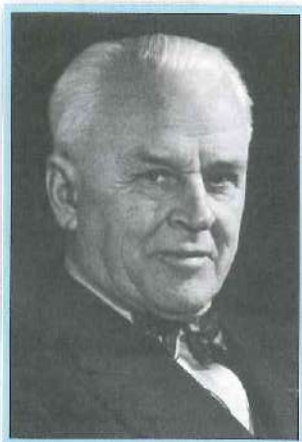
Joseph John Thomson.



Al modelo de Thomson se lo llama **modelo del budín con pasas**, ya que la distribución de los electrones en el átomo se asemeja a la de las pasas en la masa.



Circuito cerrado con paso de corriente eléctrica y traspaso de rayos desde el cátodo al ánodo. El rayo viaja en línea recta y es desviado por una placa con carga positiva. Expliquen el motivo de esta desviación y por qué este fenómeno le permitió a Thomson explicar la existencia de los electrones.



Robert Millikan ganó el Premio Nobel de Física en 1923 por su trabajo acerca del valor de la carga del electrón. ¿Qué importancia tiene este descubrimiento en la física contemporánea?

LOS COMPONENTES DEL ÁTOMO

A principios del siglo XX, era un hecho para los científicos que los átomos estaban constituidos en parte por partículas con carga eléctrica negativa, pero aún era una incógnita el valor de esa carga. Dar con ese dato permitiría conocer el valor mínimo de carga eléctrica o, en otras palabras, la cantidad más elemental de carga.

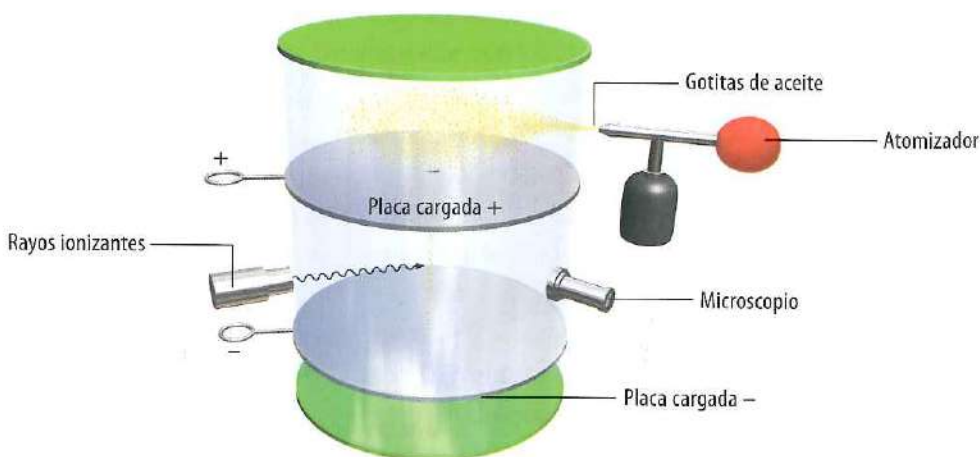
LA CARGA ELEMENTAL

Fue el físico norteamericano Robert Millikan (1868-1953) quien en 1909 pudo responder experimentalmente a ese interrogante. Él pensó que, en un aerosol, las gotitas de líquido se dispersan al atravesar un pequeño orificio y que, al rozar contra las paredes del agujero de salida, tal como sucede cuando se frota con un paño el ámbar, podrían adquirir carga eléctrica. La carga adquirida se repartiría entre tantas gotas de líquido, que cada una de las gotas debería tener una carga muy pequeña.

El dispositivo usado por Millikan para realizar su experimento estaba compuesto por dos placas de metal conectadas a una fuente de radiación ionizante: una de ellas tenía carga positiva y la otra, carga negativa. En el espacio entre las placas, Millikan rociaba un aerosol de gotitas de aceite, y mediante un microscopio seleccionaba una para observarla.

La cantidad de carga que debía colocar en las placas para hacer que la gotita cargada venciera la gravedad daba a Millikan una idea sobre la cantidad de carga que tenía la gota. A más carga en la gota, más intensas serían las fuerzas que las placas ejercían sobre ella, y menor la cantidad de carga que tendría que poner en las placas para sostenerlas. Al medir la cantidad de carga en las placas y el peso de la gota, Millikan pudo deducir el valor de la carga eléctrica de la gota. Luego de determinar la carga de muchísimas gotitas, descubrió que todas tenían como carga un múltiplo de un valor muy pequeño, definido como una **carga elemental**. Ese valor correspondía a la carga de un electrón. Además, calculó la masa de esta partícula, que dio como resultado un valor casi dos mil veces menor que la masa del átomo más liviano: el hidrógeno. Ya no era posible pensar que los átomos eran indivisibles; el electrón era una parte del átomo, una **partícula subatómica**.

DISPOSITIVO DE LA EXPERIENCIA DE MILLIKAN

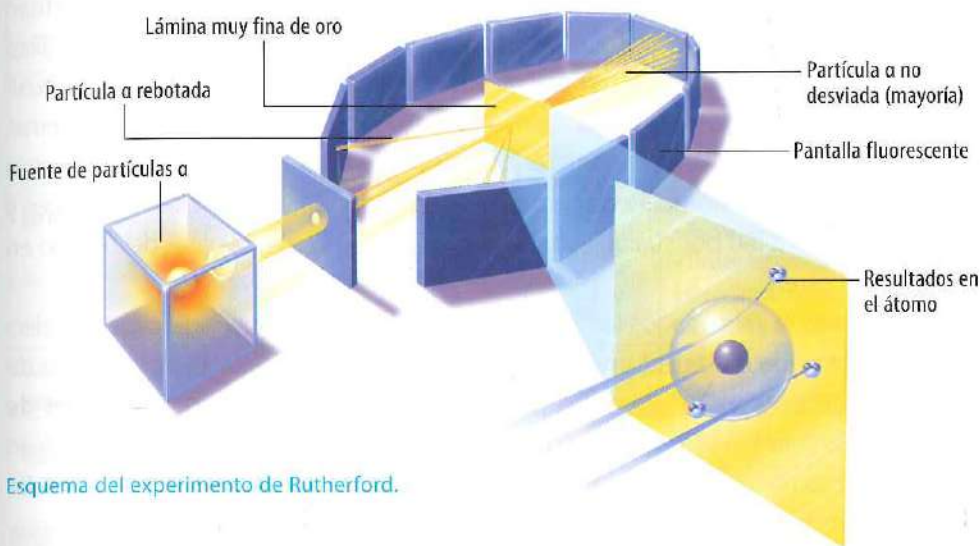


ACTIVIDADES

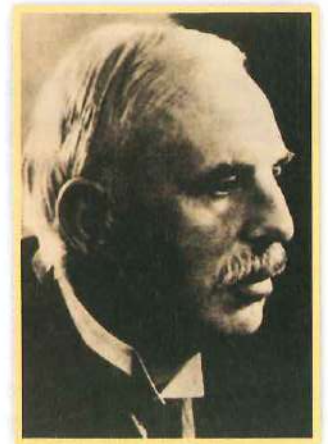
1. Definan con sus palabras las nociones de carga elemental y de partícula subatómica.
2. ¿Por qué el modelo atómico de Thomson fue rápidamente olvidado?

EL MODELO ATÓMICO DE RUTHERFORD

La teoría de Thomson fue rápidamente descartada ya que, en 1911, el físico neozelandés Ernest Rutherford (1871-1937) propuso un nuevo modelo de átomo. Rutherford buscaba comprobar si la distribución de la carga eléctrica en los átomos era uniforme como proponía Thomson. Entonces, bombardeó una delgada lámina de oro con partículas generadas por materiales radiactivos, llamadas **partículas alfa**. Supuso que si las cargas estaban distribuidas uniformemente, las partículas atravesarían la lámina sin desviarse. Sin embargo, observó que si bien la mayoría de las partículas alfa atravesaban la lámina en línea recta, algunas se desviaban levemente y otras rebotaban en la lámina.



Esquema del experimento de Rutherford.

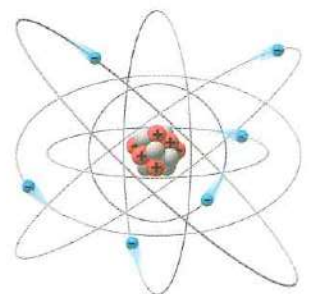


Ernest Rutherford.

Rutherford pensó que esto podía explicarse por la presencia de concentraciones de carga positiva, lo que contradecía el modelo de Thomson. Dedujo que la masa del átomo se concentraba en una región pequeña, que llamó **núcleo**; y los electrones, mucho más livianos, giraban en órbitas a su alrededor por la atracción eléctrica que este ejercía sobre ellos. Rutherford estimó el diámetro del núcleo atómico en unos 10^{-14} m, unas 10.000 veces menor que el de la órbita de sus electrones (10^{-10} m): si comparamos el núcleo con una pelotita de ping pong, el átomo sería como un estadio de fútbol. Pero en el núcleo se halla el 99,9% de la masa del átomo, por lo que en la mayor parte del átomo no hay materia. Como diría el astrofísico estadounidense Carl Sagan, en su obra *Cosmos: Los átomos son, en su mayor parte, espacio vacío. La materia se compone principalmente de nada...*

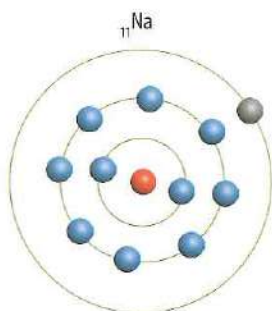
LOS PROTONES Y LOS NEUTRONES

Rutherford dedujo que en el núcleo de los átomos existían partículas con carga eléctrica positiva, a las que llamó **protones**. En 1932, James Chadwick descubrió el **neutrón**, otro tipo de partícula del núcleo atómico. Estos hallazgos permitieron construir un nuevo modelo atómico, según el cual el átomo tiene un núcleo con protones (carga positiva) y neutrones (sin carga), alrededor del cual los electrones (carga negativa) giran en diferentes órbitas. A partir de esta estructura básica, se desarrollaron otros modelos atómicos, como el sostenido en la actualidad, mucho más complejos.

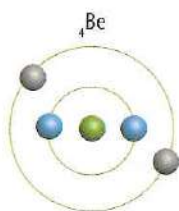


Modelo atómico de Rutherford posterior al descubrimiento de Chadwick, que incluye a los neutrones.

LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS



El átomo de sodio (Na) posee 11 electrones que giran en tres capas. En la última capa gira solo un electrón. ¿En qué período y en qué columna se ubica?



El átomo de berilio (Be) posee 4 electrones que giran dos en una capa y dos en otra. ¿En qué período y en qué columna se ubica?

Con la información sobre los elementos y sus átomos, los científicos se abocaron a buscar un modo de ordenarlos y sistematizarlos. Fue el profesor de química Dimitri Mendeleiev quien, en esa búsqueda, llegó al esquema de filas y columnas que se conoce como **tabla periódica de los elementos químicos**, o **tabla de Mendeleiev**.

Un dato que permitió a Mendeleiev ordenar los elementos en la tabla fue el número atómico (Z), es decir, la cantidad de protones que poseen sus átomos: los ubicó según esa cifra de manera creciente de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

A su vez, los elementos están organizados en columnas o grupos verticales, que son familias de elementos con propiedades físicas parecidas, por lo que interactúan químicamente de modo similar. Así, en la tabla periódica se distinguen siete períodos (filas) y dieciocho grupos (columnas). Además, hay dos filas de catorce elementos que habitualmente quedan fuera de la tabla: los llamados "tierras raras" o "metales de transición externa".

Existe una tercera variable que ordena los elementos: la distribución de los electrones en torno al núcleo del átomo. Recordemos que alrededor del núcleo giran electrones y protones, pero no giran por cualquier lado, sino que pasan la mayor parte del tiempo en determinadas capas.

En una fila de la Tabla, todos los átomos tienen el mismo número de capas de electrones. En tanto que en las columnas o grupos, el orden está dado por el número de electrones que poseen las últimas capas. Esos electrones se llaman **electrones de valencia**. En la primera columna están los elementos que poseen un solo electrón en las capas más externas; en la segunda columna, los que tienen dos electrones en las capas más externas; en la tercera, tres; y así sucesivamente hasta llegar al último casillero. Los átomos del último grupo tienen las capas más externas llenas de electrones.

	Grupo (columna)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
6	x																	
7	x																	

Se intercalan en esta ubicación

Última capa completamente llena (gases nobles)

Estructura de la Tabla periódica y distribución de electrones. Al avanzar en una fila de izquierda a derecha, se agregan electrones de a uno en la capa de más energía. En la última columna a la derecha de la tabla están los gases nobles, cuyos átomos tienen la capa más externa llena de electrones.

LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Los elementos pueden clasificarse en **metales**, **no metales** y **gases nobles**.

Tipo de elemento	Ubicación en la tabla	Propiedades
Metales	Reactivos	Elementos de los dos primeros dos grupos (excepto el H). Son los metales más reactivos, en general.
	De transición	Ubicados entre los grupos 3 y 12 de la tabla, son elementos muy estables y no reaccionan fácilmente con otros. Incluyen a las tierras raras.
	Otros metales	Incluyen a los metaloides o semimetales (grupos 13, 14, 15 y 16). Algunos de estos tienen propiedades de no metal en ciertas circunstancias (semimetales B, Si, Ge, As, Sb, Te).
No metales	Tienen características opuestas a los metales. Algunos de ellos forman sólidos blandos, como el fósforo, el selenio y el carbono. Los semimetales podrían incluirse también en este grupo, ya que pueden tener un comportamiento metálico.	<ul style="list-style-type: none"> • Buenos conductores de la electricidad y el calor. • Resistentes y duros y de elevada densidad. • Brillantes cuando se frota o al corte. • Maleables, se convierten con facilidad en láminas muy delgadas. • Dúctiles, se deforman con facilidad. • Tienen altas temperaturas de fusión y de ebullición. • Algunos son atraídos por los imanes. <p>Excepciones: el mercurio es un metal líquido a temperatura ambiente. El sodio es metal blando y de baja densidad. Los metaloides, sólidos a temperatura ambiente, según la circunstancia, se comportan como no metales.</p>
Gases nobles o gases inertes	Los elementos de la última columna a la derecha (grupo 18).	<ul style="list-style-type: none"> • Malos conductores de la electricidad y del calor. • Son frágiles (poco resistentes) y se desgastan con facilidad. • No reflejan la luz como los metales. • Tienen baja densidad. • No son atraídos por los imanes. • Tienen tendencia a formar iones negativos. <p>Excepciones: el carbono (no metal), forma estructuras de gran dureza como el diamante y el grafito, que también conduce la electricidad.</p>
Hidrógeno	Primera columna y primera fila.	En condiciones normales son inertes, prácticamente no reaccionan con ningún elemento ni forman iones.

1
H
Hidrógeno

3
Li
Litio

4
Be
Berilio

11
Na
Sodio

12
Mg
Magnesio

19
K
Potasio

20
Ca
Calcio

21
Sc
Escandio

37
Rb
Rubidio

38
Sr
Estroncio

39
Y
Ytrio

55
Cs
Cesio

56
Ba
Bario

57
La
Lantano

87
Fr
Francio

88
Ra
Radio

89
Ac
Actinio

1
H
Hidrógeno

22
Ti
Titanio

23
V
Vanadio

24
Cr
Cromo

25
Mn
Manganeso

26
Fe
Hierro

27
Co
Cobalto

28
Ni
Níquel

29
Cu
Cobre

30
Zn
Zinc

31
Ga
Galio

32
Ge
Germanio

33
As
Arsénico

34
Se
Selenio

35
Br
Bromo

36
Kr
Criptón

40
Zr
Zirconio

41
Nb
Niobio

42
Mo
Molibdeno

43
Tc
Tecnecio

44
Ru
Rutenio

45
Rh
Rodio

46
Pd
Paladio

47
Ag
Plata

48
Cd
Cadmio

49
In
Indio

50
Sn
Estanho

51
Sb
Antimonio

52
Te
Telurio

53
I
Yodo

54
Xe
Xenón

72
Hf
Hafnio

73
Ta
Tântalo

74
W
Volfrâmio

75
Re
Renio

76
Os
Osmio

77
Ir
Iridio

78
Pt
Platina

79
Au
Ouro

80
Hg
Mercúrio

81
Tl
Talio

82
Pb
Chumbo

83
Bi
Bismuto

84
Po
Polônio

85
At
Astato

86
Rn
Radônio

104
Rf
Rutherfordio

105
Db
Dubnio

106
Sg
Seaborgio

107
Bh
Bohrio

108
Hs
Hassio

109
Mt
Meitnerio

110
Uun
Ununnilio

111
Uuu
Unununio

112
Uub
Ununbílio

113
Uut
Ununtrio

114
Uuq
Ununquádruplo

115
Uup
Ununpentio

116
Uuh
Ununhexio

117
Uus
Ununseptio

118
Uuo
Ununoctio

58
Ce
Cério

59
Pr
Praseodímio

60
Nd
Neodímio

61
Pm
Prometio

62
Sm
Samaritio

63
Eu
Europio

64
Gd
Gadolínio

65
Tb
Terbio

66
Dy
Disprósio

67
Ho
Hólmio

68
Er
Erbio

69
Tm
Terbólio

70
Yb
Íterbio

71
Lu
Lúteo

90
Th
Tório

91
Pa
Protactínio

92
U
Uranio

93
Np
Neptúnio

94
Pu
Plutónio

95
Am
Americio

96
Cm
Cúrio

97
Bk
Berkelio

98
Cf
Califórnia

99
Es
Einsteinio

100
Fm
Fermio

101
Md
Mendelevio

102
No
Nobelio

103
Lr
Lawrencio

12
He
Helio

5
B
Boro

6
C
Carbono

7
N
Nitrógeno

8
O
Oxigênio

9
F
Flúor

10
Ne
Neônio

13
Al
Alumínio

14
Si
Silício

15
P
Fósforo

16
S
Enxofre

17
Cl
Cloro

18
Ar
Argônio

Elementos metálicos

Elementos no metálicos

Elementos semimetálicos

Tabla periódica moderna.



Símbolo de la composición del átomo.

LA COMPOSICIÓN ATÓMICA

Hacia 1900 se sabía que los átomos poseían igual cantidad de protones que de electrones; por lo tanto, eran eléctricamente neutros, y que el núcleo estaba compuesto por protones y neutrones. Poco tiempo después, fue posible determinar con cierta precisión la cantidad de componentes de los átomos y su masa.

EL NÚMERO ATÓMICO

Se denominó **número atómico** al total de protones que tiene un átomo. Ese número, que se representa con la letra **Z**, permite identificar el átomo, es decir que conociéndolo es posible saber a qué elemento pertenece el átomo. Por ejemplo, el número atómico de un átomo de magnesio (Mg) es 12, lo que indica que posee 12 protones y, por lo tanto, 12 electrones. En tanto un átomo de uranio (U) posee 92 protones y 92 electrones, por lo que $Z = 92$. El número atómico se representa como un subíndice a la izquierda del símbolo del elemento. Así, para los ejemplos anteriores sería ${}_{12}\text{Mg}$ y ${}_{92}\text{U}$.

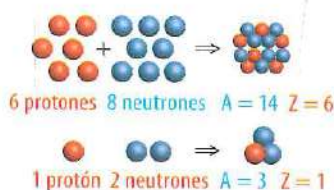
NÚMERO MÁSICO

Otra cifra que permite identificar a los átomos es su **número másico**, que es la suma del número de protones y neutrones; es decir, indica la totalidad de elementos que posee el núcleo atómico. Si el átomo es neutro, será una cifra mayor que Z. El número másico se representa con una **A** y se indica como superíndice a la izquierda del símbolo del elemento.

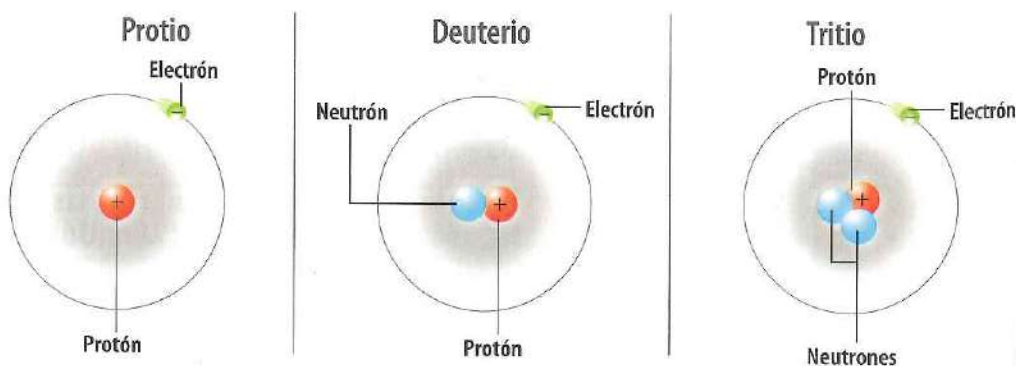
Si se conoce el número atómico y el número másico, es posible calcular la cantidad de neutrones que posee el átomo mediante una simple resta: $A - Z$. Por ejemplo, el núcleo de un átomo del elemento sodio (Na) posee 11 protones ($Z = 11$) y, por lo tanto, 11 electrones. Además, en su núcleo contiene un total de 23 partículas ($A = 23$), de las cuales 12 son neutrones ($23 - 11 = 12$). La notación para este elemento sería ${}^{23}_{11}\text{Na}$.

ISÓTOPOS

A diferencia de lo que sucede con el número atómico, que es siempre el mismo para átomos de un mismo elemento, el número másico puede variar. Cuando los átomos de un mismo elemento tienen distintos números másicos, es decir, poseen distinta cantidad de neutrones, se denominan **isótopos**. Todos los elementos tienen isótopos.



Composición de los núcleos de carbono 14 y de hidrógeno 3, también llamado tritio.



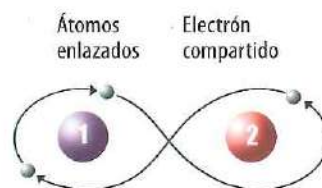
El hidrógeno posee tres isótopos naturales. Como se observa, se diferencian por la cantidad de neutrones que poseen en su núcleo. Averigüen cuántos isótopos tiene el helio y cuáles son sus números másicos.

LAS UNIONES QUÍMICAS

Las capas más externas de cada átomo son aquellas en las que giran los electrones con más energía. Esos electrones, es decir, los electrones de valencia, son los responsables de las **uniones** entre los átomos de un mismo elemento o, en el caso de los compuestos químicos, de distintos elementos. Estas uniones se logran a partir de fuerzas denominadas **enlaces químicos**. Según los elementos que se unen y las características del compuesto formado, los enlaces pueden ser iónicos, covalentes o metálicos.

ENLACE COVALENTE

En este tipo de enlace, uno o más pares de electrones son compartidos por dos átomos. Los electrones de esos átomos se reacomodan y terminan compartidos por ambos átomos, que quedan unidos. Se da, por lo general, entre elementos no metales. Es el enlace que une las moléculas de los seres vivos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y fósforo, entre otros. El gas hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno o el cloro están formados por moléculas de dos átomos iguales unidos en un **enlace covalente**.



En el enlace covalente, los átomos comparten electrones.

ENLACE IÓNICO

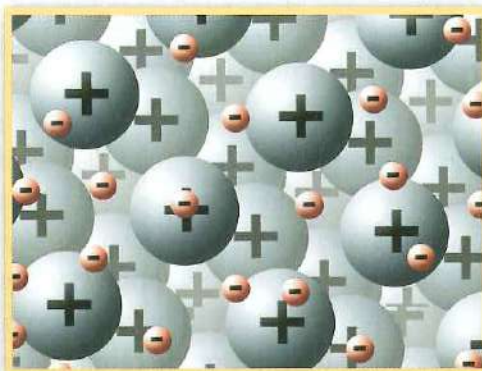
Un ion es un átomo que cede uno o varios electrones y está cargado negativamente (ion negativo, también llamado anión), o bien acepta uno o varios electrones y está cargado positivamente (ion positivo o catión). Algunos átomos son propensos a ceder electrones y otros a aceptarlos. Cuando se combina uno que tiende a cederlos (metales) con otro que tiende a aceptarlos (no metales), se produce un **enlace iónico**, en el que uno o más electrones pasan del primero al segundo. De ese proceso resultan dos iones con carga de signos opuestos, que se atraen por fuerza electrostática. Las sustancias que presentan enlace iónico forman cristales, son sólidas a temperatura ambiente y tienen puntos de fusión y de ebullición muy altos. Además, se disuelven en agua y son buenas conductoras de la electricidad, como la sal de mesa.



En el enlace iónico, un átomo cede electrones y el otro los recibe.

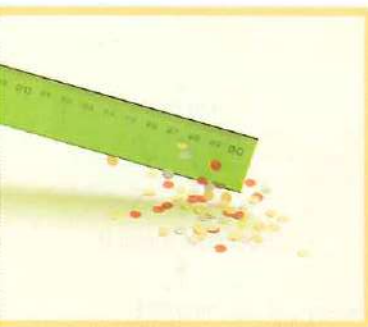
ENLACE METÁLICO

Los metales tienen pocos electrones en su última capa, y los pueden perder fácilmente, convirtiéndose en iones positivos que se ordenan en el espacio y forman una red. Los electrones disueltos forman una nube de electrones que puede desplazarse a través de toda la red. La fuerza de unión entre los átomos de un metal se debe a la atracción entre los iones positivos y los electrones que se mueven libremente. Esta facilidad de movimiento de los electrones posibilita la transmisión eléctrica y la conductividad del calor. El **enlace metálico** permite que los metales soporten altas temperaturas sin desintegrarse (pueden ser fundidos pero al enfriarse vuelven a conservar su composición original).



ACTIVIDADES

1. Entren al siguiente sitio: e-sm.com.ar/intertabla, donde encontrarán una tabla periódica interactiva. Busquen más información sobre un metal y un gas inerte a su elección.



La regla cargada eléctricamente atrae a los papelitos que están más cerca. Sin embargo, los más alejados no alcanzan a moverse. ¿Por qué?

LOS MATERIALES Y LA ELECTRICIDAD

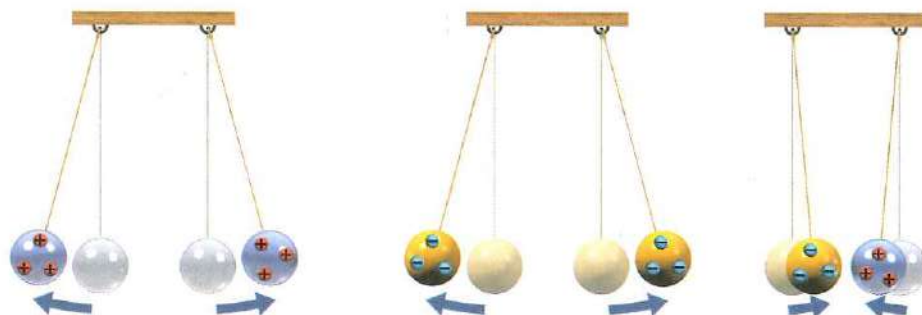
Analizar la composición de los átomos y los tipos de enlaces químicos supone atender cuestiones, como la carga eléctrica y los fenómenos de atracción y repulsión.

Hemos visto que la carga eléctrica es inherente a la conformación de los átomos; entre los protones, con carga positiva, y los electrones, con carga negativa, existen fuerzas de atracción. Asimismo, entre los protones, por ser partículas de igual carga, existen fuerzas de repulsión que son anuladas por el neutrón. En tanto, los enlaces químicos son fenómenos que se producen por la atracción entre átomos con cargas opuestas.

FUERZA ELÉCTRICA

A grandes rasgos, en los casos anteriores se verifica el mismo fenómeno que observó Tales de Mileto en su experimento con el ámbar, al que electrizó frotándolo para luego atraer pequeñas partículas. Esa fuerza de atracción se llama **fuerza eléctrica** y, en el caso del ámbar, se produce porque el cuerpo ha adquirido carga eléctrica por frotamiento. Una vez cargado, atrae a las partículas que están a cierta distancia. Esto se debe a que la fuerza eléctrica puede actuar incluso cuando los cuerpos no están en contacto.

Dos materiales cargados eléctricamente pueden repelerse si ambos poseen el mismo tipo de carga, o atraerse si poseen carga de distinto tipo. Si uno de los dos o ambos cuerpos no están cargados, no actúa ninguna fuerza.



INTENSIDAD DE LA FUERZA ELÉCTRICA: LA LEY DE COULOMB

En 1785 Charles Coulomb logró establecer empíricamente (mediante experiencias) la intensidad de la fuerza (F) entre dos cuerpos con carga eléctrica (Q_1 y Q_2), separados una cierta distancia (d). Usando esferas cargadas eléctricamente, verificó que esta fuerza es directamente proporcional a la cantidad de carga de cada cuerpo, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas. Es decir, que la intensidad de la fuerza eléctrica disminuye con el cuadrado de la distancia: si la distancia que las separa se duplica ($2d$), la fuerza se reduce a la cuarta parte ($F/4$).

TRANSMISIÓN DE CARGA

Los procesos de carga por frotamiento pueden ser explicados con el modelo de partículas cargadas en los materiales. Cuando las cargas de la superficie de un cuerpo se atraen fuertemente con las de otra superficie, al separarse, una toma cargas de la otra. Si las cargas incorporadas son de signo positivo, por ejemplo, la superficie que las incorpora queda con signo positivo y la superficie que las pierde, con signo negativo. Los procesos en los que se produce un pasaje de cargas de un cuerpo a otro se llaman **procesos de transmisión de carga eléctrica**.

MATERIALES BUENOS Y MALOS CONDUCTORES

Si en un borde de una pileta se agrega más agua, rápidamente el agua de la pileta se reacomoda y alcanza el mismo nivel en toda la superficie. En algunos materiales, llamados **buenos conductores eléctricos** (como los metales), sucede algo similar con la carga eléctrica. Si en una zona de ellos se agregan cargas de un signo, al repelerse entre sí, empujan a las cargas que hay alrededor. En los metales hay cargas negativas (electrones) que pueden desplazarse con facilidad y, al hacerlo, transmiten el “empujón” a cargas vecinas, como choques en una hilera de autos. Rápidamente, las cargas negativas móviles de todo el metal se reordenan y el efecto resultante equivale a un esparcimiento de las cargas agregadas en el material. A estos materiales se los denomina **conductores**.

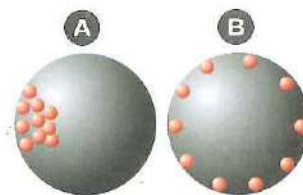
Ese movimiento de cargas, que se conoce como **corriente eléctrica**, es mayor en los metales que en otros materiales. Esto ocurre porque los metales facilitan la circulación de electrones gracias al tipo de unión que tienen sus átomos. Recordemos que en el enlace metálico se forman nubes de electrones que pueden “viajar” por el material y favorecen el paso de la corriente eléctrica.

Entre los materiales conductores se destacan el cobre, el aluminio, el hierro, la plata, el oro y el plomo.

Por el contrario, existen materiales que no permiten la dispersión de las cargas eléctricas. Se trata de materiales que son **malos conductores y buenos aislantes eléctricos**. Sucede que las cargas que forman a los materiales aislantes están muy unidas entre ellas y, aunque sean empujadas por las cargas que se le agreguen, no pueden moverse de la posición en la que están. En este caso, los electrones están fuertemente ligados a los átomos formando otros tipos de uniones, de modo que es muy difícil hacerlos mover por el material.

La lana, el plástico, la goma o la madera son algunos materiales aislantes.

Existen también materiales que pueden funcionar como aislantes o como conductores, dependiendo del caso. Por ejemplo, el agua es buena conductora si contiene sales o ácidos disueltos, dada la presencia de iones positivos y negativos libres que facilitan la circulación de cargas; tal es el caso del agua corriente. En cambio, el agua destilada es aislante porque no contiene impurezas ni iones.



Los metales tienen cargas negativas que se mueven con facilidad. Si se agregan cargas de un mismo signo en un metal (A), se produce un reordenamiento de las cargas, y el exceso se distribuye en la superficie del cuerpo metálico (B).



Los metales, como el cobre, son buenos conductores, por eso el interior de los cables está hecho de ese material. Se utiliza plástico como aislante para recubrir el cobre y así se evita la circulación de la corriente por fuera del cable.

El cobre posee algunos electrones débilmente ligados a sus átomos, por lo que se pueden mover libremente dentro del metal. A este tipo de electrones se los denomina libres o de conducción. Se dice que un material es aislante eléctrico si los electrones de sus átomos se encuentran fuertemente ligados a estos, es decir, para arrancarlos se debe aplicar una gran energía.



Al agitar las manos, apenas percibimos su roce con el aire. Esto es porque la atracción entre las moléculas de los gases es débil y permite el paso de los objetos. La atracción entre las partículas, ¿es más fuerte o más débil que entre las del agua?

LA FUERZA ELÉCTRICA Y LOS MATERIALES

Si nos basamos en el hecho de que los átomos y las moléculas forman estructuras a partir de enlaces químicos, que en definitiva son uniones eléctricas, es posible afirmar que toda la materia es la conjunción de muchas partículas con carga eléctrica que a veces se atraen y a veces se repelen entre sí. Esas atracciones y repulsiones eléctricas pueden hacer que las cargas se agrupen o que queden un poco distanciadas unas de otras, formando estructuras de mayor o menor estabilidad según el tipo de enlace. La enorme diversidad de materiales en la naturaleza se explicaría por la variedad de partículas cargadas que existen y por la gran cantidad de estructuras posibles.

Por ejemplo, un cristal o cualquier material sólido podría imaginarse como una estructura rígida, una red tridimensional de muchas y pequeñísimas partículas con carga eléctrica, sostenidas por la fuerza eléctrica que actúa entre ellas. La rigidez de este cuerpo se debería al tipo de enlace que se establece, en el que la gran intensidad de las fuerzas entre partículas vecinas hace que permanezcan en posiciones de equilibrio fijas. Las partículas vibran sobre su posición, pero no se desplazan.

En cambio, un material líquido tiene un tipo de enlace diferente, en el que las fuerzas eléctricas que conforman su estructura son claramente más débiles, lo que confiere a las partículas mayor libertad para cambiar de posición y explica la fluidez del líquido.

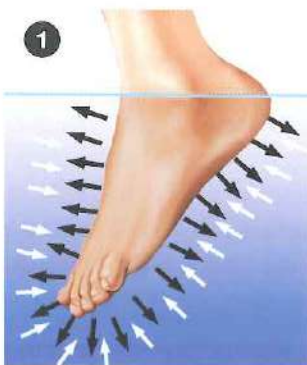
EL CONTACTO ENTRE CUERPOS

Cuando los cuerpos entran en contacto, la interacción entre sus cargas eléctricas puede producir diferentes efectos. Esos efectos dependerán de los tipos de materiales que estén en contacto. Veamos los siguientes ejemplos:

1. Cuando introducimos un pie en el agua, las cargas eléctricas de la piel repelen a las del agua. La atracción entre las partículas de agua es débil y estas ceden ante el empujón eléctrico del pie.
2. Al retirar el pie del agua, la piel queda mojada: son partículas de agua que se atraen eléctricamente con otras de la piel.
3. Si, en cambio, nos paramos sobre el piso, los pies no se hunden porque las partículas eléctricas del suelo rechazan fuertemente a las de la planta de los pies. De esto se deduce que, en cierto modo, la fuerza eléctrica de las cargas en la planta del pie sostiene el peso del cuerpo.

ACTIVIDADES

1. Expliquen el mecanismo a través del cual un cuerpo puede cargarse por contacto. Mediante este mecanismo, ¿puede cargarse un único cuerpo y ningún otro?



EL CAMPO ELÉCTRICO

La fuerza eléctrica se ejerce a distancia: no hace falta que un cuerpo electrizado esté en contacto con los objetos a los que atrae para que se ejerza esta fuerza. De hecho, una forma de analizar la **interacción eléctrica** es considerar que las cargas ejercen **fuerzas a distancia** entre ellas. Otra manera es pensar que las cargas modifican las propiedades del espacio que las rodea y crean un **campo eléctrico** alrededor de sí mismas. ¿Cómo sabemos si hay campo eléctrico en un punto del espacio? La forma más simple es colocar, donde se sospecha que existe dicho campo, una partícula cargada; el campo interactuará con la partícula ejerciendo una fuerza eléctrica que impulsará a la partícula de prueba.

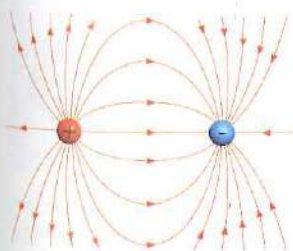
El concepto de campo es abstracto, pero carga y campo eléctrico son dos entidades inseparables: toda carga crea un campo eléctrico a su alrededor y experimenta los efectos de los campos de otras cargas.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CAMPO

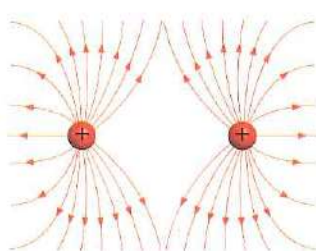
Un campo eléctrico se representa mediante flechas, una en cada punto del espacio. La flecha en un punto determinado apunta hacia donde se aceleraría una carga positiva ubicada allí. Como el número de puntos en el espacio es infinito, solo se dibujan algunas líneas representativas que indican el campo. Son líneas continuas que empiezan o terminan en las cargas. Parten de cargas positivas y llegan a cargas negativas. En una zona libre de cargas, las líneas de campo eléctrico no se cruzan. Si lo hicieran, indicarían dos direcciones de aceleración, lo que no tiene sentido. La intensidad del campo eléctrico se representa mediante la distancia entre líneas vecinas: donde están más juntas, el campo es más intenso. Cuando un conductor queda dentro de un campo eléctrico, las líneas de campo se desvían quedando perpendiculares a la superficie del conductor. En el caso de los materiales aislantes, las líneas de campo se desviarán rodeándolo periféricamente.

La representación de los campos eléctricos es diferente según se realice para una carga puntual aislada o para dos cargas puntuales en interacción.

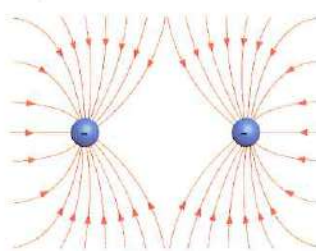
- **Representación de las líneas de campo eléctrico de una carga puntual.** Alrededor de ellas, las líneas se dibujan en dirección radial. Cuando la carga es positiva, las líneas se representan hacia afuera (A); y si la carga es negativa, hacia adentro (B)
- **Representación de las líneas de campo eléctrico para dos cargas puntuales.** Cuando hay varias cargas eléctricas, los campos de todas se suman y las líneas de campo forman dibujos particulares. A continuación, se muestran las líneas de campo eléctrico formado por la interacción de cargas positivas y negativas de igual magnitud.



Dos cargas de igual magnitud y de signo opuesto.

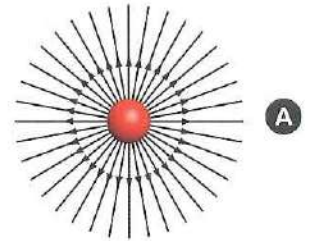


Dos cargas de igual magnitud y de signo positivo.

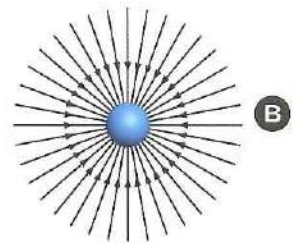


Dos cargas de igual magnitud y de signo negativo.

Las líneas de campo eléctrico de una carga puntual positiva.



Las líneas de campo eléctrico de una carga puntual negativa.



LÍNEAS DE CAMPO



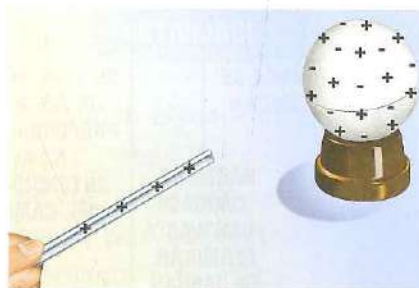
LA INDUCCIÓN ELÉCTRICA

Los cuerpos pueden cargarse eléctricamente, es decir, poseer mayor cantidad de cargas positivas que de negativas, o viceversa. Un cuerpo también puede estar cargado eléctricamente si tiene igual cantidad de cargas de ambos tipos pero acumuladas en diferentes partes de él.

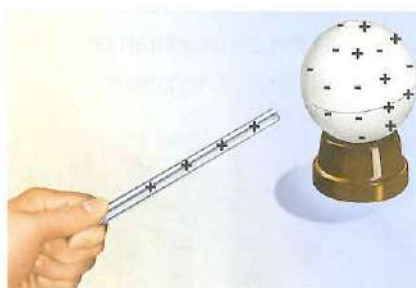
Una de las formas de cargar eléctricamente a un cuerpo es por **frotamiento**. En este caso, se trata de materiales que, frotados, adquieren carga eléctrica y entonces pueden atraer partículas cargadas con el signo opuesto. Sin embargo, de acuerdo con la composición química del material en cuestión, la carga adquirida podrá ser de signo positivo o de signo negativo.

Por ejemplo, tras frotarlos con un paño, un varilla de vidrio y un plástico se atraen porque adquieren carga eléctrica de signos opuestos: el plástico se carga negativamente y el vidrio, positivamente. Esto es así porque el vidrio tiende a ceder sus electrones mientras que el plástico tiende a absorberlos. Luego, se podrá ver que tanto la varilla de vidrio como la de plástico cargadas atraen eléctricamente a cuerpos pequeños, como pedacitos de telgopor. Esta atracción indicaría que la carga del telgopor es de signo opuesto a la del cuerpo cargado que se acerca, tanto el de vidrio como el de plástico.

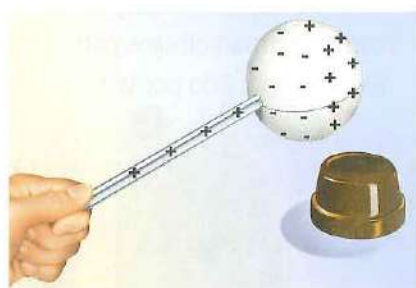
Pero, si las varillas de vidrio y de plástico tenían carga de diferente tipo, ¿cómo es posible que ambos atraigan al telgopor? Primero recordemos que, habitualmente, los cuerpos tienen en su interior igual cantidad de cargas positivas y negativas, que se anulan entre sí y suman una carga total cero, es decir, una carga neta $= 0$: en la mayoría de los casos, los cuerpos no están cargados. Sin embargo, en algunos materiales, como el telgopor, las cargas pueden moverse y redistribuirse al experimentar la atracción eléctrica de otras cargas, positivas o negativas. Este movimiento de cargas es una forma de cargar eléctricamente a los cuerpos, que se denomina **inducción eléctrica**. Entonces, si se le acerca la varilla de vidrio con carga positiva, los electrones del telgopor se reorganizan y acumulan en la zona cercana al vidrio, atraídos por su carga positiva. De esta forma, la zona del telgopor cercana al vidrio adquiere carga negativa y se atrae con él, mientras que la zona alejada queda con carga positiva. En el caso del plástico cargado negativamente, ocurre exactamente lo opuesto. Veamos la siguiente secuencia que representa este proceso en el ejemplo del vidrio y el telgopor.



Una barra de vidrio electrizada, que posee carga positiva, se acerca a un trozo de telgopor, que tiene igual cantidad de cargas positivas y negativas distribuidas uniformemente, es decir que no está cargado eléctricamente.



Las cargas positivas de la varilla de vidrio atraen a las cargas negativas (electrones) del trozo de telgopor, que comienzan a acumularse cerca de ella. Las positivas son rechazadas y se acumulan en el lado opuesto del trozo de telgopor.



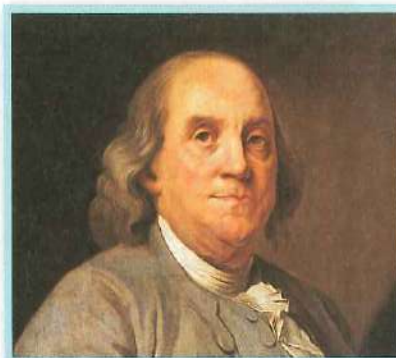
Llega un momento en que la acumulación de cargas en diferentes lugares del trozo de telgopor es tal que este queda cargado eléctricamente. Entonces, la varilla y la zona negativa del telgopor se atraen entre sí.

LOS RAYOS

El proceso de inducción eléctrica explica la formación de los rayos. El aire es uno de esos materiales que habitualmente se comporta como un aislante eléctrico, por eso las cargas de un cuerpo no se conducen a través del aire. Pero si la cantidad de cargas acumuladas en un cuerpo es muy grande, pueden "vencer" la resistencia del aire, ionizarlo y producir un camino conductor que permite a esas cargas viajar hacia otros cuerpos con carga opuesta. Esto es lo que sucede durante las tormentas eléctricas.

Dentro de la nube, el agua se encuentra tanto en forma líquida como sólida (hielo). La diferencia de vientos y presiones hace que esas partículas estén en constante movimiento y choquen entre sí. Esos choques hacen que cargas negativas (electrones) se desprendan de la superficie del hielo y pasen al agua en estado líquido, de modo que los cristales de hielo quedan cargados positivamente.

El hielo, con carga positiva, se concentra en la parte superior de la nube, mientras que las partículas de agua cargadas negativamente lo hacen en la parte inferior. Estas últimas inducen en el suelo cargas positivas, lo que origina una fuerza de atracción eléctrica por inducción entre la nube y el suelo. Cuando la concentración de cargas es muy elevada, se puede producir una descarga visible a través del aire: el **rayo**.



Benjamín Franklin fue un gran científico, pero también un destacado inventor y político. Entre sus principales invenciones se destaca el pararrayos.



En las tormentas eléctricas se transmiten inmensas cantidades de carga eléctrica.



Los rayos son chispas gigantescas, producidas cuando las cargas eléctricas circulan entre las nubes y el suelo terrestre.

LOS PARARRAYOS

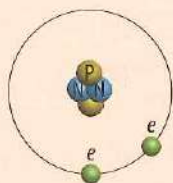
Para defender su hipótesis de que las tormentas eran un fenómeno eléctrico, Benjamin Franklin (1706-1790) propuso utilizar varillas de acero en punta sobre los techos de las casas a modo de protección de los rayos. La idea consistió en que esas varillas conectadas al suelo mediante conductores concentraran las cargas positivas de la tierra. Con la invención de los pararrayos demostró que los materiales conductores terminados en puntas atraen mejor a lo que él llamó "fluido eléctrico".

Más tarde, en 1919, Nikola Tesla explicó el principio de funcionamiento del invento de Franklin: la estructura metálica puntiaguda favorece una densidad de acumulación de carga mayor, captando los rayos que de otro modo caerían en la zona que se quiere proteger. Así, el pararrayos atrae y conduce la descarga hacia la tierra.

ACTIVIDADES

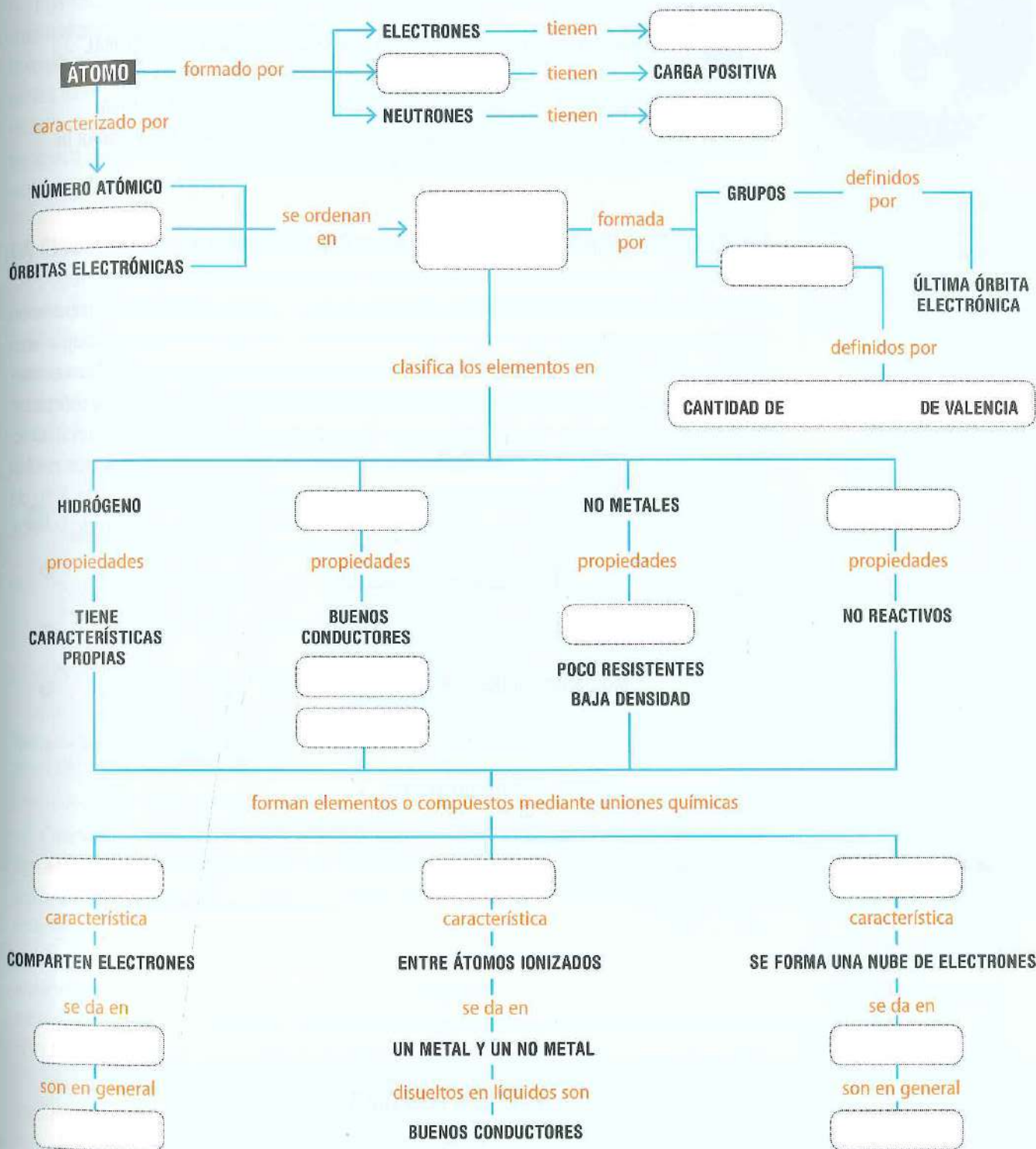
1. Investiguen cuáles son las zonas de mayor frecuencia de impactos de rayos en la Argentina.

1. Dalton fue el padre de la teoría atómica moderna. Desarrollen los postulados de su teoría y relaciónenlos con las teorías previas existentes. Reflexionen con sus compañeros acerca de por qué debieron pasar 1.900 años antes de que fuera posible un avance en la teoría atómica.
2. Describan la principal diferencia entre los modelos atómicos de Thomson y de Rutherford.
3. Escriban en el siguiente esquema del átomo de helio ${}^4_2\text{He}$, los diferentes componentes que lo conforman (protones, neutrones y electrones).



4. Calculen cuántos neutrones se encuentran presentes en los siguientes elementos.
 - a) El elemento carbono para sus isótopos llamados comúnmente 12 y 14, ${}^{12}_6\text{C}$ y ${}^{14}_6\text{C}$.
 - b) El elemento Uranio, ${}^{235}_{92}\text{U}$.
 - c) El Hierro, ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.
5. Indiquen las frases que pueden ser utilizadas para completar las siguientes oraciones:
 - Los metales se caracterizan por ser...
 - a) ...buenos conductores de la electricidad y del calor. ☐
 - b) ...maleables. ☐
 - c) ...traslúcidos, es decir que permiten el paso de la luz. ☐
 - Los gases nobles en general...
 - a) ...no reaccionan con otros elementos. ☐
 - b) ...son sólidos a temperatura ambiente. ☐
 - c) ...tienen tendencia a formar iones negativos. ☐
 - Los elementos llamados no metales...
 - a) ...son malos conductores del calor. ☐
 - b) ...pertenecen a los grupos más altos de la tabla periódica. ☐
 - c) ...tienen tendencia a formar iones negativos. ☐
6. A partir de las descripciones, identifiquen en cada caso de qué elemento se trata y escriban su símbolo y nombre en la carpeta. Utilicen la tabla periódica.
 - a) Gas noble que posee 18 electrones distribuidos en 3 capas.
 - b) Metal que tiene 19 electrones en 4 capas con solo un electrón de valencia en la última de ellas.
 - c) Componente de la atmósfera; tiene solo dos capas de electrones y pertenece al grupo 16.
 - d) Material conductor que posee 5 capas de electrones con 11 electrones de valencia en las últimas de ellas.
 - e) Pertenece al mismo grupo que el elemento plata y tiene 6 capas de electrones.
 - f) Elemento no metálico que posee un electrón menos que el argón.
7. ¿Qué tipos de enlaces entre átomos existen en la naturaleza y cuáles son sus características?
8. El campo eléctrico puede representarse mediante el uso de líneas de campo.
 - a) Describan cómo se representan la intensidad y la dirección de movimiento de las partículas.
 - b) Expliquen por qué dos líneas de campo no se cruzan en una zona sin cargas.
9. ¿Cómo se puede cargar negativamente un cuerpo? Marquen con una X las opciones correctas.
 - a) Frotándolo con un cuerpo para que este le ceda electrones. ☐
 - b) Frotándolo con un cuerpo para que este le quite electrones. ☐
 - c) Colocándolo en contacto con un cuerpo cargado negativamente. ☐
 - d) Acercándolo a un cuerpo que está cargado negativamente. ☐
 - e) Acercándolo a un cuerpo que está cargado positivamente. ☐
10. Expliquen por qué se generan los rayos y el funcionamiento de los pararrayos.

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

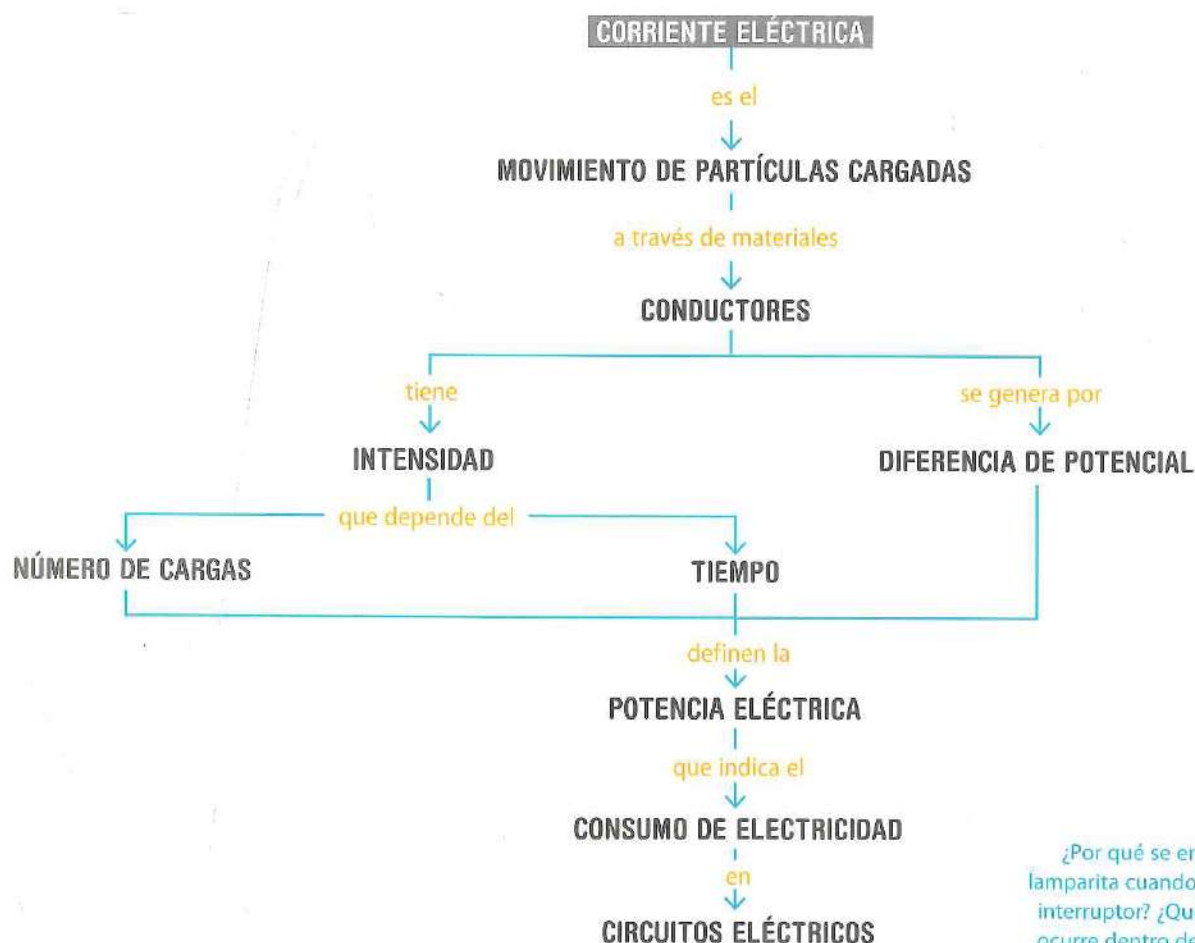
LA CORRIENTE ELÉCTRICA

PULSAR UNA TECLA Y QUE SE ENCIENDA UNA LUZ NOS PARECE TAN NATURAL COMO MOVERNOS O COMER. DESDE QUE NOS DESPERTAMOS Y HASTA QUE NOS VAMOS A DORMIR, HACEMOS USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA. SIN EMBARGO, PARA LLEGAR A ESTO, FUERON NECESARIOS MUCHOS EXPERIMENTOS Y HORAS DE ESTUDIO. EN ESTE CAPÍTULO VAMOS A DESANDAR ESTE CAMINO.

LA ELECTRICIDAD AL SERVICIO DE LA HUMANIDAD

En el capítulo anterior estudiaron que la electricidad está presente en la composición misma de la materia, ya que es la responsable de las uniones atómicas y moleculares. Analizamos también que, de acuerdo con su capacidad para facilitar o dificultar las interacciones eléctricas, los distintos materiales pueden ser conductores o aislantes eléctricos.

En este capítulo, volveremos sobre los conceptos de carga, intensidad y fuerza eléctrica, y veremos cómo los seres humanos aprovechamos las particularidades de los átomos y de los elementos para generar electricidad, transportarla y distribuirla, a fin de que esa energía esté disponible para transformarla en luz, movimiento, sonido y calor.



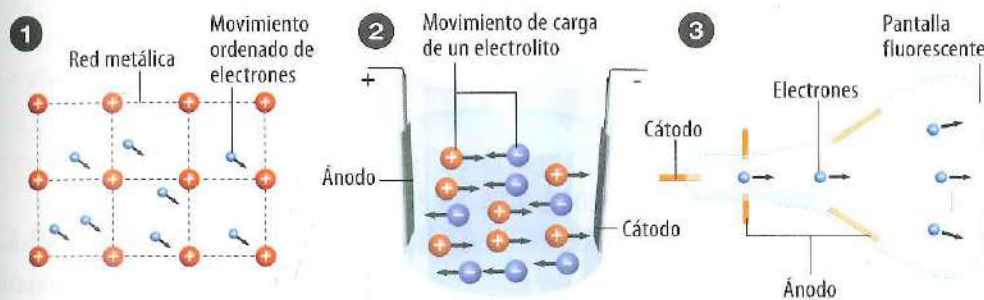
¿Por qué se enciende una lamparita cuando bajamos el interruptor? ¿Qué creen que ocurre dentro de los cables?

EL MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS CARGADAS

Los materiales conductores facilitan la dispersión de cargas eléctricas, mientras que los aislantes la dificultan. En el caso de los materiales aislantes, los átomos conforman estructuras estables y, a la vez, las cargas se mantienen fijas incluso cuando se les acercan otras cargas. En cambio, en los conductores existen cargas negativas móviles, que pueden desplazarse por el material. Ese movimiento de cargas que se produce ante la presencia de un campo eléctrico creado por otras cargas, se denomina **corriente eléctrica**.

LA CIRCULACIÓN DE IONES Y ELECTRONES

Según el tipo de material conductor, el movimiento de cargas se producirá de un modo diferente. En los metales se forman nubes de electrones (con carga negativa), que pueden viajar a través de la estructura que conforman las partículas que permanecen fijas (iones). Serán esos electrones libres los que, si se acerca al material un cuerpo con carga eléctrica, empujarán a otros electrones que a su vez, empujarán a otros formando una cadena o corriente eléctrica. Ese es el modo en que se transporta la electricidad a través de los cables hasta los hogares.



Ejemplos del movimiento de cargas en un metal (1), en un electrolito (2) y en un gas (3).

Cuando el material conductor es un líquido, los que se mueven no son los electrones, sino los iones. Los iones son átomos con electrones de más (ion negativo o anión) o de menos (ion positivo o catión). Por ser átomos o moléculas, son mucho más grandes que los electrones y resultan muy buenos conductores porque se desplazan fácilmente a través del fluido. El agua pura o destilada puede ser un buen aislante, pero si se diluye en ella sal de mesa, se separan los iones de cloro (aniones) y de sodio (cationes), lo que la convierte en un **electrolito**, es decir, en una sustancia con iones libres que es excelente conductora.

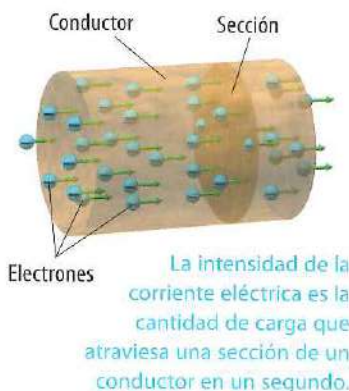
Del mismo modo, los gases, que habitualmente son buenos aislantes, pueden ionizarse y transformarse en conductores si se los coloca en un campo eléctrico muy intenso. Es decir, que se multiplica la cantidad de iones positivos y negativos, lo cual transforma al gas en un plasma. Iones positivos y electrones libres se mueven hacia los extremos opuestos formando una corriente eléctrica. Ejemplos de gases ionizados pueden ser el aire durante una tormenta eléctrica y los tubos de los carteles luminosos.



Al conectar los tubos de neón a la red eléctrica, se ionizan las moléculas del gas y le arrancan electrones. ¿Cómo se genera la corriente eléctrica?



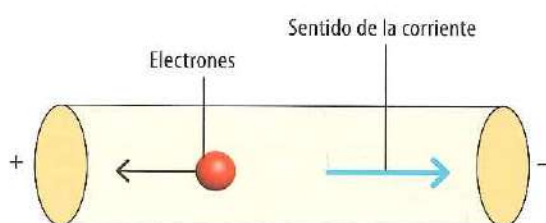
Los líquidos orgánicos, como el aceite o el alcohol, están formados por átomos fuertemente enlazados y no tienen electrones libres. ¿Son buenos conductores de electricidad?



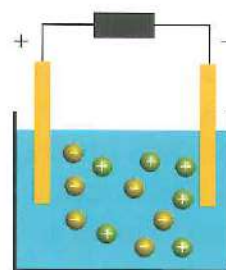
EL SENTIDO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Así como es posible identificar un sentido y un caudal determinado del agua que fluye a través de un río, del mismo modo se puede establecer el sentido de una corriente eléctrica, la rapidez con que se mueven las partículas y la cantidad de estas. En cuanto al sentido, sabemos que, de acuerdo con el material conductor, las cargas que se mueven pueden ser positivas, negativas o ambas. En los metales, los que se mueven son los electrones; en cambio, en los líquidos y en los gases, se mueven tanto los iones positivos como los negativos. Las cargas positivas se mueven hacia el polo negativo y las cargas negativas, hacia el polo positivo.

Gráficamente, por convención, se estableció que el sentido de la corriente se marca con una flecha apuntando en la dirección de las cargas positivas o en el sentido opuesto a la de las cargas negativas.



En los metales, el sentido de la corriente se indica con una flecha apuntando hacia la dirección opuesta a la del avance de los electrones.



En el caso de un electrolito, donde hay presencia de iones positivos y negativos libres, ¿qué orientación tendrá la flecha de la corriente eléctrica?

Un televisor de 21 pulgadas pantalla plana, consume unos 0,3 A. Averigüen cuánto consumen otros electrodomésticos.



UNIDADES DE MEDICIÓN: EL COULOMB Y EL AMPERE

Para conocer la rapidez con que se mueven las partículas que generan una corriente eléctrica, es decir, para cuantificar el flujo de cargas que se desplaza por una región de un conductor, es preciso conocer de antemano la intensidad de la fuerza eléctrica. Esta intensidad depende del número de cargas eléctricas que haya en el conductor. Las cargas se miden en una unidad llamada **Coulomb** (C), en honor al físico francés Charles Coulomb (1736-1806), quien logró cuantificar la interacción eléctrica. Un coulomb equivale, aproximadamente, a la carga de $6,24 \cdot 10^{18}$ electrones.

Conociendo la cantidad de carga (Q) que atraviesa un segmento de un material conductor en un tiempo determinado (t), es posible definir la intensidad (I) de la corriente eléctrica.

La unidad de intensidad de carga en el SI es el **ampere** (A), en honor al físico y matemático francés André-Marie Ampère (1775-1836), que obtuvo grandes avances en los inicios del electromagnetismo. 1 A significa que cada segundo, 1 C de carga atraviesa el conductor.

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$1 \text{ A} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}}$$

Pero, ¿qué representa 1 A? Para mantener una lámpara encendida debe circular por ella una corriente de unos 0,2 A. En tanto, una estufa eléctrica necesita para funcionar unos 3 A. Entonces, 1 A es una magnitud grande de corriente, ya que representa unos seis trillones de electrones circulando por un área transversal cada segundo. Por eso se trabaja con submúltiplos del ampere: el miliampere (mA) = 10^{-3} A y el microampere (μA) = 10^{-6} A.

LA VELOCIDAD DE LAS CARGAS

Cuando accionamos el botón de encendido de un artefacto eléctrico, este comienza a funcionar de inmediato. Pero eso no significa que los electrones se muevan a través del cable a altísima velocidad. De hecho, los electrones se mueven por el conductor haciendo recorridos zigzagueantes, porque mientras avanzan chocan contra las partículas del metal, cambiando la dirección, de modo que la velocidad a la que se desplazan es de aproximadamente 1 metro por hora. Esa velocidad parece escasa, pero son tantos los electrones que la cantidad que atraviesa cada punto del conductor por segundo es enorme y terminan transportando mucha energía.

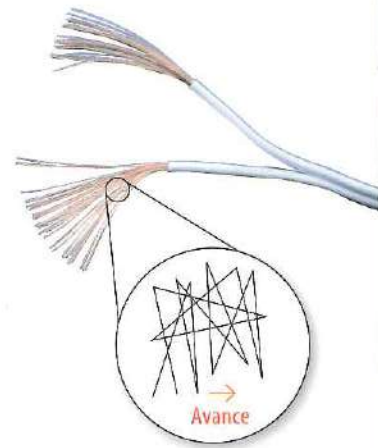
Lo que explica la rapidez con la que llega la señal eléctrica desde un interruptor hasta una lamparita es el hecho de que al encender el artefacto se establece un campo eléctrico a lo largo del cable que se propaga casi a la velocidad de la luz (unos 300.000 kilómetros por segundo). Inmediatamente, todos los electrones reciben la "orden" de moverse y lo hacen en conjunto. Entonces, el electrón que se mueve en el filamento de la lámpara no es uno que viajó desde el interruptor, sino otro que ya estaba allí y que ha comenzado a moverse a través de él, calentándolo. En este sentido, la corriente eléctrica en un cable puede compararse con una cadena de choques en una autopista repleta de autos parados. Al producirse un choque en la punta de una fila, el empujón pasa rápidamente al resto de los autos, que avanzan muy poco, es decir, se transmite la energía del choque, pero los autos apenas se mueven. Con los electrones sucede lo mismo: al prender el interruptor, los electrones de la punta del cable reciben el empujón y pasan esa energía a los que están más cerca, y estos a los que siguen, y así sucesivamente, hasta llegar a la lamparita.

LA INTENSIDAD DE UN CONDUCTOR ES SIEMPRE LA MISMA

Al circular por el conductor, los electrones no se acumulan, todos se mueven a la vez. Por eso, la intensidad de la corriente eléctrica en un extremo de un cable es idéntica a la que existe en el extremo opuesto y a la que puede medirse en cualquier tramo del recorrido. Las cargas no se consumen ni se transforman, aunque la energía que tienen sí. Es decir que, aunque en algún punto se consuma energía eléctrica, las cargas se mantendrán circulando y la corriente será la misma a lo largo de todo el conductor, como se muestra en la imagen.



En un cable, la carga eléctrica que entra en un segundo por un lado (A) es igual a la que pasa por cualquier punto y a la que sale por el otro extremo (B) en ese tiempo. Si el cable se ensancha en un tramo, los electrones avanzarían más despacio, pero la corriente seguiría siendo la misma en todo el conductor. ¿Cómo explican esta afirmación?



Los electrones avanzan en zigzag lentamente a través del conductor. En cambio, el campo eléctrico que se genera al encender un interruptor, se propaga a la velocidad de la luz.

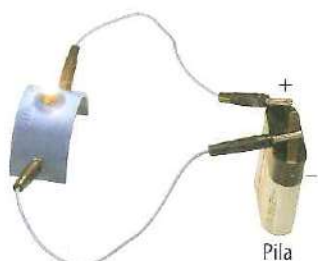
ACTIVIDADES

1. Expliquen la frase: "Las cargas no se consumen ni se transforman, aunque la energía que tienen sí".

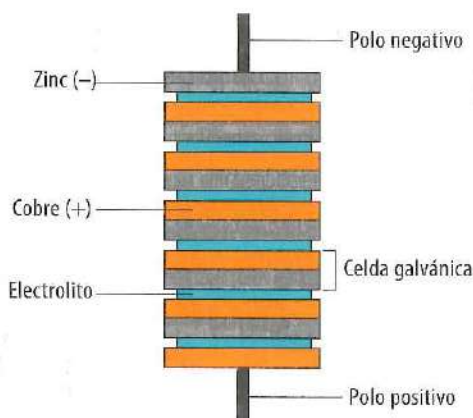
LAS PILAS Y EL POTENCIAL ELÉCTRICO

Para que se genere la corriente eléctrica, es decir, para que los electrones circulen a través de un conductor, es necesario que "algo" los impulse. El invento más antiguo que logró ese cometido fue la pila.

El inventor de la pila fue el científico italiano Alessandro Volta (1745-1827), quien apiló (de ahí su nombre) discos de zinc y de cobre, colocando entre uno y otro una tela mojada en agua con sal (electrolito). Tal disposición de los materiales hace que el cobre ceda electrones a la disolución y que el zinc los gane. Esa reacción química que se produce dentro de la pila, genera la energía que empuja a los electrones desde el polo positivo (el cátodo) y los acumula en el negativo (el ánodo). Por eso, al conectar los polos de la pila a un cable, los electrones comienzan a moverse a través de este, desde el polo negativo al positivo. El proceso químico que genera la energía va disminuyendo a medida que las sustancias de la pila se van combinando. Cuando esa combinación es completa, ya no hay más reacciones: el polo positivo deja de liberar electrones y la energía deja de circular; en otras palabras, la pila se habrá gastado.



En un cable metálico que conecta los polos de una pila, los electrones se mueven desde el polo negativo hacia el positivo.



Pila de Volta. Los electrones fluyen del cátodo (+) al ánodo (-), produciendo una corriente eléctrica.



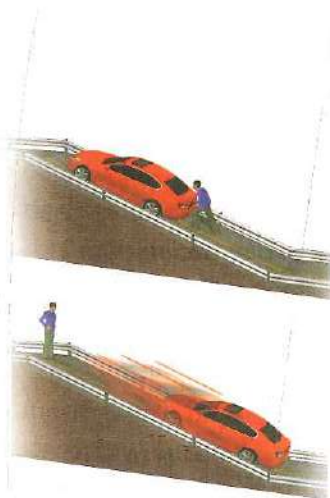
Réplica del aparato desarrollado por Volta.

LA ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA

Una pila funciona a partir de una reacción química por la cual se genera el movimiento de electrones a través de un conductor conectado a ambos extremos del dispositivo. En ese proceso ha habido una transformación de la energía.

Para comprender cómo se producen las transformaciones de la energía, haremos una analogía. Un objeto apoyado en el piso se encuentra en un estado de equilibrio estable. Si se pretende levantar el objeto, será necesario hacer un trabajo: habrá que aplicar energía para vencer la fuerza gravitatoria o peso. Cuanto mayor sea el objeto, más será la fuerza necesaria para levantarlo.

Una vez que el objeto está elevado tendrá energía potencial, entendiendo como tal a la capacidad del sistema para producir una transformación. Esta energía potencial, que es de tipo gravitatoria porque está asociada con la fuerza de gravedad, será mayor cuanto más grande sea el cuerpo y cuanto más alto se lo eleve. Al soltarlo, el objeto caerá: la energía potencial disminuirá y aumentará la energía cinética.

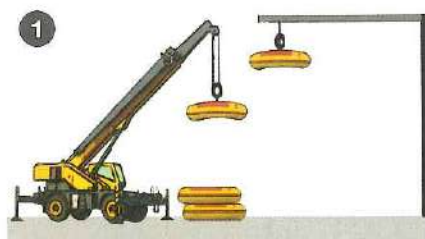


Un hombre empuja el auto cuesta arriba. En lo más alto, la energía potencial gravitatoria es máxima. Cuando lo suelta, ¿qué tipo de energía aumenta y cuál disminuye? Expliquen por analogía cómo se genera la corriente eléctrica.

Cuando lo que actúa entre dos cuerpos es una fuerza eléctrica, sucede algo similar. Las cargas eléctricas tienden a ubicarse de modo que la energía potencial sea la mínima. Si se alejan dos cargas de signo opuesto, se moverán atraídas una por la otra hasta cierto punto, para luego permanecer en ese estado de mínima energía potencial eléctrica. Durante ese proceso, la energía potencial disminuirá y aumentará la cinética. Si, nuevamente, algo separa a una carga de la otra, la energía potencial aumentará.

El aprovechamiento de la electricidad supone separar las cargas eléctricas para aumentar la energía potencial. Cuando se quiere usar esa energía, se permite el reacomodamiento de las cargas, lo cual trae aparejado una disminución de la energía potencial y un aumento de la energía cinética de las cargas.

Al elevar un cuerpo, aumenta su energía potencial. A más bolsas elevadas, más energía potencial acumulada.

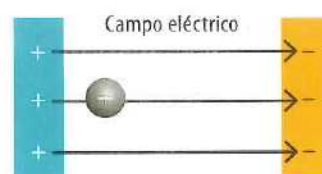


Al separar dos cargas de signo opuesto, o juntar dos de igual signo, aumenta la energía potencial eléctrica.

Al soltar las bolsas, durante la caída la energía potencial se convierte en cinética, y esta en vibraciones al golpear contra el suelo.



Al reacomodarse las cargas, las de signo opuesto se atraerán y las de igual carga se separarán. La energía potencial eléctrica se transformó en energía cinética y en corriente eléctrica.



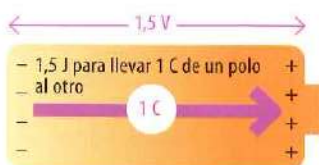
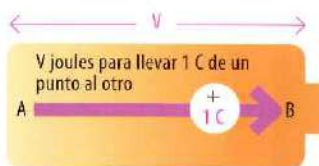
Una partícula con carga positiva está en un campo eléctrico creado por las dos chapas cargadas con signos opuestos. Por su ubicación sabemos que está en un estado de energía potencial máxima. ¿Qué ocurriría si quedara libre? ¿Qué transformación energética se verificaría?

Así, resulta evidente que para que exista corriente eléctrica, el sistema de cargas no debe estar en estado de energía potencial mínima, y debe contener algunas cargas que puedan moverse. Además, debe poder producirse una disminución de la energía potencial eléctrica, para generar un aumento de otra forma de energía, como la cinética de las cargas.

A la energía necesaria que debe entregar una pila para mover una carga se la denomina **diferencia de potencial eléctrico, tensión eléctrica o voltaje**; su unidad en el SI es el **volt (V)**, $1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$ y representa la energía en Joules por Coulomb desplazado. Dicho de otro modo, el voltaje es la presión que debe ejercer la pila (energía que debe entregar) sobre las cargas eléctricas o electrones para que se genere un flujo de corriente eléctrica. Recordemos que en la pila hay una acumulación de cargas negativas y un exceso de electrones en el polo negativo, y una acumulación de cargas positivas con defecto de electrones en el polo positivo; esa relación define la diferencia de potencial. La diferencia de energía potencial eléctrica entre los electrodos, generada por procesos químicos, hace que se necesite realizar un trabajo para llevar una carga del ánodo (+) hasta el cátodo (-). El voltaje o tensión es el trabajo necesario para llevar una unidad de carga desde un punto de mayor a otro de menor potencial eléctrico.

ACTIVIDADES

1. ¿Existe corriente eléctrica dentro de una pila que no está conectada a ninguna parte? ¿Y energía potencial?



Las pilas comunes son de 1,5 V: desplazar 1 C de carga desde un polo al otro implica una energía de 1,5 J. ¿Cuántos joules se requerirán para desplazar 2 C entre los mismos puntos?

POTENCIA ELÉCTRICA

Si se usa una pila en un reloj de pared, durará mucho más que si se utiliza en un auto de juguete a control remoto: la cantidad de energía que fluye en cada caso es distinta. Esta cantidad de energía necesaria para realizar un trabajo depende de dos factores:

- La energía que se necesita para transportar una carga.
- La cantidad de carga que se mueve.

Hagamos una analogía: supongamos que queremos conocer la energía que consumirá una grúa en una hora si se la pone a levantar bolsas de cemento en contra de la gravedad. Para calcularlo, será preciso conocer cuánta energía le demanda levantar una bolsa y qué cantidad de bolsas tendrá que levantar. Podría expresarse así:

$$\frac{\text{Energía}}{\text{tiempo}} = \frac{\text{número de bolsas}}{\text{tiempo}} \cdot \text{energía de una bolsa}$$

La relación energía/tiempo se denomina **Potencia** (P), y en el sistema internacional se mide en Watts (W); 1 Watt equivale a entregar una energía de 1 Joule en 1 segundo.

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

En el caso de la pila, lo que se mueven son cargas, de modo que, para conocer cuánta energía se consume por segundo, habrá que calcular cuántas cargas por segundo empuja la pila y cuánta energía le demanda mover cada carga:

$$P = \text{Energía/segundo} = \text{carga/segundo} \cdot \text{energía de una carga}$$

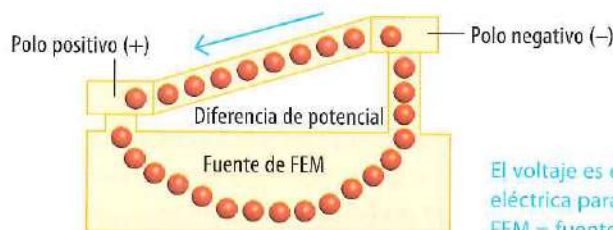
$$\text{Es decir, } P = \text{Energía/segundo} = \text{carga/segundo} \cdot \text{energía/carga}$$

La relación carga/segundo es lo que se definió como **corriente** (I), y la relación energía/carga se definió como **potencial eléctrico** o **voltaje** (V). Reemplazando los términos de la ecuación anterior, tendremos:

$$P = \text{corriente} \cdot \text{Voltaje} = I \cdot V$$



La potencia de un aparato eléctrico se indica en una etiqueta y se mide en watts (J/s). Para calcular la energía que consume, se multiplica la potencia por el tiempo de funcionamiento. ¿Qué artefacto consume más electricidad en sus casas?



El voltaje es el impulso que necesita una carga eléctrica para fluir por el conductor (fuente de FEM = fuente de fuerza electromotriz).

POTENCIA Y CONSUMO DE ELECTRICIDAD

La **potencia** (P) es la relación entre el trabajo necesario para desplazar determinada cantidad de cargas eléctricas y el tiempo utilizado para hacerlo; indica cuánta energía consume un aparato funcionando durante cierto tiempo. Considerando que $P = I \cdot V$; P indica la cantidad de energía potencial eléctrica que se transforma en otro tipo de energía por segundo al circular una corriente de intensidad (I) entre dos puntos, con una diferencia de potencial V (volts). Dicho de otro modo: indica el consumo de electricidad.

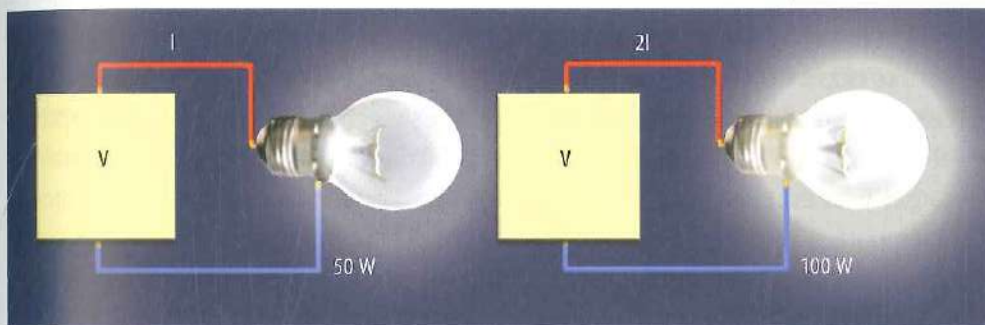
Si conocemos la potencia y el voltaje de un dispositivo, se puede saber la intensidad de la corriente: $I = P / V$. Por ejemplo, entre las patas de un enchufe hay un voltaje de 220 V. Si conectamos entre ellas una lámpara de potencia 50 W, circulará corriente eléctrica por ella que emitirá luz y calor. La intensidad de la corriente se deduce de la relación anterior:

$$50 \text{ W} = I \cdot 220 \text{ V}; \quad 50 \frac{\text{J}}{\text{s}} = I \cdot 220 \frac{\text{J}}{\text{C}} \quad \frac{50 \frac{\text{J}}{\text{s}}}{220 \frac{\text{J}}{\text{C}}} = I$$

$$\frac{50 \text{ C}}{220 \text{ s}} = I \quad 0.2273 \text{ A} = I$$

Reemplacemos la lamparita por una de 100 W; la corriente que circula es exactamente el doble. Para transportar el doble de energía por segundo, entre la misma diferencia de potencial, debe circular el doble de carga. Este cálculo es útil para dimensionar el tendido eléctrico hogareño, ya que cada artefacto trae como dato en las especificaciones técnicas su potencia máxima de funcionamiento; por ejemplo, si queremos conectar un aire acondicionado, debemos tener en cuenta que tiene una potencia de unos 3.000 W. Entonces, la corriente que utilizará la podemos averiguar así:

$$3.000 \text{ W} = I \cdot 220 \text{ V}; \quad \frac{3.000}{220} = I; \quad 13.63 \text{ A} = I$$



La potencia eléctrica es proporcional a la intensidad de la corriente y al voltaje. Si circula el doble de intensidad entre la misma diferencia de potencial, la cantidad de energía transformada por segundo (potencia) es el doble.

VALORES

EL CUIDADO DE LA ENERGÍA

Conocer la potencia de los electrodomésticos permite calcular el consumo eléctrico domiciliario para definir estrategias y así poder reducirlo. Un consumo eléctrico responsable e inteligente, también ayuda a cuidar el ambiente que nos rodea. Si bien la electricidad parece una forma de energía limpia, muchas veces la manera en la que se la genera es altamente contaminante. De hecho, la mayor parte de la electricidad que se consume en la Argentina proviene de centrales térmicas, donde se

la genera a partir de la combustión de gas natural, carbón o petróleo, combustibles fósiles que además de constituir una fuente de energía no renovable, emanan muchos gases nocivos durante el proceso de transformación energética. Estos gases incrementan el efecto invernadero y el calentamiento global. Como contrapartida, las centrales eólicas y solares son fuentes de energía menos contaminantes; sin embargo, no representan ni el 1% de la generación eléctrica de nuestro país.



Para calcular cuánta energía gastó un artefacto hay que multiplicar la potencia por el tiempo que estuvo funcionando.

ACTIVIDADES

1. Comparen facturas de electricidad en distintas épocas del año. ¿Qué observan? Consideren que las empresas que proveen electricidad miden la energía en kilowatt/hora, que es la energía que consume por hora un artefacto de 1.000 W de potencia (3.600 segundos): equivale a 3.600.000 Joules.

LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y SUS COMPONENTES



Campo eléctrico por inducción



Campo eléctrico abierto



Campo eléctrico cerrado

Para transformar la energía eléctrica que provee una pila o cualquier fuente que permita separar las cargas, debe existir un sistema a través del cual las cargas se muevan y lleguen al mecanismo que produce la transformación. Ese sistema o camino se denomina **circuito eléctrico**. Analicemos de qué se trata.

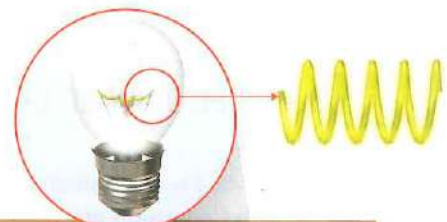
- Si bien es cierto que al frotar entre sí dos materiales, como vidrio y lana, es posible separar las cargas y generar un campo eléctrico, este campo durará el tiempo que tardan las cargas en equilibrarse. Si se pretende hacer brillar una lamparita de ese modo, el objetivo se logrará por muy poco tiempo, apenas una millonésima de segundo, es decir, el tiempo que tardan los materiales en descargarse. En este caso, la fuente de electricidad y el circuito no son los adecuados.
- Una pila es una fuente adecuada para el objetivo propuesto; sin embargo, para que funcione, el circuito debe ser cerrado, de modo que las cargas fluyan sin cesar. Al conectar un extremo del cable al polo negativo de una pila y el otro extremo a la lámpara, el "camino" queda abierto (como se muestra en la imagen). Las cargas negativas de la pila circularán por el conductor hasta llenarlo, pero no podrán escapar a ninguna parte; por lo tanto, las nuevas cargas negativas no podrán ingresar. El flujo de cargas se detendrá tan rápido que la lamparita no alcanzará a prenderse.
- Para lograr una corriente duradera, debemos tener una fuente adecuada y armar un circuito que permita una corriente eléctrica a partir de la separación permanente de cargas. Si se conectan mediante cables ambos electrodos de la pila a la lamparita, el circuito estará cerrado. En este caso, la pila aporta la energía para separar las cargas y las empujará por el cable de un polo al otro atravesando el filamento de la lámpara, y la energía eléctrica se transformará en luz.

Un circuito eléctrico simple está compuesto por una fuente, los receptores, los conductores y un interruptor. Veamos cada uno de estos elementos.

Interruptor. Interrumpe la circulación de la corriente; por ejemplo, para encender o apagar una lamparita.



Receptor. Artefacto que emplea la energía eléctrica para obtener un resultado.



Fuente. Separa las cargas y provee energía. Por ejemplo, las pilas y la red eléctrica.

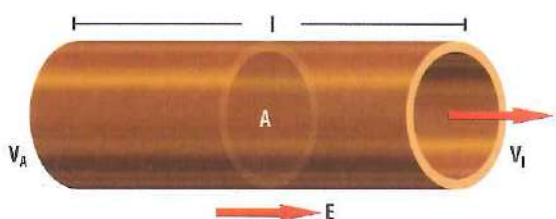
Conductores. Materiales por los que se transporta la corriente eléctrica y conectan los diferentes componentes del circuito, como cables o láminas de metal.



LAS RESISTENCIAS ELÉCTRICAS

La corriente eléctrica es un flujo de cargas a través de un conductor, desde una zona de mayor a otra de menor potencial eléctrico. La intensidad con la que fluye la corriente, también llamada **amperaje**, depende de la conductividad de los materiales por el que circule. En los metales las cargas fluyen mejor que en la madera.

Por otro lado, los cuerpos que funcionan como conductores en un artefacto o en un circuito no solo dependen del tipo de material que los compone, sino también de sus características como cuerpo. Los conductores de un circuito ponen cierta oposición al movimiento de los electrones; ese "impedimento" se llama **resistencia** (R). Esta es directamente proporcional a la longitud del conductor: cuanto más largo es un cable, más resistencia ofrece a la circulación de las cargas. También es inversamente proporcional al área: cuanto más "ancho" es el conductor, menos resistencia ofrece.



En un conductor de largo (l) y área transversal (A), se puede demostrar experimentalmente que la resistencia (R) es directamente proporcional a la longitud e inversamente proporcional al área.

LEY DE OHM

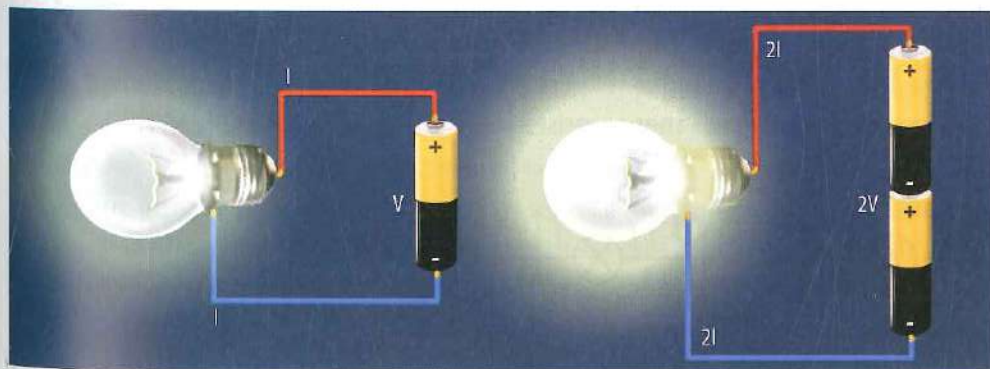
Si conectamos dos lámparas, una de 100 W y otra de 50 W a la misma diferencia de potencial (V), en la primera circulará una corriente el doble de intensa que en la segunda. Esto se debe a que el filamento de la lámpara de 100 W es más ancho y ofrece menos resistencia: permitiendo el paso de una corriente de mayor intensidad. A su vez, la intensidad de la corriente que circula por un conductor depende del voltaje que haya entre sus extremos. Generalmente, si aumenta o disminuye el voltaje, lo hace en igual proporción la intensidad de la corriente. La resistencia eléctrica (R) de un conductor se define como:

$$1 \Omega = V/A = J \cdot s/C^2$$

$$R = \frac{V}{I}$$

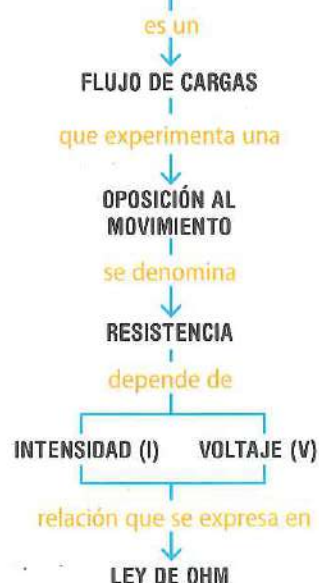
Esta relación se conoce como **ley de Ohm** y también puede expresarse $V = R \cdot I$. Permite determinar la resistencia eléctrica en unidades que se llaman **ohm** (Ω).

La ley de Ohm indica que para cierto potencial, cuanto mayor es la resistencia, menor será la intensidad de la corriente que circula. Si bien esta ley es aplicable a la mayoría de los materiales, llamados **óhmicos**, existen algunos que no la cumplen, llamados **no óhmicos**.



En una resistencia óhmica, al duplicar el voltaje entre sus extremos, se duplica la intensidad de la corriente que circula. ¿Cómo sería la intensidad de la corriente si en esos circuitos se reemplazara la lámpara por otra con un filamento que ofreciera menor resistencia?

CORRIENTE ELÉCTRICA



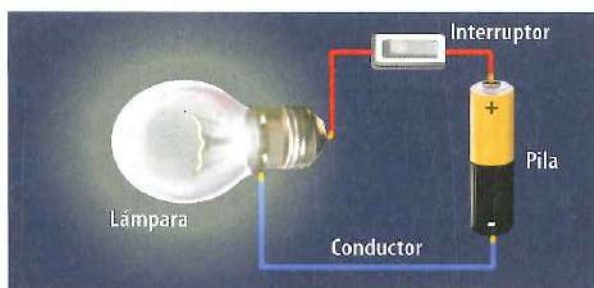
ACTIVIDADES

1. ¿Por qué una lamparita, un motor que gira o cualquier otro receptor, son resistencias?

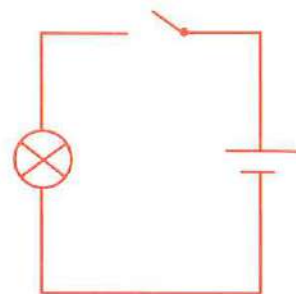
Símbolos eléctricos	
	Cable conductor
	Pila (corriente continua)
	Interruptor abierto
	Interruptor cerrado
	Lámpara
	Resistencia
	Batería
	Generador (corriente alterna)
	Motor

LA REPRESENTACIÓN DE LOS CIRCUITOS

Para realizar planos o diagramas de los circuitos eléctricos, no se utilizan dibujos realistas, sino una serie de símbolos que permiten identificar rápidamente las partes que lo componen para que cualquiera pueda leerlos de forma correcta. Los cables conductores, las fuentes energéticas (pilas, baterías, generadores), los interruptores y los diversos artefactos receptores (lamparitas, motores, timbres, resistencias como las de las estufas, etcétera), tienen símbolos eléctricos que los representan. En los diagramas, todos los receptores se suelen representar indistintamente con el símbolo de la resistencia pero, en este caso, como los ejemplos son circuitos con lamparitas, usaremos el símbolo de estas. Veamos cómo se aplican estos símbolos para representar un circuito simple.



Circuito eléctrico.



Representación esquemática.

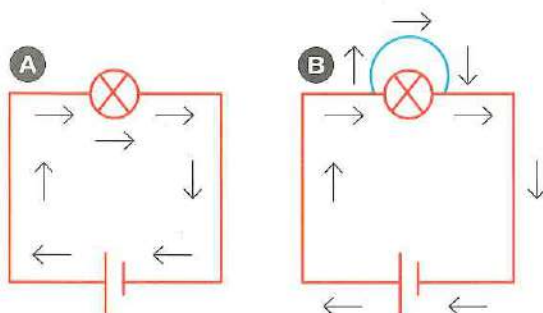
Conociendo el voltaje de la fuente y el valor de la resistencia, aplicando la ley de Ohm es posible inferir la intensidad de la corriente que circula por el circuito. Por ejemplo, si la fuente es de 10 V y la resistencia es de 5 ohms:

$$I = V/R = 10/5 \text{ ohm} = 2 \text{ A}$$

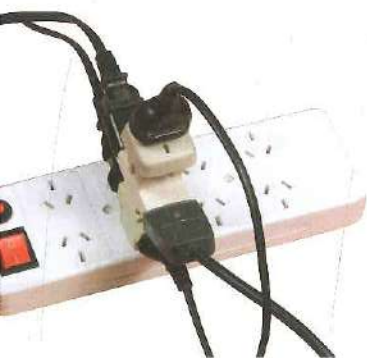
CORTOCIRCUITOS

Cuando la intensidad de la corriente es muy elevada y el conductor ofrece una resistencia muy pequeña, puede producirse un gran calentamiento, con el riesgo de chispazos e incendios que esto supone. A ese calentamiento que se produce como consecuencia de un camino con muy poca resistencia, se lo denomina **cortocircuito**. Por ejemplo, si se conectan los polos de una batería mediante un cable, la intensidad de la corriente será altísima porque el cable ofrecerá una resistencia muy pequeña, y se recalentará.

Ante la posibilidad de tomar diferentes caminos de un circuito, la corriente siempre fluirá por el que le ofrezca menor resistencia.



A. En este circuito la corriente atraviesa el filamento de la lámpara. B. Si se hace un "puente" entre los extremos de la lámpara, esta no se encenderá. ¿Por qué? ¿Qué sucederá con el cable que hace de puente?

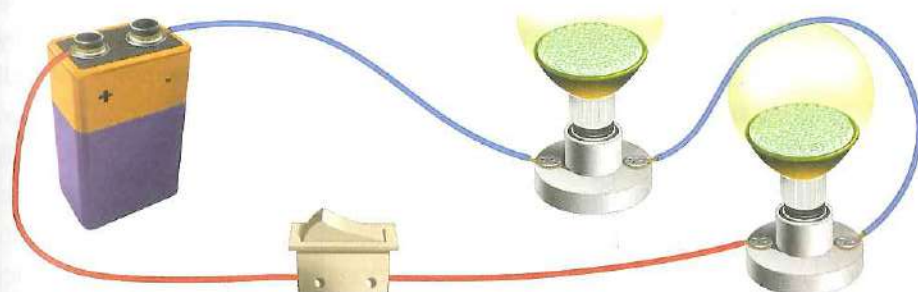


Los cortocircuitos suelen producirse cuando se enchufan muchos aparatos a un tomacorriente. ¿Qué suponen que sucede con la intensidad de la corriente y los conductores?

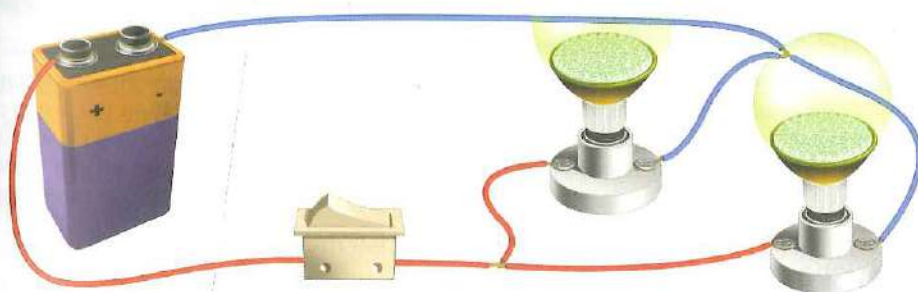
TIPOS DE CIRCUITOS

Los circuitos eléctricos pueden estar formados por más de una lamparita. Según la configuración que se le dé al circuito, variará la cantidad de corriente que circula por sus componentes. Existen dos circuitos eléctricos básicos: **en serie** y **en paralelo**.

- **Circuitos en serie.** Las lamparitas están dispuestas una a continuación de la otra, unidas por un único conductor. Es decir, si se desconecta una lamparita, el circuito se abre y la corriente deja de llegar a las demás. En estos circuitos, la fuente tiene más dificultad para empujar a los electrones; por eso, cuantas más lamparitas haya, menos corriente circulará. Otra característica es que la intensidad de la corriente que circula por las lamparitas es la misma y coincide con la que fluye por el conductor.

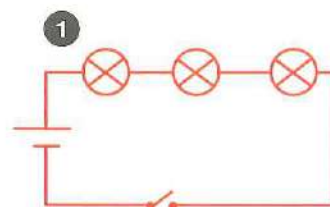


- **Circuitos en paralelo.** Las lamparitas se conectan directamente a los polos de la fuente. Así, la corriente recorre tantos caminos como lamparitas haya, de modo que cada una puede controlarse independientemente. En estos circuitos, si se desconecta una lamparita, las otras siguen funcionando. Además, con cada lamparita que se agrega, aumenta la corriente que circula por la fuente y, por lo tanto, el consumo de energía, pero en las lamparitas conectadas previamente, la corriente no cambia.

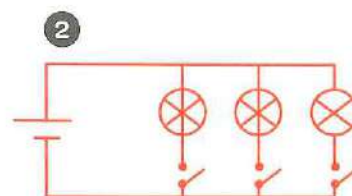


USOS Y CONVENIENCIAS

Cuando se quema una lamparita del arbolito de Navidad, todas dejan de funcionar. Esto ocurre porque se trata de un circuito en serie: las lamparitas están dispuestas una al lado de la otra, unidas por un único conductor. En este caso, es conveniente utilizar un circuito en serie porque se trata de muchísimas lamparitas que, si estuvieran en paralelo, consumirían más energía. Además, son lamparitas de muy bajo voltaje: en un juego de 50 luces cada lamparita consume 4,4 volts; si se las conectara de a una se quemarían, ya que el voltaje de los tomas en los hogares es de 220 V. En cambio, para consumos mayores, y cuando lo importante es que no se caiga todo el circuito por un desperfecto, se usan circuitos en paralelo.



En la conexión en serie la intensidad de la corriente es la misma a través de todas las lamparitas.



En la conexión en paralelo puede desconectarse una lamparita sin afectar el funcionamiento de las demás. ¿Las lamparitas de qué circuito iluminarán con más intensidad?



Trabajo práctico 5,
páginas 194 y 195.

ACTIVIDADES

1. Hagan un cuadro con las características de los circuitos en paralelo y en serie. ¿Qué tipo de circuito se usa con más frecuencia? ¿Por qué?



James Prescott Joule.

EL EFECTO JOULE Y SUS APLICACIONES

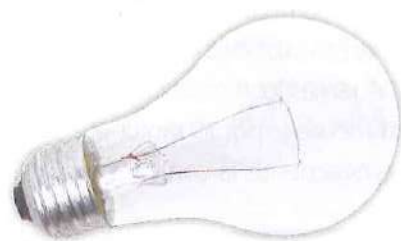
Habitualmente, basta con acercar la mano a un electrodoméstico que estuvo funcionando por un rato para comprobar que emite calor. Esto es porque una consecuencia de la corriente eléctrica es el aumento de la temperatura.

Al igual que al frotar un cuerpo por una superficie rugosa se genera calor por rozamiento, cuando los electrones se mueven a través del conductor y sufren una resistencia en oposición a ese movimiento, también generan calor. Es que entre los electrones y esa resistencia se produce un rozamiento que microscópicamente puede observarse como choques y agitación de las partículas -electrones y átomos de los componentes-, lo cual deriva en un aumento de la temperatura del material.

Cuando un circuito está encendido, siempre se genera calor, lo cual algunas veces es un efecto deseado, pero otras no. De hecho, el calor que emite un televisor encendido o una lámpara, una computadora o una licuadora, no tiene ninguna utilidad. Es energía que le ha sido transferida al aparato, pero que no es utilizada y termina convirtiéndose en energía térmica. Esa cantidad de calor generado será mayor cuanto mayor sea la corriente, ya que a mayor intensidad más son los electrones que circulan por segundo y mayor es la interacción con el medio. A ese proceso de conversión o degradación de la energía se lo denomina **efecto Joule**, en honor al físico inglés que lo descubrió y midió, James Prescott Joule (1818-1889).



En las torres de transporte hay carteles que indican electricidad a alta tensión. ¿Cuál es el objetivo de transportar la electricidad a tensiones elevadas?



En las lámparas incandescentes, el filamento metálico emite luz al alcanzar altas temperaturas: la mayor parte de la potencia se transforma en calor por el efecto Joule.



En las lámparas de bajo consumo se ioniza un gas a baja temperatura, por lo que casi no disipan calor. Así, para alcanzar la misma intensidad lumínica, la primera utiliza 100 W y la segunda, 22 W.

EL TRANSPORTE DE ELECTRICIDAD

El efecto Joule es indeseado cuando se trata de transportar energía eléctrica a grandes distancias, ya que supone la transformación de buena parte de la energía utilizable en calor como consecuencia de un aumento de la temperatura de los cables. Esas pérdidas se reducen si la corriente que se transporta es poco intensa.

Si tenemos en cuenta que $P = I \cdot V$, resulta evidente que para transportar mucha energía a poca intensidad, será necesario un voltaje muy grande. Así es que en las subestaciones elevadoras, ubicadas cerca de las plantas generadoras, se procede a aumentar el voltaje de la electricidad a valores ubicados entre los 200.000 V y los 700.000 V antes de iniciar su transporte a los centros de consumo. La tensión se vuelve a reducir luego en las subestaciones de distribución hasta alcanzar los valores con los que la electricidad llega a nuestros hogares: 220 V.

CUANDO LO QUE SE BUSCA ES CALOR

Cuando lo que se busca es convertir la energía eléctrica en mecánica, el objetivo será reducir al mínimo el efecto Joule a fin de que la mayor parte de la potencia sea aprovechada por el artefacto, y que la pérdida en calor sea la mínima posible. Se tratará entonces de reducir la resistencia a la circulación de electrones para tener una mejor eficiencia del motor. Sin embargo, muchas veces lo que se pretende justamente es generar calor. Esto es así, por ejemplo, en las estufas y las cocinas eléctricas, los calentadores, los soldadores y las planchas. En estos casos, las resistencias utilizadas están pensadas para que el calor disipado sea el máximo posible. De hecho, muchos de estos electrodomésticos se construyen con materiales que tienen una resistencia elevada, lo cual aumenta el efecto Joule; como en el caso de las planchas y los secadores de pelo, que tienen filamentos de la aleación nicromo (NiCr), de elevada resistencia.



Las resistencias utilizadas en los artefactos que tienen por finalidad generar calor, están pensadas para amplificar el efecto Joule.

Si bien la potencia de un equipo puede influir en la temperatura que este emite, la relación no es directamente proporcional, ya que deben considerarse también otros factores, como el material del que está hecho, la resistencia o el volumen. Por ejemplo, una aspiradora de 750 W emite menos calor que un secador de pelo, cuya potencia es de 550 W, pero que está pensado para generar calor.

LOS SUPERCONDUCTORES

Según la temperatura del material, varía su resistividad. Por ejemplo, un metal a alta temperatura ofrece mayor resistencia a la circulación de electrones que otro metal a temperatura ambiente, porque en el primer caso, la agitación de partículas como consecuencia del aumento de energía térmica dificulta la conducción eléctrica. Por el contrario, cuando los metales se enfrían, la resistividad es menor. Es más, si la temperatura baja hasta un punto llamado **temperatura crítica**, se dice que el metal se ha transformado en un **superconductor**, ya que no ofrece más resistividad y, por lo tanto, la energía perdida por disipación es nula.

En los materiales superconductores, los electrones se mantienen circulando incluso sin una fuente de energía que los impulse. Se han desarrollado materiales cerámicos que, enfriados por debajo de los $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$, se convierten en superconductores. El tren de levitación magnética y los equipos de diagnóstico por resonancia magnética son algunas de las aplicaciones en las que se utilizan estos materiales.



Equipos electrónicos, como las computadoras, cuentan con dispositivos internos para su refrigeración. ¿Por qué creen que son necesarios?

ACTIVIDADES

1. Coloquen la mano en la carcasa de electrodomésticos en funcionamiento y hagan una lista ordenándolos en función del calor percibido. Comparen la lista con la potencia de cada equipo. ¿La potencia se relaciona con la generación de calor? ¿A qué conclusión llegan?

LA ELECTRICIDAD EN EL HOGAR

La electricidad es generada en las centrales eléctricas. Según la energía primaria de la que se obtenga, pueden ser de distinto tipo. En Argentina predomina la generación en centrales térmicas (donde la energía se obtiene del carbón, del gas o del petróleo) y en centrales hidroeléctricas (donde la energía se obtiene de los ríos y embalses). En menor medida, está la generación en centrales nucleares, donde la energía se obtiene a partir de reacciones nucleares, que se producen en el núcleo del átomo. Finalmente, también se genera electricidad a partir de la energía solar y de la fuerza del viento, aunque estas formas de generación, menos contaminantes, aún no representan porcentajes importantes. La energía es transportada a muy alto voltaje y luego es distribuida a los hogares e industrias a baja tensión (220 V). Una vez en la casa, la electricidad circula a través de la red interconectada de circuitos que integran la instalación eléctrica domiciliaria.

En nuestro país, la red eléctrica domiciliaria es alimentada por una diferencia de potencial de 220 V, cuya corriente alterna tiene una frecuencia de 50 Hz.

7 Tomacorrientes que tienen tres conexiones: una positiva, otra negativa y una tercera a tierra o neutro.

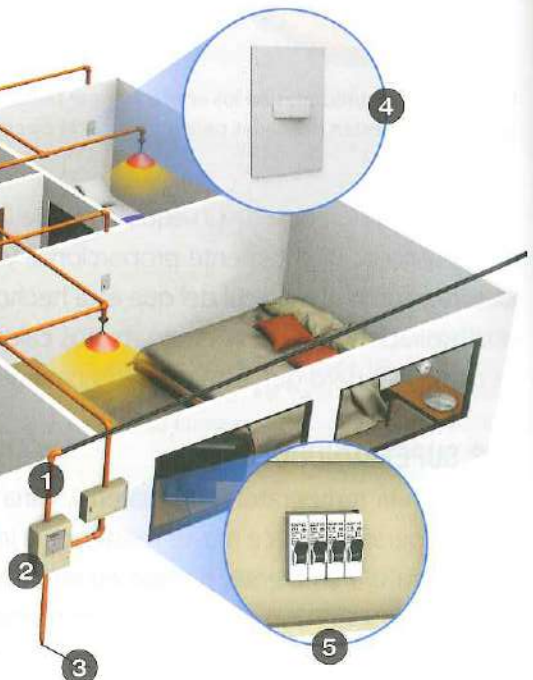
1 Conexión a la red externa a través de la cual llega la electricidad proveniente de las centrales de generación.

2 Medidor. Artefacto que puede ser electromecánico o electrónico; le proporciona a la empresa distribuidora el consumo de cada hogar para luego enviar la factura correspondiente.



6 El cableado (red de distribución puertas adentro) debe tener un diseño que optimice el trazado según los requerimientos. En las paredes se instalan los enchufes o tomacorrientes a través de los cuales se suministra una diferencia de potencial eléctrico.

5 Caja general, que contiene el disyuntor diferencial y la llave termomagnética. El disyuntor protege al usuario porque se activa en caso de una fuga eléctrica causada por la falta de aislamiento. La llave protege la instalación, ya que se activa cuando circula por ella una corriente superior que puede soportar el circuito.



3 Conexión a tierra. Cable que recorre toda la instalación y finaliza en una pieza metálica enterrada en el suelo que permite las descargas. Es una protección para el usuario porque hace actuar al disyuntor diferencial cuando falla la aislación de los aparatos conectados a la red eléctrica.

4 Interruptores que desvían el curso de la corriente. Se trata de dos contactos de metal y un botón móvil que puede unirlos o separarlos y permite que el circuito se cierre o se abra.

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y CONSUMO RESPONSABLE

Los accidentes hogareños provocados por la electricidad son muy frecuentes. La mayoría de las veces están vinculados con la falta de dispositivos de protección, y otras, con el manejo negligente o el desconocimiento.

Acerca de las medidas de seguridad, todas las casas deben contar con un disyuntor diferencial que se active cortando la corriente, cuando se produce una fuga eléctrica como consecuencia de un aislamiento deficiente. La instalación de una llave termomagnética protege el circuito doméstico, porque corta la circulación de corriente cuando, por cortocircuito o consumo elevado, comienza a circular una corriente demasiado alta.

Además, hay una serie de pautas que pueden evitar los accidentes eléctricos más habituales; por ejemplo, no tocar cables eléctricos caídos en la calle, no caminar descalzos por la vereda en días de lluvia y evitar las zonas inundadas, no abrir la puerta de la heladera descalzos o con las manos mojadas, no manejar artefactos eléctricos mientras nos bañamos, jamás introducir dedos u objetos metálicos en los enchufes y desenchufar con cuidado los aparatos eléctricos, sin tirar de los enchufes.

Es importante tomar las precauciones mencionadas para evitar accidentes por electrocución. Nuestro cuerpo está compuesto mayormente por agua, por lo tanto es un excelente conductor de la electricidad. Así, al entrar en contacto con una descarga, esta viaja desde el punto de contacto, por ejemplo, la mano, hasta el suelo. Durante ese recorrido, la electricidad puede dañar la piel, los órganos, los nervios y los capilares. Estas lesiones pueden ser menores, como quemaduras leves; o muy graves y afectar los huesos, e incluso pueden provocar la muerte.

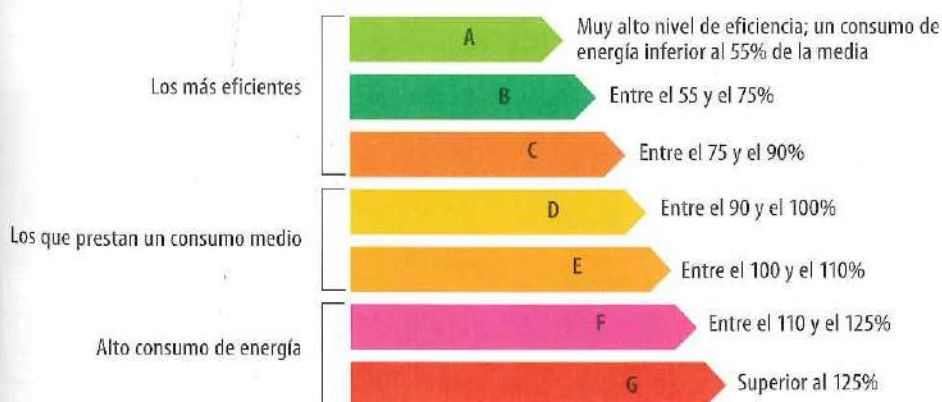
LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ahorrar energía es cuidar el ambiente y la economía hogareña. Por eso, al comprar un electrodoméstico no solo debemos mirar su precio sino también su consumo. Este dato está en las etiquetas energéticas, donde con colores y letras se detallan siete categorías de eficiencia. Deben compararse etiquetas de electrodomésticos iguales; por ejemplo, aires acondicionados de igual cantidad de frigorías.



Jamás se debe intervenir un artefacto eléctrico que está enchufado, ya que se puede alterar su correcto funcionamiento. Es importante saber que al hacerlo, además, existe un gran riesgo de electrocución. El arreglo de un artefacto eléctrico solo debe ser hecho por personal calificado.

Interpretación de etiquetas



ACTIVIDADES

1. ¿Por qué es más económico un electrodoméstico categoría A, aunque cueste un 30% más que uno G?
2. ¿Cuál es la diferencia entre un disyuntor y una llave termomagnética? ¿Por qué deben instalarse ambos?

1. Completen las siguientes oraciones con las palabras que les faltan:

- Una pila o es una de las formas de mantener una de en un circuito.
- El Coulomb es la unidad de en el Sistema Internacional.
- La corriente se llama así porque varía en el
- La es la magnitud que mide la energía consumida por unidad de tiempo, y su unidad en SI es el
- La unidad de diferencia de potencial se llama
- Cuando circula corriente por una resistencia, produce el llamado, que hace que se genere energía por el rozamiento de las dentro del conductor.
- El y la se utilizan en las casas como medios de protección.
- La corriente eléctrica o en el SI se mide en Amperes.

2. Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). Justifiquen su respuesta.

- Una diferencia de potencial mayor hace que sea más difícil generar un flujo de corriente eléctrica. ☐
- En caso de conectar dos dispositivos a la misma fuente, tendrá más potencia aquél por el cual circule mayor corriente. ☐
- Si en una de las resistencias que conforman un circuito paralelo se produce un corto (es decir deja de circular corriente por ella), no circula más corriente por el resto del circuito. ☐

3. Suponiendo que las luces de un árbol de Navidad (conectadas en serie) se enchufan a la línea de corriente de 220 V, y que por el conductor que las une circula una corriente de 0,1 A:

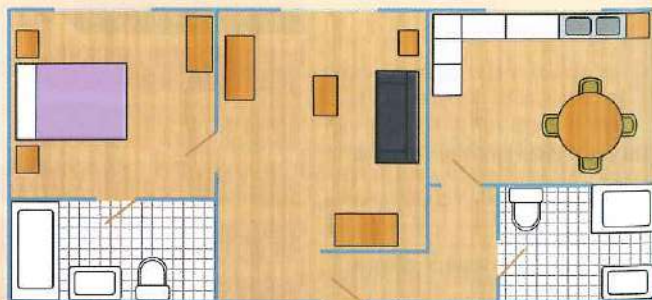
- Calculen la resistencia del total de las lamparitas.
- Si el sistema posee 100 lamparitas, ¿cuál será la resistencia de cada una de ellas?

c) ¿Cuál será la corriente en el circuito si se conectan solo 25 de esas mismas lamparitas en serie?

4. En la siguiente tabla se muestra la potencia de artefactos eléctricos de uso común.

Artefacto	Potencia
Heladera	150 W
Aire acondicionado	3.000 W
Caloventor	1.400 W
Horno microondas	800 W
Lámpara bajo consumo	12 W
Lámpara dicróica	50 W

- Calculen cuál es la corriente que circula por cada uno de ellos cuando se los conecta a la tensión de línea (220 V).
 - Estimen la resistencia de cada uno de ellos.
 - Si estuvieran conectados todos en paralelo en una casa, ¿qué corriente circularía por los cables por los que ingresa la electricidad a la casa?
5. Investiguen qué tipo de materiales son superconductores y cuáles son sus aplicaciones más importantes.
6. ¿Qué elementos de seguridad deben instalarse en el hogar para evitar accidentes eléctricos?
7. En el esquema se representa el plano de una casa. A partir de la distribución allí propuesta, diseñen una instalación eléctrica que incluya enchufes, interruptores, caja de fusibles, conexión a tierra e iluminación.





SITUACIÓN DE LA ELECTRICIDAD EN LA SOCIEDAD ACTUAL

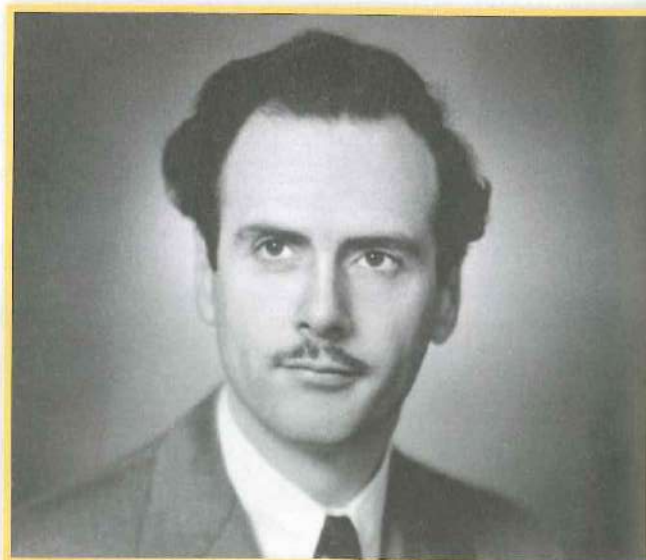
El desarrollo de los conocimientos en torno a la comprensión de la naturaleza eléctrica de la materia desde Tales hasta la actualidad podría constituir una historia de la electricidad, pero esta solo tendría sentido como parte de la historia de la humanidad. Carece de sentido el estudio de cualquier fenómeno natural o de "su historia" al margen de la sociedad humana que la percibe, estudia y, eventualmente, utiliza.

El empleo de la electricidad por parte de las sociedades modernas no representa solamente un aspecto tecnológico, sino que ha sido un profundo cambio social que se ha operado (y continúa ocurriendo), que se inicia a partir de la segunda mitad del siglo XIX, siendo tal vez el alumbrado público eléctrico, una de las primeras aplicaciones que benefició a amplias capas de la sociedad. Por supuesto que la invención del telégrafo eléctrico de Samuel Morse (1791-1872) en 1833, comenzó a revolucionar las comunicaciones, siendo continuada esa revolución por la telefonía y la radiofonía. Otras aplicaciones de la electricidad a los procesos industriales como los motores eléctricos, la metalurgia y la refrigeración impactaron fuertemente en la vida de la ciudadanía, al punto de que hay autores que consideran a la electricidad la fuerza motriz de la segunda revolución industrial, como lo fue la máquina de vapor de la primera. De un modo pragmático, coincidieron las investigaciones científico-tecnológicas con los intereses empresariales que fueron modelando las actuales sociedades consumistas. Ya en el siglo XX, las nuevas teorías que sustentan las físicas relativista y cuántica abordaron los estudios de los fenómenos y aspectos eléctricos a escala atómica y subatómica. Los resultados de sus aplicaciones tecnológicas son fáciles de advertir en la vida cotidiana, a través de numerosas invenciones e innovaciones en los campos de la electrónica, televisión, computación, robótica, internet, etcétera.

La actual sociedad de la información que se viene produciendo desde la segunda mitad del siglo XX ha dado lugar a lo que algunos autores consideran la tercera revolución industrial, y que se basa esencialmente en el uso masivo y continuo de la energía eléctrica generada a partir de múltiples fuentes de energías convencionales y

no convencionales. La generación de suficiente energía, su distribución, y su difícil almacenamiento, constituyen el mayor reto para la sociedad, la ciencia y la tecnología del presente, tal vez el reto cultural más importante de toda la historia de la humanidad.

El impacto en la cultura que en la percepción de lo temporal y lo espacial ha determinado la "Edad de la Electricidad", según el pensador canadiense del siglo pasado, Herbert Marshall McLuhan (1911-1980), es todavía insospechada: por una parte, la propagación de la información a la velocidad de la luz y el transporte de las personas por medios aéreos ha reducido drásticamente la percepción del tamaño planetario; es posible mantener una comunicación en tiempo real con alguien ubicado en las antípodas y en cuestión de horas podríamos estar estrechando su mano. Todo y todos son alcanzables. Por otra parte, crece la percepción de que habitamos una aldea global donde la electricidad no centraliza sino que descentraliza nuestras actividades sociales, culturales, educativas y artísticas a partir de la revolución en las comunicaciones y el transporte. Estamos juntos pero cada uno puede permanecer aislado, fragmentado, encerrado en su mundo individual sin el contacto social que nos humaniza. La electricidad nos da las posibilidades, queda en nosotros optar por el camino a recorrer.



Herbert Marshall McLuhan.



RELACIONAR LA INFORMACIÓN

En este apartado, los invitamos a organizarse en grupos de un máximo de cinco integrantes, para realizar mapas conceptuales que organicen y relacionen las ideas principales que estudiaron en el Bloque II: El carácter eléctrico de la materia, considerando los capítulos 1 y 2 y la sección Enfoques, que inicia y finaliza el bloque.

1. SELECCIONAR, ORGANIZAR Y RELACIONAR LA INFORMACIÓN

Una vez que hayan formado todos los grupos de trabajo, revisen los contenidos del Bloque II y seleccionen un capítulo para trabajar con él. Luego, vuelvan a leer el que hayan seleccionado y pónganse de acuerdo respecto de las ideas centrales que lo integran y el modo en que se relacionan unas con otras.

El objetivo del trabajo es organizar el modo en que se pueden vincular esos contenidos en un mapa conceptual.

Los mapas conceptuales constituyen uno de los mejores recursos para presentar de forma gráfica la información, centrándola en la forma en que se la jerarquiza y en el modo en que será visualizada. Se trata de una herramienta muy útil para sistematizar datos, relacionar conceptos, y muchas veces es especialmente clara para graficar procesos.

Para realizar mapas conceptuales es necesario tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Identificar los principales conceptos que queremos representar en el mapa y listarlos.
- Jerarquizarlos teniendo en cuenta su grado de generalidad.
- Conectarlos utilizando palabras que los unirán a través de flechas unidireccionales o bidireccionales.

2. MOSTRAR LAS RELACIONES: ELABORACIÓN DEL MAPA CONCEPTUAL

Existen distintas herramientas que permiten realizar fácilmente mapas conceptuales. Algunas de ellas pueden bajarse gratuitamente de Internet, como Cmap Tools;

otras se pueden utilizar en línea, como Bubbl.us. En la tabla *Ficha técnica*, que aparece al final de esta página, se incluyen las direcciones de descarga o acceso y los tutoriales en línea de ambas herramientas.

También se puede usar la barra de Dibujo de Word para realizar mapas conceptuales.

3. RELACIONAR ENTRE TODOS: PRESENTACIÓN DE LOS MAPAS CONCEPTUALES

Una vez que todos los grupos hayan finalizado la tarea, organicen una presentación de todos los mapas conceptuales y discutan:

- ¿Qué decisiones tomó cada uno de los grupos de aquellos conceptos más generales? ¿Existen diferencias?
- ¿Es posible, a partir de los distintos mapas conceptuales realizados, organizar un único mapa de los contenidos del bloque? Intenten armar uno, agrupados de la misma forma en que realizaron la actividad.



Pantalla inicial de inicio de Bubbl.us.

Ficha técnica

Herramienta	Sitio	Tutorial	Utilidad
Cmap Tools	e-sm.com.ar/Cmap_Tools	e-sm.com.ar/tuto_Cmap_Tools	Creación de mapas conceptuales.
Bubbl.us	e-sm.com.ar/bubbl.us	e-sm.com.ar/tuto_bubbl.us	

CAPÍTULO
6

EL MAGNETISMO

El magnetismo • Los imanes y sus características • Distintos comportamientos de los materiales frente al magnetismo • Los dominios magnéticos • La influencia de la temperatura en la magnetización • El magnetismo y los campos • El electromagnetismo y la generación eléctrica.



BLOQUE
III

MAGNETISMO Y MATERIA



CAPÍTULO
7

EL MAGNETISMO Y LA VIDA COTIDIANA

El campo magnético terrestre y su influencia • La orientación por medio del magnetismo • El pasado terrestre magnético • Electroimanes y la levitación magnética • Los motores y generadores de electricidad • El almacenamiento de la información • Los campos magnéticos en la refrigeración.





INICIAR SESIÓN

EL MAGNETISMO JUEGA UN ROL CENTRAL EN LA EXISTENCIA DE LA VIDA, YA QUE EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE DESVÍA RADIACIONES CÓSMICAS NOCIVAS. LAS EXPLICACIONES CIENTÍFICAS EFECTIVAS SOBRE EL MAGNETISMO Y SUS EFECTOS EN LA MATERIA SE CONSOLIDARON EN EL SIGLO XIX, Y PERMITIERON GRANDES AVANCES TECNOLÓGICOS, PRINCIPALMENTE EN LA REVOLUCIÓN ELECTRÓNICA.

BLOQUE



ACTIVIDADES

1. ¿Qué fenómenos magnéticos conocen? ¿Considerarían que están relacionados con los fenómenos eléctricos? ¿Por qué?
2. ¿Cómo suponen que se utiliza el magnetismo para mejorar la calidad de vida? Describan ejemplos de elementos que utilizan el magnetismo y cómo creen que estos funcionan.
3. Realizando un debate en grupo y considerando sus respuestas a las preguntas anteriores, analicen los temas que se presentan para los capítulos 6 y 7 y realicen un cuadro sinóptico de lo que piensan que van a estudiar en cada uno, relacionando entre sí los elementos del cuadro.

DE “LA PIEDRA IMÁN” DE TALES AL CARÁCTER ELECTROMAGNÉTICO DE LA MATERIA

SEGÚN SE CUENTA EN LA RECOPILACIÓN DE CUENTOS ANÓNIMOS ÁRABES *LAS MIL Y UNA NOCHES*, DURANTE LA NOCHE 53ª, SCHEHEREZADE, LA HIJA DEL VISIR, RELATABA AL SULTÁN LA HISTORIA DE LA MONTAÑA IMÁN, TERROR DE LOS NAVEGANTES PERSAS...

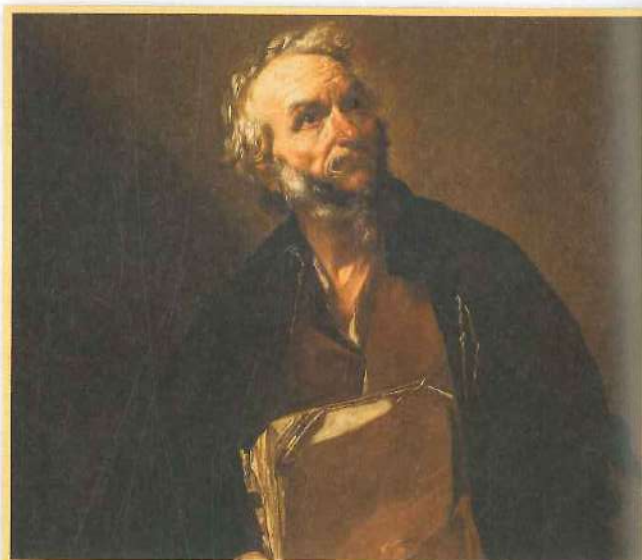
¡Ay de mí! Señor, la tempestad que hemos padecido nos ha extraviado en tal manera de nuestro rumbo, que mañana a las doce nos hallaremos junto a aquel punto negro, que es una montaña, en la que hay una mina de imán, la cual desde ahora atrae toda vuestra escuadra en razón a los clavos y herraje que entran en la construcción de los buques. Cuando estemos mañana a cierta distancia, la fuerza del imán será tan violenta, que todos los clavos se desprenderán e irán a pegarse a la montaña; vuestros bajeles se harán trozos y se irán a pique. Como el imán tiene la virtud de atraer a sí el hierro y fortificarse con esa atracción, esta montaña está cubierta por la parte del mar con los clavos de infinitos bajeles que ha hecho naufragar, lo cual conserva y aumenta aquella virtud.

HISTORIA DEL MAGNETISMO

El tema de este cuento oriental cautivó a los poetas de la Edad Media y fue repetidamente recreado en diversos poemas y novelas del siglo XII y posteriores. La fascinación que los fenómenos magnéticos producen a las personas data de muy antiguo, y siempre estimularon la imaginación y la creatividad humana.

Según Aristóteles, el griego Tales de Mileto (c. 624-546 a. C.), atribuía alma a los objetos inertes como el ámbar, una resina fosilizada y la magnetita, un mineral de óxidos de hierro, por la capacidad que tenían de mover y atraer otros cuerpos (el movimiento era considerado un atributo de los seres vivos). Si bien ambos materiales podían atraer objetos, claramente se identificó que mientras el ámbar, luego de ser frotado, atraía pequeños cuerpos de distintos materiales (papel, pluma, pelos, etcétera), la magnetita solo lo hacía con materiales de hierro, y esa propiedad era permanente. Pero la distinción entre ambos fenómenos físicos (electricidad estática y magnetismo), recién fue abordada por los estudiosos a partir del siglo XVIII.

Los antiguos filósofos griegos, interesados en estudiar la naturaleza, se ocuparon por “explicar” las propiedades magnéticas de la piedra imán. La explicación tenía un sentido diferente al que hoy le damos en ciencia: la explicación griega intentaba encajar el fenómeno observado dentro de las ideas filosóficas predominantes sin necesidad de experimentar. Así, el filósofo Platón (427-347 a.C.) menciona que la magnetita, además de atraer un anillo de hierro, podía transmitir su poder de atracción y formar una cadena colgante de anillos, lo que hoy conocemos como magnetismo por inducción. Los atomistas griegos Demócrito y Epicuro interpretaban que estas atracciones ocurrían por emanaciones de partículas que salían desde la magnetita y penetraban en pequeños poros del hierro, invadiéndolo; pero, como quedaban “lugares vacíos” en la magnetita, las partículas regresaban violentamente, arrastrando la pieza de hierro hacia la magnetita, lo que se repetía entre las distintas piezas de hierro encadenadas. Poco se avanzó en Occidente en los siglos siguientes en el conocimiento de los fenómenos magnéticos.



Platón (1637), pintura del español José de Ribera.

Cabe mencionar el hallazgo y la aplicación del magnetismo de los antiguos chinos: se cree que ya en el siglo XII a.C. conocían las propiedades atractivas de la magnetita y su capacidad de inducirlas al hierro. Una valiosa aplicación del magnetismo fue la invención de la brújula en el siglo IV a. C. Su uso se redujo a la orientación en viajes terrestres y en la determinación de los puntos cardinales para edificar sus edificios respetando orientaciones precisas surgidas de técnicas adivinatorias, creencias religiosas, filosóficas y estéticas, que sostenían que las obras humanas debían conciliarse con la Naturaleza. Entre el 850 y el 1050 los chinos empezaron a emplear la brújula marítima para orientarse en la navegación. Hacia el siglo XII comienzan a usarla árabes y europeos simultáneamente.

La más antigua referencia a la brújula en Occidente fue dada a inicios del siglo XIII por un monje inglés llamado Alexander Neckam (1157-1217), quien la describe detalladamente. En 1269 el francés Pierre Pèlerin de Maricourt (fl. siglo XIII), retoma los estudios sobre magnetismo y caracteriza los polos del imán o magnetos.

Sin embargo, recién en 1600 comienzan los estudios modernos del magnetismo, cuando William Gilbert (1544-1603) publica su libro *De magnete*, considerado la primera publicación científica de la modernidad occidental. Allí sugiere que la Tierra se comporta como un gran magnetos capaz de orientar las brújulas en la dirección norte-sur.

Otro hito en los estudios magnéticos fue el invento de la balanza de torsión en 1750, con la que el inglés John Michell (1724-1793) pudo medir la fuerza entre dos polos magnéticos, y notó que es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos. Además, admitió que los polos siempre se hallan de a pares, nunca aislados.

En 1809 ocurre un importante descubrimiento, por parte del físico danés Hans Christian Oersted (1777-1851): que el magnetismo y la electricidad están relacionados, son dos aspectos en que se manifiesta la misma fuerza, sean cargas eléctricas en reposo o en movimiento. Una corriente eléctrica que circula por un cable influye sobre la aguja de una brújula. Más tarde, André Ampère (1775-1836) estableció las leyes matemáticas de las fuerzas magnéticas entre conductores con corriente eléctrica.

En 1831 Michael Faraday (1791-1867) determinó la existencia del fenómeno inverso al estudiado por Oersted, la inducción electromagnética, que es la producción de corriente eléctrica en conductores que se mueven cerca de imanes permanentes. Los trabajos teóricos de James Clerk Maxwell (1831-1879) demostraron que un campo eléctrico cambiante da lugar a un campo magnético.



El descubrimiento de Faraday sentó las bases para el posterior desarrollo del motor eléctrico.

PARA CHARLAR Y DEBATIR

La tecnología derivada de los conocimientos científicos desarrollados en el siglo XIX sobre los fenómenos electromagnéticos devino en la invención del motor eléctrico, de la generación eléctrica, de la iluminación, dando lugar a la segunda fase de la revolución industrial.

El beneficio que la humanidad ha obtenido de la ciencia y tecnología del magnetismo ha sido enorme: por ejemplo, en el rubro transportes, va desde más de un milenio de

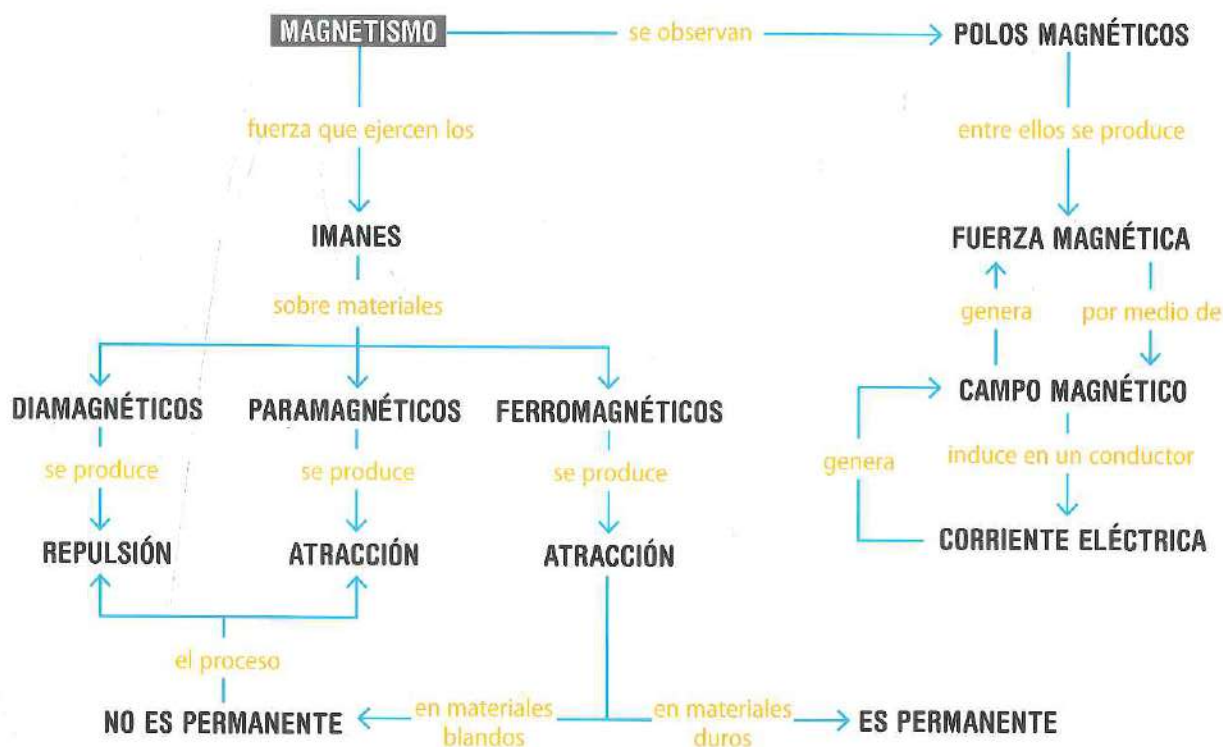
navegación marina hasta la aviación y viajes espaciales y los satélites artificiales; en el rubro comunicaciones, desde la telegrafía, la telefonía, la radiodifusión, la televisión e internet. ¿Se animan a encontrar aplicaciones en otros campos como la industria, el comercio, la educación y la salud, en que se empleen fenómenos magnéticos para el desarrollo de esas actividades? Reúnanse en grupos e intercambien sus conocimientos y opiniones.

EL MAGNETISMO Y LA MATERIA

LAS ANTIGUAS CIVILIZACIONES SUPIERON APROVECHAR LOS EFECTOS DEL MAGNETISMO MUCHO ANTES DE COMPRENDER LAS LEYES QUE LO RIGEN. HOY SABEMOS QUE ES UN FENÓMENO FÍSICO QUE SE MANIFIESTA EN LA NATURALEZA, POR EL CUAL CIERTOS MATERIALES EJERCEN FUERZAS DE ATRACCIÓN O REPULSIÓN SOBRE OTROS, Y MODIFICAN EL ESPACIO CIRCUNDANTE. CON EL TIEMPO, LOS IMANES SE CONVIRTIERON EN PARTE ESENCIAL DE NUESTRAS VIDAS.

SEMEJANZAS QUE NO SON CASUALES

En las próximas páginas volveremos a hablar de polos positivos y negativos, de campos, de fuerzas y de intensidad, conceptos relacionados con la electricidad en el capítulo anterior; pero, esta vez, los utilizaremos para analizar las características del magnetismo. Conoceremos las clases de imanes que existen y cuáles son sus efectos sobre los distintos tipos de materiales. Nos referiremos a algunas de las formas de magnetizar y desmagnetizar una sustancia, para finalmente establecer una primera aproximación al vínculo entre el magnetismo y la electricidad.



Este organizador da un panorama de los temas que se verán en el capítulo. Conversen acerca de los materiales y el magnetismo en la vida cotidiana.

EL MAGNETISMO EN LA HISTORIA

La historia del magnetismo se remonta, al igual que la historia de la electricidad, a la Antigua Grecia, aunque las primeras apreciaciones también surgieron en forma paralela en China. Los antiguos griegos se habían detenido a observar el fenómeno físico por el cual ciertos materiales podían ejercer una fuerza de atracción o repulsión sobre otros, ya por el siglo V a. C. Los estudios iniciales se le atribuyeron a Tales de Mileto, un filósofo griego, y se cree que las observaciones primigenias sobre el magnetismo tuvieron lugar en una ciudad llamada Magnesia, de donde deriva su nombre. En esta ciudad griega, que se ubicaba a unos 20 km del pueblo natal de Mileto, abundaba un mineral de hierro que se comporta como imán: la **magnetita**.

No se descarta que cuando Tales inició sus estudios, el magnetismo ya fuera conocido en otros lugares. Hay manuscritos chinos del siglo IV a. C. que describen el fenómeno del magnetismo, y todo indica que allí ya se utilizaba la brújula, cuyo funcionamiento se basa en principios magnéticos, mucho antes que en Occidente. Además, hay numerosas leyendas sobre el descubrimiento del magnetismo; la más conocida es la de Magnes, un pastor griego que se quedó "pegado" a la Tierra cuando los clavos de sus zapatos quedaron adheridos a unas rocas que tenían el poder de atraer el metal.



Los griegos y los chinos fueron los primeros en analizar las propiedades de la magnetita. Investiguen sobre las formas en que estas civilizaciones abordaron los estudios sobre la naturaleza.



Los chinos inventaron la brújula, un dispositivo que funciona en base al magnetismo, y la utilizaron mucho antes de conocer los principios que regían el fenómeno.

PRIMERO FUE EN ORIENTE

El físico, astrónomo, cartógrafo y geólogo chino ShenKuo (1031-1095) describió el funcionamiento de la brújula magnética casi un siglo antes que en Occidente. Recién en 1187, el científico inglés Alexander Neckham consiguió desarrollar la técnica. El primer tratado importante sobre magnetismo lo escribió el científico francés Pedro Peregrino de Maricourt en 1269; luego, otros investigadores realizaron aportes de relevancia. Pero los avances más trascendentes en cuanto al estudio del fenómeno se consiguieron cuando la metafísica y la ciencia tomaron caminos separados, y la matemática se instaló como el lenguaje de la ciencia por excelencia. Hacia el 1800, las líneas de investigación sobre el magnetismo se cruzan con las vinculadas a la electricidad; ese fue el inicio de una nueva etapa en la ciencia que dio lugar a un sinnúmero de inventos que nos acompañan hasta el presente, y que han sido claves en el desarrollo de la humanidad.



Galileo Galilei (1564-1642) abandonó su investigación sobre el magnetismo por falta de financiamiento. Luego, diseñó una brújula militar para apuntar balas de cañón y recibió apoyo económico. ¿Qué conclusiones sacan de esto?

IMANES PERMANENTES



LOS IMANES PERMANENTES Y NO PERMANENTES

La principal característica de los imanes es que pueden atraer ciertos materiales, concretamente algunos metales. Entre el imán y el objeto se genera una fuerza a distancia, que aumenta cuanto más cerca estén uno del otro y disminuye al alejarlos. Pero la fuerza magnética puede ser atractiva o repulsiva. Esto se observa al acercar dos imanes ubicándolos en distintas orientaciones: unas veces se atraen y otras se repelen.

Los imanes con los que experimentamos habitualmente, como el de la puerta de la heladera, son **imanes permanentes**; se trata de materiales que una vez que han sido magnetizados permanecen con carga magnética a lo largo del tiempo, aunque pueda disminuir. Por el contrario, los **imanes no permanentes**, son materiales que se comportan como imanes por un período breve, y solo ante la presencia de otros imanes.

Los imanes de magnetita, por ejemplo, son imanes permanentes que están en la naturaleza, y son los más antiguos que se conocen. Pero, los imanes permanentes también pueden crearse, y para ello hace falta disponer de alguna sustancia magnética, es decir, materiales que resulten atraídos por los imanes, como hierro, níquel o cobalto.

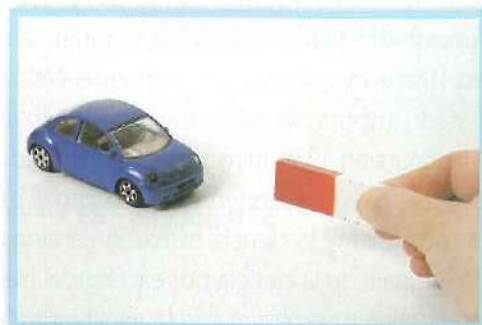
TIPOS DE IMANES PERMANENTES

Existen tres tipos de imanes según las sustancias a partir de las cuales se fabricaron.

- **Imanes cerámicos.** Se crean cohesionando a muy alta temperatura y elevada presión partículas pequeñas de material magnético, como el óxido de hierro. Son lisos y de color gris oscuro; se les puede dar formas variadas y por eso son muy versátiles: son los más usados en heladeras, micrófonos, motores y parlantes, entre otros aparatos. Tienen un aspecto similar al de la porcelana, son quebradizos y pueden romperse si se caen. Hay un tipo de imán cerámico conocido como ferrita, que se fabrica con una mezcla de bario y estroncio. Se caracterizan por su resistencia a las sustancias químicas y a las bajas y altas temperaturas (toleran entre los -40 y los 260 °C).
- **Imanes de alnico.** Son una aleación de aluminio, níquel y cobalto, junto con hierro y cobre. Resultan más económicos y soportan altas temperaturas, pero no son potentes. Sin embargo, tienen un buen desempeño a altas temperaturas.
- **Imanes de tierras raras.** Son entre 6 y 10 veces más poderosos que los imanes tradicionales. Están conformados por hierro, neodimio y boro, o bien samario y cobalto, y llevan un baño de metal o pintura porque se oxidan fácilmente.



Ejemplo de imán cerámico. ¿Cuáles son sus características?



Autito de metal atraído por un imán cerámico. El magnetismo es una fuerza a distancia.

LOS MATERIALES FRENTE AL MAGNETISMO

Si bien hay materiales, como la magnetita, que están presentes en el suelo terrestre ya magnetizados, hemos visto que los imanes se pueden crear al poner en contacto un imán permanente con ciertos materiales. Las sustancias que se magnetizan y se transforman en imanes al estar en contacto con otros imanes se denominan **ferromagnéticas**.

Los materiales ferromagnéticos se caracterizan por presentar ferromagnetismo, una propiedad que depende de la composición química del material pero también de su estructura microscópica. En los materiales ferromagnéticos se produce el ordenamiento de los dominios ante una interacción magnética. Algunos ejemplos de este tipo de sustancia son el cobalto, el níquel, el hierro y ciertas aleaciones. De acuerdo con el tiempo durante el cual los dominios magnéticos permanezcan ordenados, las sustancias ferromagnéticas pueden ser **duras** (ordenamiento permanente, como en el caso de todos los imanes permanentes), o **blandas** (ordenamiento temporario que permanece por un corto período de tiempo luego de retirar el campo magnético, como en el caso del hierro puro).

Otros materiales reaccionan ante los imanes pero de manera opuesta a los ferromagnéticos, ya que en vez de resultar atraídos, son repelidos. Es el caso de los materiales **diamagnéticos**; por ejemplo, la sal de mesa, el grafito, el hidrógeno, el agua, el cobre, el mercurio, el oro, el bronce y los gases nobles, entre otros. Cuando se aproxima un imán permanente a esos materiales se observa una fuerza magnética pero de tipo repulsiva (el material diamagnético tiende a alejarse). Durante el tiempo en que permanecen cerca del imán se magnetizan y se repelen, pero cuando se retira el imán, se desmagnetizan.

Además, existen ciertas sustancias, como el aire, el aluminio o el magnesio, que al estar cerca de imanes se imantan temporariamente y en forma débil. Estos materiales se llaman **paramagnéticos**, y se distinguen de los ferromagnéticos blandos en que la desmagnetización se da no bien se retira el imán y la fuerza magnética es más débil. Tanto los diamagnéticos como los paramagnéticos son materiales que no pueden generar imanes permanentes.



El hierro posee propiedades ferromagnéticas.



El mercurio posee propiedades diamagnéticas.



El aluminio posee propiedades paramagnéticas.

HERRAMIENTAS

Subrayado de ideas principales

Las ideas principales permiten reconocer lo más importante de un texto, lo que posibilita una correcta comprensión de la información. Se trata de enunciados generales que muestran aquello que presenta el escritor para explicar el tema del que trata un párrafo. Se la puede encontrar al inicio, en el centro o al final de un párrafo. Primero se debe hacer una lectura global del texto, para tener una idea general de lo expresado en él, y luego una más minuciosa para identificar las ideas principales. Algunas acciones para hallar y trabajar las ideas principales son:

- Analizar el título y los subtítulos del texto.
- Reconocer la parte del texto que indica el tema tratado.
- Identificar ciertas señales, como palabras clave y frases que indican la relación entre las ideas y permiten ver la progresión y el hilo lógico del texto, que le da coherencia.
- Descartar de la información redundante o irrelevante.

El encontrar respuestas a interrogantes clave relacionados con el texto, por ejemplo: ¿qué?, ¿quiénes?, ¿cómo?, ¿dónde?, ¿por qué?, ¿cuándo?, muestra que el subrayado es correcto. El subrayado de ideas principales permite realizar una lectura activa, comprender el tema y profundizar el aprendizaje.



A. Un material magnético no magnetizado tiene dominios orientados en distintas direcciones.
B. Si un imán poderoso orienta los dominios en una dirección, el material se magnetiza. ¿Qué sucederá si el material es magnéticamente blando?

LA MAGNETIZACIÓN DE LOS MATERIALES

Para crear un imán casero basta con acercarse a un imán permanente algún **material ferromagnético**; si quedan en contacto por un tiempo, este último comenzará a comportarse como un imán, se magnetizará. Así, si se deja una aguja pegada a un imán durante varios días, esta se magnetiza. Pero hay un método más veloz para lograr lo mismo: frotar la aguja muchas veces con un extremo del imán, comenzando siempre por una punta de la aguja hasta llegar a la otra, para luego levantarla e iniciar el ciclo. El resultado será mejor cuanto más potente sea el imán usado y más veces se repita el ciclo.



A. Se frota la aguja con un imán empezando siempre por el mismo extremo, reiteradas veces.



B. La aguja se magnetiza y se comporta como un imán.

DOMINIOS MAGNÉTICOS

Existe también la posibilidad de magnetizar materiales sin que estén en contacto directo con el imán, simplemente colocando cerca uno del otro.

La magnetización puede observarse en los materiales ferromagnéticos, como en el ejemplo citado, y en los materiales paramagnéticos y diamagnéticos, pero en estos dos últimos solo será temporal y mientras estén en contacto o cerca de un imán. En todos los casos, si la magnetización se produce por contacto o a distancia, el proceso se denomina **inducción magnética**, y se vincula con la teoría de los dominios magnéticos.

Los materiales magnéticos están formados por una enorme cantidad de pequeños imanes microscópicos, llamados **dominios magnéticos**. Cuando están desmagnetizados, los dominios se encuentran desordenados, orientados en distintas direcciones al azar, lo que da por resultado que el magnetismo del conjunto resulte cero. Pero los dominios del material magnético se pueden ordenar o alinear por inducción, mediante la influencia de un imán potente, creando un nuevo imán. Lo que sucede en estos casos es que el imán hace que se refuerce el magnetismo de un dominio que, a la vez, se suma al de otros muchos dominios, y orienta a todos en una misma dirección. Como consecuencia, el material se magnetiza.

Luego, puede pasar que los dominios vuelvan a desordenarse y el material se habrá desmagnetizado. Esto sucede con el hierro, por eso se dice que es un material **magnéticamente blando**. En cambio, si los dominios se mantienen ordenados, el material continúa magnetizado en el tiempo y se convierte en un imán permanente. Esto suele suceder con el acero o el óxido de hierro (ferrite), típicos materiales de los imanes cerámicos, a los que se denomina materiales **magnéticamente duros**.

ACTIVIDADES

1. Identifiquen de la siguiente lista los materiales magnéticos blandos y magnéticos duros: Plástico, hierro, caucho, acero, bronce, níquel, vidrio, tierras raras.

LA MAGNETIZACIÓN Y LA TEMPERATURA

Así como es posible magnetizar un material, también existen métodos para desmagnetizarlo. En el primer caso, se trata de provocar una alineación de sus dominios magnéticos y, en el segundo, de desordenarlos.

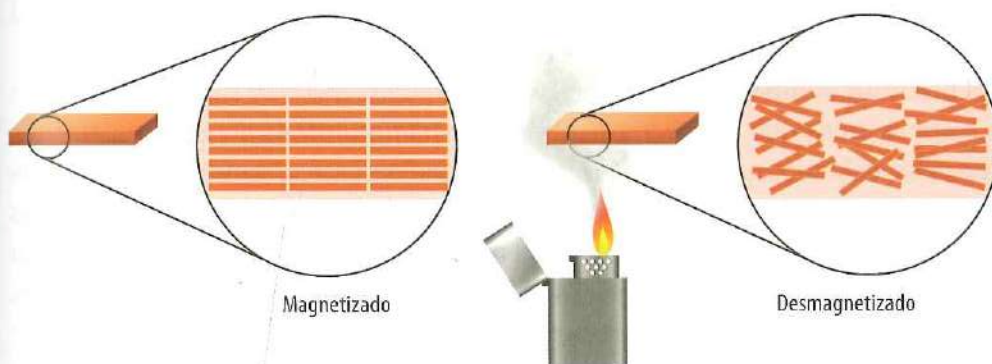
Un modo de provocar la desmagnetización de un material es golpeándolo repetidas veces, ya que de ese modo los dominios se desordenan. Otra forma de lograrlo es sometiéndolo a alta temperatura, lo cual provoca un desorden microscópico que se traduce en la pérdida de alineación de los dominios magnéticos y, por lo tanto, el material se desmagnetiza. La temperatura que provoca el desorden de los dominios varía según el tipo de material, y se denomina temperatura de Curie, dado que fueron los hermanos Pierre Curie y Jacques Curie quienes descubrieron que las propiedades magnéticas de los materiales cambian en función de la temperatura.

La temperatura de Curie establece el límite por encima del cual el material ferromagnético se desmagnetiza. Ese límite es de $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el caso de un imán cerámico, y de $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ si se trata de un imán de cobalto. Del mismo modo, si se pretende magnetizar una sustancia ferromagnética, la temperatura de esta deberá ser inferior a la temperatura de Curie correspondiente para ese material.



Cuando se golpea un imán, se desmagnetiza. ¿Por qué? ¿De qué otro modo se obtiene el mismo resultado?

EFFECTOS DE LA TEMPERATURA SOBRE LA MAGNETIZACIÓN



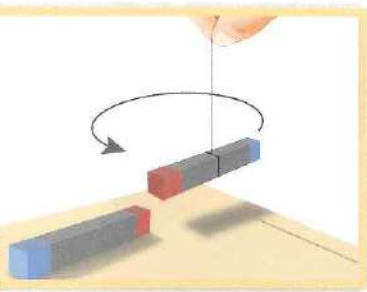
Los efectos de la temperatura sobre los materiales magnéticos se aprovechan en la fabricación de imanes. Primero, se funde el metal magnético o una sustancia que contenga limaduras de un material magnético y, a medida que el líquido se va enfriando, se lo magnetiza utilizando un imán muy poderoso. Una vez que la sustancia se encuentra fría y sólida, ya se habrá magnetizado.

Así como la temperatura afecta a un material magnetizado, la magnetización puede producir en el material cambios en su temperatura. Por ejemplo, si se producen variaciones en la magnetización de un sistema que esté aislado del entorno y que, por lo tanto, no pueda intercambiar energía térmica con él, también se producirán cambios en su temperatura. Un sistema aislado térmicamente aumentará su temperatura cuando esté magnetizado y se enfriará cuando se desmagnetice. Así es que, si se pretende enfriar un material, bastará con desmagnetizarlo.

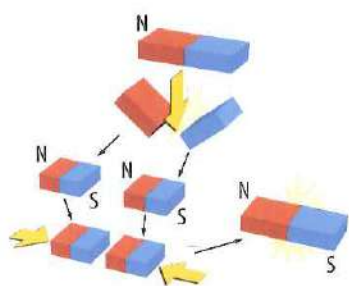


El helio es un gas noble más liviano que el aire. Si se lo somete a bajas temperaturas y al efecto de desmagnetización en un entorno aislado, puede volverse líquido. ¿Cómo se encuentran los dominios magnéticos en el helio líquido?

LOS POLOS MAGNÉTICOS

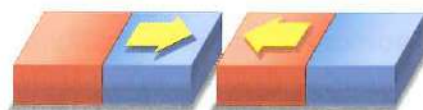


Si se cuelga un imán y se lo acerca al polo de otro, el que está colgado girará hasta encontrar una posición en la que la energía magnética del sistema será la mínima posible.

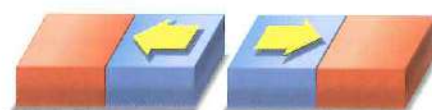


Al fragmentar un imán se obtienen nuevos imanes con dos polos magnéticos.

Si alguna vez hemos enfrentado pares imanes, habremos comprobado que, según cómo se los coloca, estos se atraen con fuerza o se repelen, de modo que resulta muy difícil hacerlos entrar en contacto. Esto se explica en el hecho de que los imanes tienen dos polos magnéticos, uno positivo o norte (+) y otro negativo o sur (-). Así, cuando aproximamos dos polos de signo distinto, los imanes se pegan, pero cuando son del signo opuesto, se separan. En los imanes con forma de pastilla, los polos se ubican en las caras y, en los que tienen forma de barra, en los extremos.



Polos opuestos: atracción



Polos iguales: repulsión

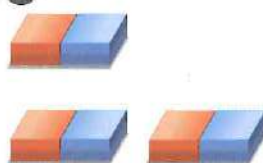
Una característica que distingue a todos los imanes es que siempre tienen dos polos magnéticos, y que es imposible aislar uno de ellos. Si, por ejemplo, fragmentamos un imán en varias partes, cada una de ellas se comportaría como un nuevo imán, con sus respectivos polos. Y si se continuara con esta división, podríamos llegar a obtener fragmentos del tamaño del dominio magnético (del orden molecular), los cuales también presentarían polaridad. Del mismo modo, cuando se unen dos imanes por sus polos opuestos, los dos polos unidos en el centro de la unidad que se ha formado pierden su poder magnético, a la vez que el conjunto tiene sus polos en los extremos.

LA ENERGÍA MAGNÉTICA

Supongamos que quisiéramos volver a separar los imanes del ejemplo anterior; entonces, debemos hacer cierta fuerza para lograrlo, es decir, invertir energía. Y también será necesario invertir energía si pretendemos unir los dos imanes pero por los polos de igual signo. En el primer caso, la energía necesaria para separarlos será mayor cuanto más pretendamos alejarlos. En el segundo, cuanto más queramos acercarlos, mayor cantidad de energía deberemos invertir.

Al separar dos imanes que estaban unidos por sus polos opuestos, ambos imanes guardan la energía invertida en separarlos en forma de energía magnética. Esta puede transformarse en energía cinética si se sueltan los imanes, ya que uno y otro se acelerarán al acercarse sus polos opuestos. Si se juntaran los polos del mismo signo de dos imanes sucedería lo mismo: la energía invertida en juntarlos se guardaría en el sistema que conforman ambos como energía magnética. Al soltarlos, los imanes se alejarían y la energía magnética acumulada se transformaría en energía cinética. De estas experiencias se desprende que los sistemas formados por imanes conservan energía magnética.

A



B

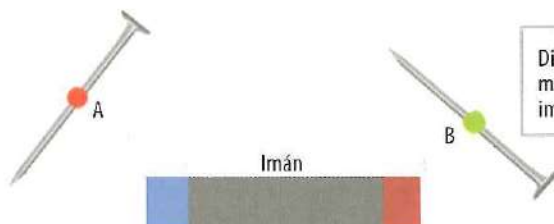


Los sistemas de imanes guardan energía magnética. ¿En qué casos de A y de B la energía magnética es mayor? Indiquen si se produce fuerzas atractivas o repulsivas.

EL CAMPO MAGNÉTICO

Las fuerzas de repulsión y atracción entre cuerpos magnéticos tienen su correlato en el espacio que los rodea, que se ve modificado ya que en torno a los cuerpos imantados se genera **campo magnético**, que es la zona del espacio en la que el imán ejerce su influencia. Para observar este campo basta con suspender sobre un imán un alfiler colgando de un hilo. Si se desplaza el alfiler de un lado al otro del imán, cambia su orientación. Esta variación en la orientación del alfiler se relaciona con el campo magnético, y su representación gráfica se hace con flechas o vectores orientados, en este caso, en la dirección que tome el alfiler magnético. Además, el campo magnético tiene una intensidad que es distinta en los diferentes puntos del campo. En el ejemplo podrá observarse que la fuerza con la que gira el alfiler es mayor allí donde el campo magnético es más intenso.

Siempre que se coloca en el punto A, el alfiler gira y termina así orientado. Esta es la dirección del campo en el punto A.



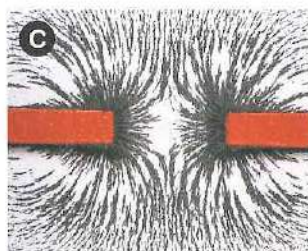
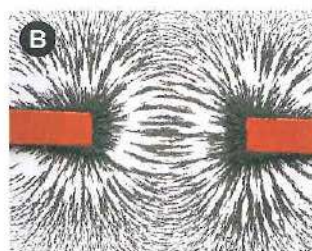
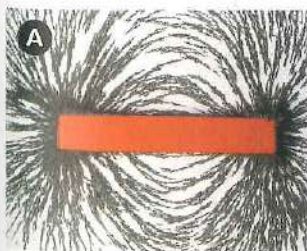
Dirección del campo magnético que crea el imán en el punto B.

Posiciones de una aguja imantada debidas al campo magnético del imán.

LAS LÍNEAS DEL CAMPO MAGNÉTICO

Como ocurre con el campo eléctrico, también se pueden dibujar las líneas de un campo magnético. Estas van desde un polo al otro del imán y, por convención, se las dibuja saliendo del polo norte y entrando por el polo sur. Como en los gráficos del campo eléctrico, las líneas estarán más concentradas donde el campo magnético es más intenso. Una forma de observar este "mapa" es colocando limaduras de hierro esparcidas sobre un papel cerca de uno o varios imanes. Las limaduras se comportarán como pequeñas agujas magnéticas y se orientarán y distribuirán formando las líneas del campo magnético. Sobre la representación de las líneas del campo magnético se puede establecer:

- Siempre son líneas cerradas, que entran por el polo sur y salen del polo norte.
- Las líneas del campo magnético no se cortan ni se cruzan.
- Se dibujan de modo que la intensidad del campo sea proporcional al número de líneas representadas.

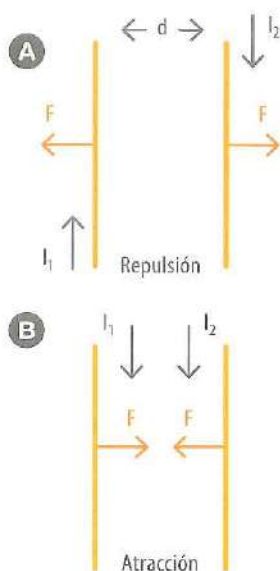


Limaduras de hierro formando las líneas de campo alrededor de un imán (A) y de dos imanes (B y C). Observen las líneas en B y en C, ¿en qué caso los imanes están con sus polos iguales enfrentados y en cuál con los polos opuestos?



Trabajo práctico 6,
páginas 196 y 197.

Para saber más sobre este tema
ingresen a: e-sm.com.ar/lineas_mag



A. La corriente circula en sentido opuesto y los conductores se repelen. B. La corriente circula por los conductores en el mismo sentido y los conductores se atraen.

En el experimento de Oersted, cuando el circuito se encuentra abierto, la dirección de la aguja coincide con la del conductor. Una vez cerrado el circuito, la dirección de la aguja es perpendicular al cable. Se pudo comprobar así que el cable, mientras es portador de cargas, genera un campo magnético a su alrededor, de manera similar a un imán.

ACTIVIDADES

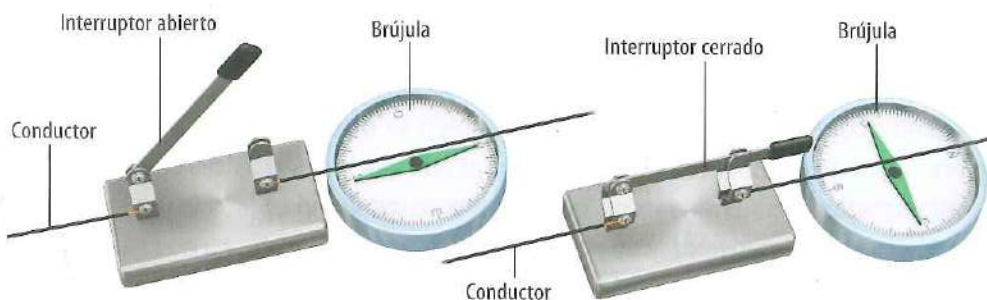
1. Observen los gráficos de arriba, ¿Qué modificación a la intensidad de la corriente deberían hacer para que la fuerza generada sea un cuarto de la anterior?

EL ELECTROMAGNETISMO

Todas las ramas de la ciencia, y en particular la física, están en constante construcción. En ese proceso, hipótesis que se tenían por ciertas pueden cambiar, lo mismo que los enfoques y las conclusiones. También puede suceder que ciertos fenómenos que se estudian de modo independiente tengan relación entre sí. Esto es lo que sucedió con la electricidad y el magnetismo, que fueron estudiados como si se tratara de ramas de la física, totalmente desvinculadas hasta el siglo XIX.

El primero en relacionar los fenómenos eléctricos con los físicos fue el físico danés Hans Christian Oersted (1777-1851), quien en 1820, mientras experimentaba con circuitos eléctricos, pudo establecer la relación entre ambos. Lo que observó puntualmente fue que la aguja magnética de una brújula que se encontraba cerca, se desviaba cada vez que hacía circular electricidad por el circuito. Luego, cuando abría el circuito, la aguja volvía a su posición original. Pudo determinar, además, que la aguja no era atraída ni repelida, sino que tendía a quedar en línea recta en relación con el conductor. Tras realizar varios estudios en esa línea de investigación, Oersted concluyó que toda corriente eléctrica que circula por un conductor genera un campo magnético en el espacio circundante.

EL EXPERIMENTO DE OERSTED



LA CORRIENTE ELÉCTRICA COMO IMÁN

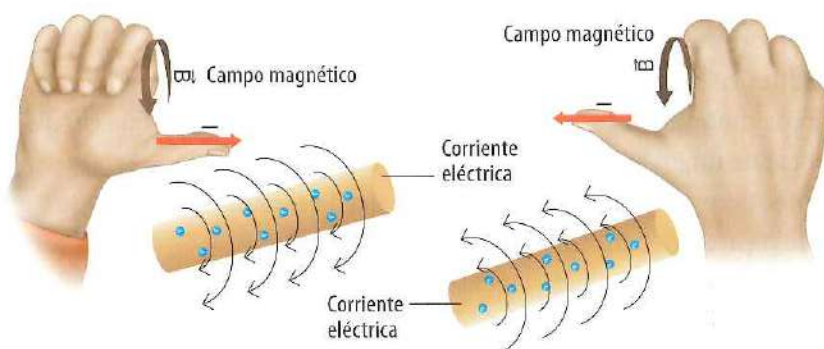
Al enterarse de los descubrimientos de Oersted, André-Marie Ampere (1175-1836) se interesó por el fenómeno y supuso que, así como sucede con dos imanes, si se enfrentaban dos conductores a través de los que circulara una corriente eléctrica, debían interactuar magnéticamente. Así, logró demostrar empíricamente que al circular una corriente por entre dos cables paralelos, aparecían fuerzas de atracción si las corrientes iban en el mismo sentido, y de repulsión si iban en sentido opuesto. En esa interacción de naturaleza eléctrica y magnética, la intensidad de la fuerza (F) que se manifiesta es proporcional a la intensidad de cada corriente (I_1, I_2), e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (d) entre ambos conductores:

$$F \propto \frac{I_1 I_2}{d^2}$$

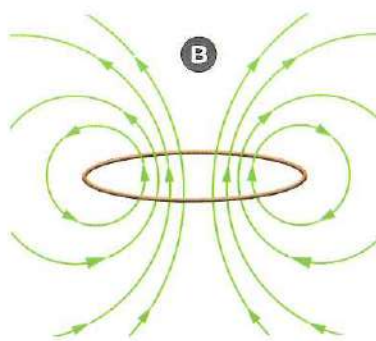
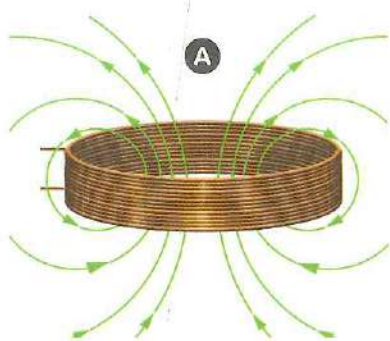
Ampere logró comprobar el principio básico del **electromagnetismo**: una corriente eléctrica es un imán, produce un campo magnético propio y siente los efectos magnéticos de otros campos.

LA CORRIENTE ELÉCTRICA Y EL CAMPO MAGNÉTICO

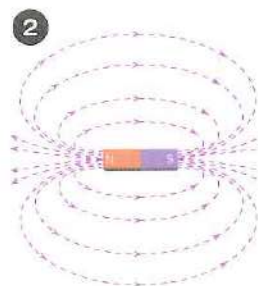
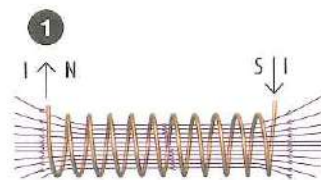
Las características del campo magnético que genera una corriente eléctrica se vinculan con la disposición de los conductores. Si se trata de un tramo recto de alambre, las líneas de campo estarán dispuestas como circunferencias concéntricas alrededor del conductor. A la vez, el sentido del campo magnético se modificará si se cambia el sentido de la corriente. Una forma de identificar el sentido del campo magnético es con **la regla de la mano derecha**: se trata de colocar el pulgar derecho haciéndolo coincidir con la dirección de la corriente y cerrando los demás dedos hacia la palma. El movimiento de los dedos permite determinar el sentido del campo magnético.



Los campos magnéticos concéntricos pueden superponerse y sumarse si se pretende aumentar su intensidad, colocando juntos varios conductores rectos, pero se necesitaría una fuente eléctrica para cada uno. En cambio, si se utiliza un único conductor enrollado, formando muchas espiras (anillos), se logra sumar los campos magnéticos sin multiplicar las fuentes de energía. Al enrollar un conductor para que forme varias espiras se obtiene una bobina. Cuantas más sean las espiras y mayor la intensidad de la corriente, mayor será la intensidad del campo magnético. Si circula corriente a través de una bobina de forma cilíndrica, llamada **solenoides**, se crea un campo magnético intenso en su interior y otro más débil en el exterior, que casi se desvanece a corta distancia. El campo magnético de un solenoide es parecido al de un imán permanente en barra, con la diferencia de que en el solenoide puede controlarse la intensidad del campo.



A. Campo magnético que forma un conductor con forma de espira. B. Campo magnético que se forma en torno a una bobina.



El campo magnético de un solenoide por el que circula una corriente (1), es similar al de un imán en barra (2). ¿Dónde debería ubicarse el imán en relación con el solenoide para que resulte atraído? ¿Y para que resulte repelido?

ACTIVIDADES

1. Si se tienen dos bobinas, una de 10 vueltas de alambre de cobre y otra con 16 vueltas, y se las conecta a los polos de dos pilas iguales, ¿cuál se convertirá en el imán más potente y por qué?

- Los imanes permanentes pueden estar conformados con diferentes materiales. Describan qué tipos de imanes permanentes existen y cuáles son sus componente principales.
- Determinen si las siguientes frases son verdaderas (V) o falsas (F). Justifiquen sus respuestas.
 - Al frotar la aguja varias veces con el polo de un imán, comenzando siempre por una punta de la aguja hasta llegar a la otra, se logra magnetizarla.
 - Los materiales magnéticos están formados por una enorme cantidad de pequeños imanes microscópicos llamados dominios magnéticos, que son indiferentes a la presencia de un imán.
 - Si los dominios magnéticos se mantienen ordenados en el tiempo, el material se desmagnetiza y no funciona como un imán.
- Consigan dos imanes rectangulares y limadura de hierro. En grupos, realicen la siguiente experiencia y luego respondan las preguntas planteadas:

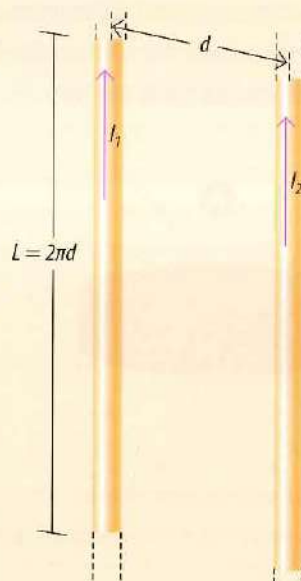
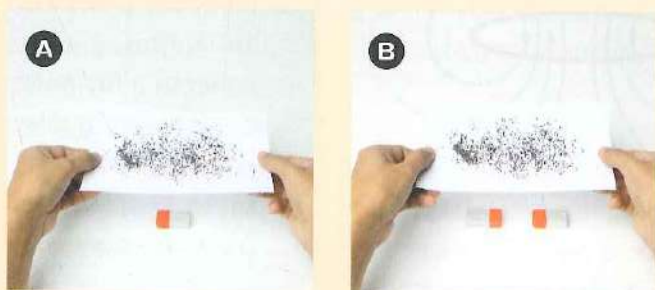
Paso 1. Coloquen las limaduras de hierro sobre una hoja, distribuidas de manera uniforme.

Paso 2. Coloquen un imán bajo la hoja y agiten levemente el papel hasta que se distinga de modo claro la orientación que adquieren las limaduras (A).

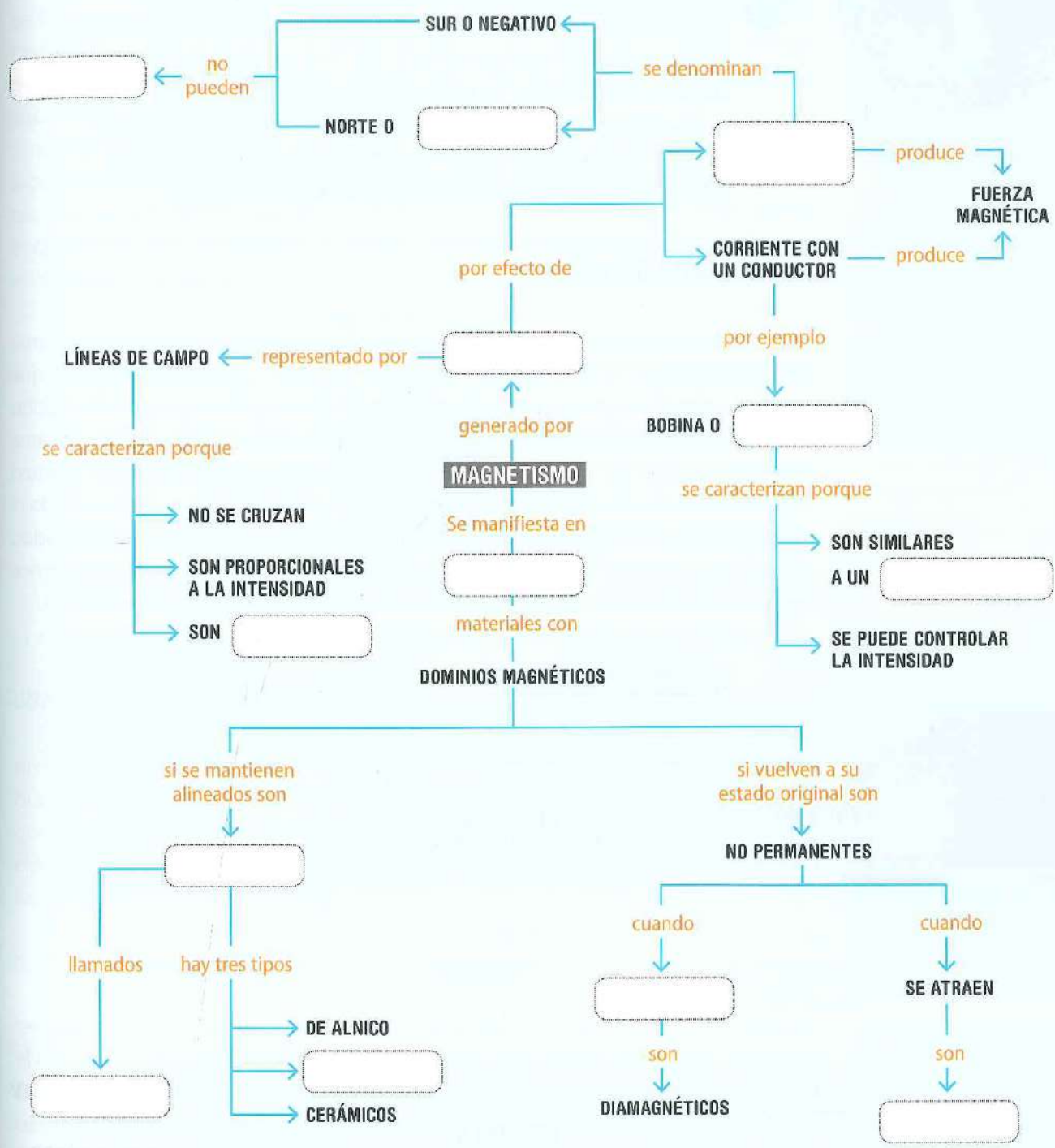
Paso 3. Realicen un esquema de la situación.

Paso 4. Repitan el procedimiento, pero esta vez dejen bajo la hoja los dos imanes. Dispóngalos primero enfrentando los extremos que se repelen y luego los extremos que se atraen. Representen ambas experiencias a través de esquemas (B).

 - ¿Qué ocurre alrededor de los imanes?
 - ¿Cómo pueden relacionar la distribución de las limaduras con el concepto de campo magnético?
- Escriban frases que relacionen los siguientes grupos de palabras.
 - Temperatura - magnetización - orden
 - Ferromagnético - dominios - orden
 - Diamagnético - fuerza
 - Paramagnéticos - ferromagnéticos - tiempo
- Indiquen qué opciones pueden completar la frase: "La intensidad del campo magnético generado en el interior de un solenoide depende principalmente de...".
 - ...el material del conductor".
 - ...el diámetro del conductor".
 - ...la intensidad de la corriente que circula a través".
 - ...el radio del solenoide".
 - ...el número de espiras del solenoide".
- En caso de tener dos conductores paralelos por los que circula corriente, indiquen qué siente cada conductor en los siguientes casos y comparen los resultados. Representen mediante flechas la dirección y la intensidad de la fuerza magnética.
 - La corriente por los conductores es $I_1 = I_2 = I$ y posee la misma dirección.
 - La corriente por los conductores es $I_1 = I_2 = I$ y tiene diferente dirección.
 - La corriente del primer conductor es el doble de la del segundo, con igual dirección ($I_1 = 2I$ y $I_2 = I$).
 - Se duplica la corriente del caso a).



1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



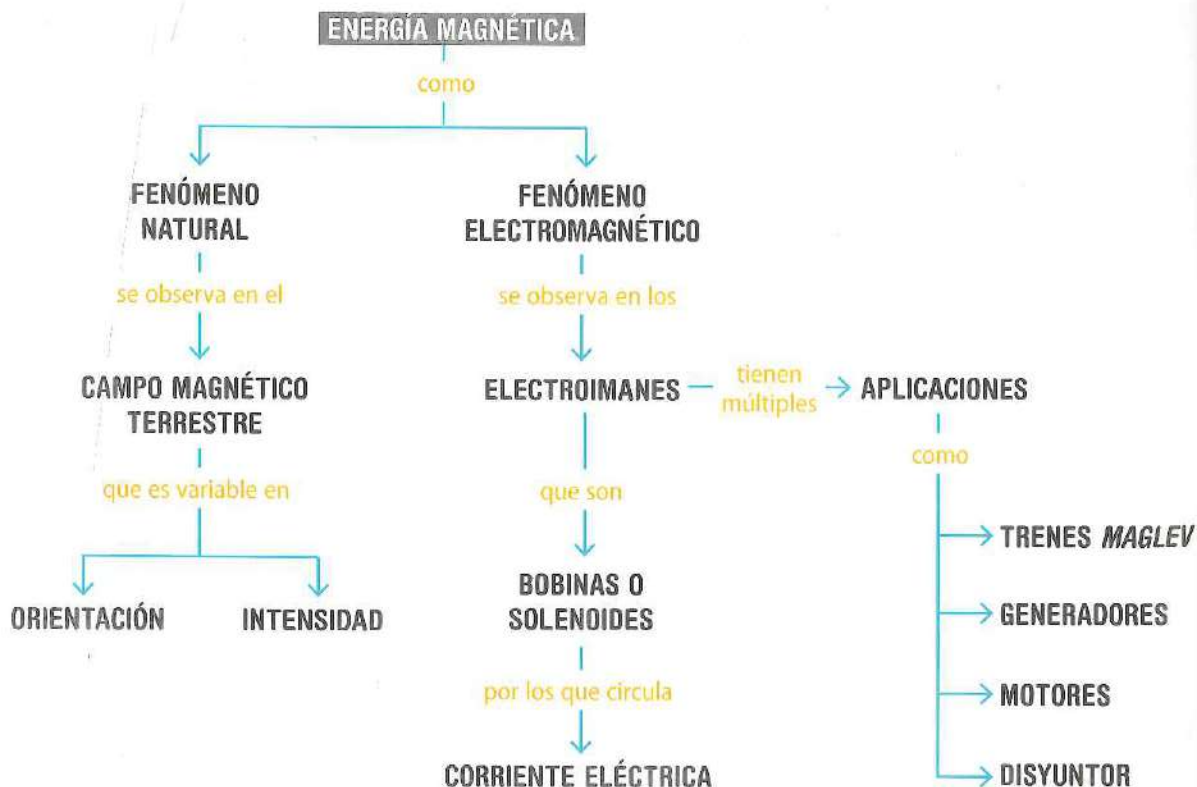
2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

EL MAGNETISMO Y LA VIDA COTIDIANA

EL MAGNETISMO ESTÁ PRESENTE EN LA TIERRA DESDE SU FORMACIÓN. EL CAMPO MAGNÉTICO QUE LA RODEA, ENTRE OTRAS COSAS, NOS PROTEGE DE LAS PARTÍCULAS ENERGÉTICAS QUE EMITE EL SOL, Y SU ESTUDIO HA PERMITIDO ELABORAR TEORÍAS SOBRE LA FORMACIÓN DE LOS CONTINENTES. CON EL TIEMPO, EL SER HUMANO APRENDIÓ A APROVECHAR EL MAGNETISMO Y ACTUALMENTE LOS ELECTROIMANES SON PIEZAS FUNDAMENTALES DE GRAN CANTIDAD DE ARTEFACTOS. EL DESARROLLO DE NUEVAS APLICACIONES CONTINÚA.

AUNQUE NO LOS VEAMOS...

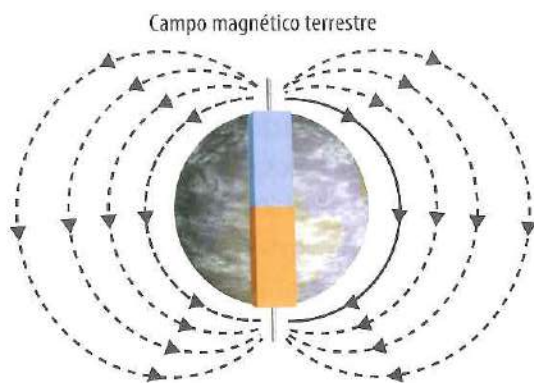
Las primeras investigaciones sobre el magnetismo se enfocaron en la creación de imanes permanentes y el análisis de sus efectos en los materiales. Luego surgieron teorías que introdujeron las ideas de campo, polos y dominios magnéticos. Finalmente, con la relación del magnetismo con la electricidad y el nacimiento del electromagnetismo como una rama de la física, se abrió un nuevo panorama para los desarrollos tecnológicos. Este capítulo aborda desde la formación del campo magnético terrestre hasta la actualidad, cuando el magnetismo es un fenómeno omnipresente. En generadores y motores, en discos rígidos, en parlantes, en disyuntores y hasta en los sistemas de levitación de los más modernos trenes, los electroimanes, invisibles y silenciosos, nos acompañan en la vida cotidiana.



EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

La brújula es una aguja magnetizada que puede girar libremente, y que al ser colocada en un campo magnético, se orienta en la dirección de este. Así, en cualquier punto de la Tierra en la que se la ubique, la aguja apuntará siempre en la misma dirección. De esto es posible deducir que la Tierra genera un campo magnético similar al de un gigantesco imán en barra o, dicho de otro modo, que se comporta como si de norte a sur estuviera atravesada por un gran imán rectangular.

Qué es lo que genera ese gran campo magnético ha sido un interrogante que dio lugar a distintas teorías científicas. Está comprobado que, sometidos a altas temperaturas, los materiales se desmagnetizan. Entonces, si la Tierra es caliente por dentro, ¿cómo es que los "imanes" que están en su interior conservan su magnetismo? Todo indica que el magnetismo terrestre no se genera de la misma manera que el de un cuerpo sólido.



La tierra se comporta como si estuviera atravesada de norte a sur por un gran imán rectangular.

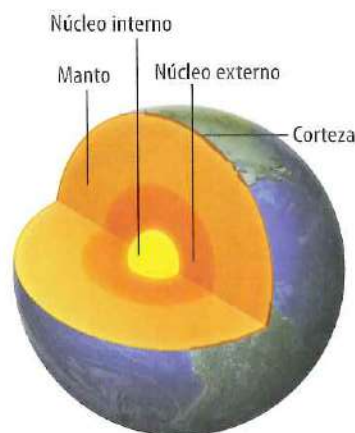
UNA TEORÍA MUY ACEPTADA

El núcleo interno de nuestro planeta se halla a una temperatura de unos 5.500 °C; sin embargo, la presión a la que está sometido lo mantiene en estado sólido. En cambio, el núcleo exterior está conformado por metales fluidos. Los científicos consideran que el campo magnético terrestre se origina a causa de las gigantescas corrientes eléctricas que se producen en el manto y en el núcleo exterior de la Tierra, debido a los movimientos de sus materiales.

Esas corrientes eléctricas son las que producen un campo magnético hacia el exterior, que se prolonga cientos de miles de kilómetros hacia el espacio.

La intensidad de un campo magnético se mide en gauss. El campo magnético terrestre es bastante débil: unos 0,3 gauss en el ecuador y 0,7 en los polos, mientras que el que genera un pequeño imán es de 100 gauss. Está demostrado que la intensidad del campo magnético terrestre no es constante, sino que hay una variación pequeña y bastante regular de un día para otro (variación diurna). La intensidad del campo también aumenta cuando se producen las llamadas tormentas magnéticas, que son generadas por las corrientes eléctricas que se observan en las capas superiores de la atmósfera.

Aun sin ser muy intenso, el campo magnético terrestre nos protege del viento que emana de la región más superior de la atmósfera del Sol (corona). De otro modo, esas partículas energéticas pondrían en peligro la vida en la Tierra.



El campo magnético terrestre está vinculado con el movimiento de los metales fluidos que contiene en su núcleo externo líquido. ¿Por qué el origen del magnetismo terrestre no puede explicarse del mismo modo que el de otros cuerpos sólidos?



El campo magnético terrestre nos protege del constante viento solar. Investiguen: ¿a través de qué fenómeno es observable el viento solar desde la Tierra?



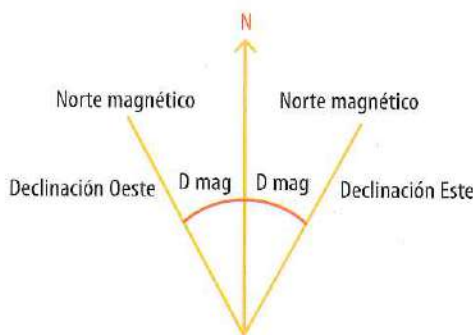
LA BRÚJULA Y LA DECLINACIÓN MAGNÉTICA

La brújula, creada en la antigua China hacia el año 1.000 d. C., es un instrumento que sirve para orientarse en cualquier punto del planeta, cuyo funcionamiento se basa en la existencia del campo magnético terrestre.

Si bien se trata de un mecanismo bastante preciso, no es exacto. Hacia el 1.600 ya se sabía que la aguja no apunta exactamente al norte, sino que se ubica un poco desviada. El ángulo que forma la dirección de la aguja con la dirección norte-sur, se llama **declinación magnética**, y su valor es diferente en distintos puntos del planeta. Se habla entonces de un norte y un sur geográficos ("verdaderos") y de un norte y un sur magnéticos (que son los que indica la brújula). La declinación se considera de valor positivo cuando el norte magnético se encuentra al este del geográfico, y negativo si está al oeste, por lo que la declinación está relacionada con la longitud.

Tal como sucede con la intensidad del campo, la declinación magnética no es constante, sino que presenta variaciones. Algunos días se producen perturbaciones con variaciones mayores que lo habitual debido a las tormentas magnéticas. Además, el valor de la declinación presenta lo que se denomina **variaciones a gran escala temporal**: una brújula ubicada en un punto de la Ciudad de Buenos Aires actual marcaría valores distintos al que señalaría si se la hubiera ubicado allí en el 1.600.

El polo magnético norte se ubica a unos 1.900 km del polo norte geográfico y el polo magnético sur, a orillas de la Antártida, a unos 2.600 km del polo sur geográfico.



La declinación magnética puede definirse como la diferencia entre el norte verdadero o geográfico y el norte magnético que señala la brújula.

ACTIVIDADES

1. Marquen verdadero (V) o falso (F). Justifiquen su respuesta.

- La brújula apunta siempre de modo exacto al norte y sur geográfico. ☐
- La intensidad del campo magnético terrestre es variable. ☐
- La inclinación magnética se incrementa al acercarse a los polos magnéticos. ☐

LA INCLINACIÓN MAGNÉTICA

Si se suspende una aguja magnética de un hilo por su centro de gravedad, se observa que forma cierto ángulo con el horizonte del lugar. A este ángulo se lo llama **inclinación magnética**; se trata de una propiedad del campo magnético terrestre. Cerca de la línea del ecuador, la inclinación magnética es cero y la aguja se dispone horizontal. Pero al acercarse a los polos magnéticos, la inclinación magnética se incrementa y, al llegar a ellos, alcanza el valor de 90°, es decir, que la aguja se orienta perpendicular al suelo, por eso puede relacionarse esta magnitud con la latitud. Así se pudieron localizar los polos magnéticos terrestres.

EL PALEOMAGNETISMO

El paleomagnetismo es el estudio del campo magnético de la Tierra en el pasado, y esto solo es posible porque se trata de un campo que a lo largo de la historia de nuestro planeta ha ido dejando su huella en las rocas, más exactamente en los minerales ferromagnéticos que estas rocas poseen por distintos procesos físico-químicos.

La lava fundida que sale de un volcán a altísimas temperaturas contiene diferentes materiales. Al enfriarse a temperaturas inferiores al punto de Curie, algunos de estos, como el óxido de hierro y titanio, adquieren propiedades magnéticas, y esta magnetización se corresponde con la dirección del campo magnético terrestre en el lugar y el momento en que se enfría. La lava continúa enfriándose y cuando se solidifica forma las llamadas **rocas ígneas** y esa información, que se conoce como **magnetización remanente térmica**, queda "grabada" en la roca.

Existen otros procesos que generan magnetizaciones remanentes que pueden verificarse. Por ejemplo, es el caso de las rocas sedimentarias, que al depositarse las partículas de minerales magnéticos tienden a orientarse en la dirección del campo magnético existente en ese momento y luego quedan soldadas.

A partir de un análisis de esos datos sobre la magnetización en tiempos remotos observables en las rocas, los científicos pudieron confirmar que muchas se encuentran magnetizadas en un sentido contrario al del campo magnético actual. Esto se debe a que la polaridad magnética de la Tierra se ha invertido sucesivas veces en el pasado, como consecuencia del movimiento de los materiales líquidos que rodean el núcleo de la Tierra; sin embargo, no se sabe a ciencia cierta las causas de esa inversión.



En las rocas que se forman a partir del material que emerge de las sucesivas erupciones volcánicas quedó un registro de las variaciones del campo magnético terrestre.



Roca volcánica. El magnetismo remanente es muy fuerte. Expliquen con sus palabras el proceso por el cual queda "impresa" la dirección del campo magnético existente.

EN EL PASADO... Y EN EL FUTURO TAMBIÉN

Según la información obtenida de las rocas, en los últimos cinco millones de años se produjeron más de veinte inversiones, la más reciente hace unos 780.000 años. Otras ocurrieron hace 870.000 años y 950.000 años, lo que muestra que la secuencia no es regular.

Mediciones recientes indican una reducción del 5% en la intensidad del campo magnético durante los últimos cien años, de lo cual podría inferirse que estaríamos entrando en una inversión del campo magnético terrestre. Pero los científicos creen que este es aún muy intenso comparado con otras eras, y que podría reforzarse súbitamente.



Las rocas sedimentarias también tienen una orientación magnética que permite llevar un registro de los cambios en la polaridad magnética del planeta. Investiguen sobre los usos que le dan los paleomagnetólogos a esta información.

LOS ELECTROIMANES

Un campo magnético se puede generar con

Imán permanente	Electroimán
No requiere una fuente de energía eléctrica.	Requiere una fuente de energía continua.
No se puede encender o apagar.	Se enciende cuando circula corriente y se apaga cuando se abre el circuito.
No es posible controlar la intensidad del campo.	Puede controlarse la intensidad del campo.

El físico danés Hans Christian Oersted descubrió en 1820 que una aguja magnética colocada cerca de un cable conductor de electricidad cambiaba su orientación hasta quedar perpendicular al cable. Una de las aplicaciones derivadas de este descubrimiento es el electroimán.

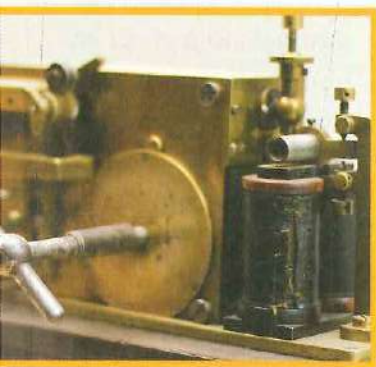
Fue el físico estadounidense Joseph Henry quien inventó el electroimán en 1825. Un electroimán es una bobina o un solenoide por el que circula corriente eléctrica y que genera un campo magnético. Si además se rellena el solenoide con una barra de hierro o de otro material ferromagnético, el campo del solenoide magnetiza al hierro, y el campo inducido en el hierro se suma al generado por la corriente, reforzándolo notablemente.

Las ventajas del electroimán respecto de los imanes permanentes son dos:

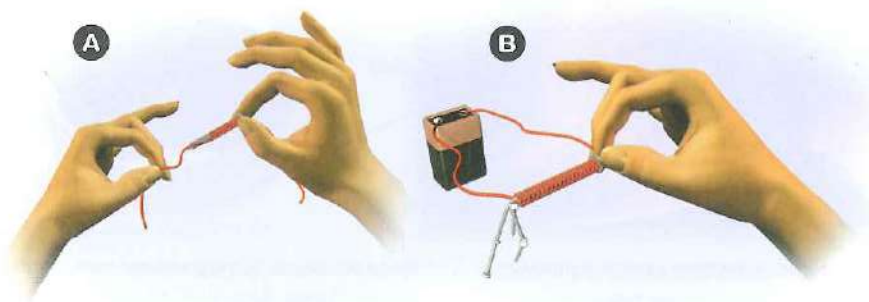
- El efecto del electroimán se termina cuando deja de circular la corriente, ya que al suceder ello, desaparecen las propiedades magnéticas. Así es que un electroimán puede encenderse y apagarse.
- La intensidad del campo puede controlarse mediante la intensidad de la corriente que circule, o modificando la cantidad de alambre utilizado en la bobina.

Sin embargo, en el caso del electroimán, para mantener el campo magnético se necesita una fuente continua de energía eléctrica.

Para construir un electroimán, basta con enrollar alambre de cobre en torno a una barra ferromagnética que puede ser, por ejemplo, un clavo. Al conectar los extremos de esa bobina o solenoide a una fuente (una pila o una batería), comienza a circular corriente y se genera un campo magnético que a la vez induce un campo en el clavo. Como resultado, este se magnetiza y comienza a comportarse como un imán.



Joseph Henry construyó el primer telégrafo electromagnético. Investiguen y desarrollen una breve explicación de su funcionamiento.



A El cable se enrolla alrededor de un clavo y sus extremos se conectan a una pila.

B El clavo se convierte en un electroimán capaz de atraer ciertos metales.

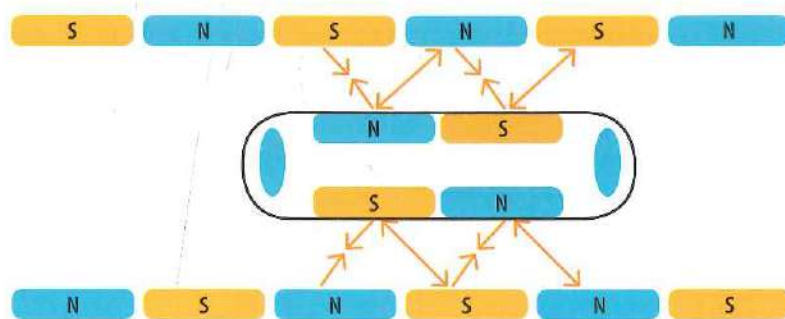
Luego de numerosas pruebas y experimentos, Henry logró construir electroimanes grandes y poderosos, y fue el ideólogo de dos importantes desarrollos que funcionan en base al electroimán: un prototipo del motor eléctrico y un aparato que se considera el precursor del telégrafo.

Actualmente, los electroimanes se usan en todos los artefactos eléctricos que producen movimiento en alguno de sus componentes, como motores, micrófonos, parlantes, computadoras, grabadoras magnéticas, cerraduras o equipos de resonancia magnética.

TREN DE LEVITACIÓN MAGNÉTICA

El uso de múltiples y potentes electroimanes hace posible el funcionamiento de los trenes de levitación magnética o *maglev* (una forma abreviada de la frase en inglés "*magnetic levitation*"). Este sistema de transporte basa la sustentación, guía y propulsión de los trenes a partir de un campo magnético y la sucesiva atracción y repulsión que se logra manteniendo el control de la polaridad de los electroimanes. En otras palabras, estos trenes flotan y avanzan a través de un camino gracias al magnetismo y en base al principio por el cual los polos opuestos se atraen y los de igual signo se repelen. Si bien existen tres tipos de tecnologías de levitación magnética, básicamente estos trenes cuentan con tres componentes: una fuente eléctrica de gran tamaño, espirales de metal en las vías y magnetos debajo del tren. Los magnetos se repelen con el campo magnético que crean los espirales haciendo que el tren levite entre uno y diez centímetros sobre las vías. Luego, mediante la electricidad, se logra cambiar la polaridad de los espirales de manera constante a fin de que el campo magnético que se encuentra enfrente del tren lo haga avanzar.

Una ventaja importante de los trenes *maglev* respecto de los que cuentan con motores eléctricos que al rotar producen la fuerza de tracción, es la inexistencia de contacto físico entre el riel y el tren, es decir, que no existe rozamiento con las vías. Además, al tener una forma aerodinámica, la fricción con el aire también resulta mínima. Así es que la mayor parte de la energía se utiliza para la propulsión; por lo tanto, estos trenes alcanzan velocidades muy altas, superiores a los 500 kilómetros por hora, a tal punto que pueden convertirse en competidores potenciales del transporte aéreo.



Los trenes *maglev* avanzan porque en las vías se disponen bobinados electromagnéticos que alternan las polaridades, atrayendo hacia adelante a los campos que se producen en los bobinados que posee el tren. Al avanzar, la polaridad va cambiando, por lo que se mantiene el impulso. ¿Por qué este sistema no podría implementarse con imanes permanentes?

COSTOS MUY ALTOS

A pesar de contar con múltiples ventajas, los trenes *maglev* no se han popularizado. Por el momento, el sistema se ha implementado en la ciudad de Shanghai, China, donde une el centro financiero de la ciudad con su aeropuerto internacional, recorriendo 30 km en 7 minutos. Si bien existen varios proyectos para instalarlos en distintos países, su alto costo de colocación infraestructural y su elevado consumo de energía, son las principales razones por las cuales no se ha masificado.



Los trenes *maglev* son rápidos y silenciosos.



Trabajo práctico 7,
páginas 198 y 199.

ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las ventajas y las desventajas del electroimán respecto del imán permanente?
2. ¿Por qué fue importante el descubrimiento del electroimán?
3. ¿Cómo se relaciona el electroimán con el funcionamiento de los trenes *maglev*?

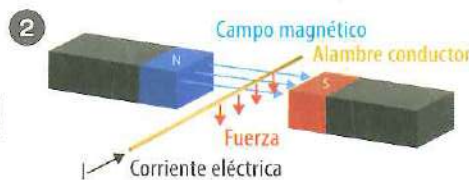
MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS

El físico y químico británico Michael Faraday (1791-1867) descubrió en 1821 que un conductor con corriente eléctrica, colocado dentro de un campo magnético, experimenta la acción de una fuerza. Esta fuerza se debe a la interacción entre la corriente y el campo magnético y produce lo que se denomina **efecto motor**.

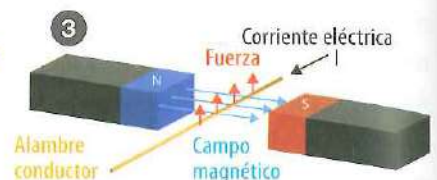
Si entre los polos de dos imanes se coloca un alambre recto a través del cual no circula corriente, no sucede nada. Si se hace circular a través del conductor una corriente eléctrica, lo que suceda dependerá de la posición del conductor respecto de las líneas del campo magnético. A continuación, veamos cada caso.



1 Si el alambre está paralelo a las líneas de campo, no experimentará ninguna fuerza.

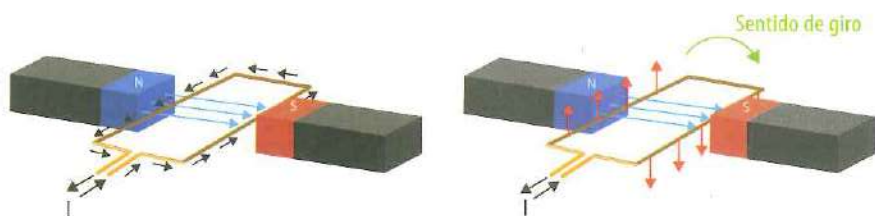


2 Si se lo coloca en una dirección diferente a la de las líneas de campo, será empujado en dirección perpendicular al campo y al alambre.



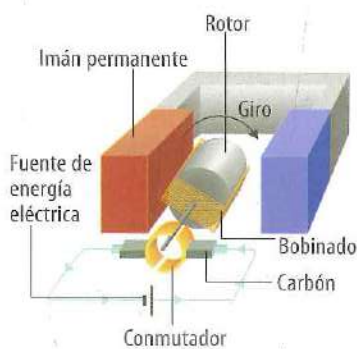
3 Si se invierte el sentido de la circulación de la corriente, también se invertirá el sentido de la fuerza.

El efecto motor permite hacer girar a una espira rectangular colocada entre los polos de un imán, ya que sobre un lado de la espira actúa una fuerza ascendente, y en el otro lado, descendente. Así es que la espira gira:



La fuerza que el campo magnético ejerce sobre cada lado de la espira la hace girar.

¿Aparece alguna fuerza en los lados de la espira en los que la corriente circula paralela al campo? ¿Y en los que la corriente circula perpendicular al campo?



Motor eléctrico. Observen el esquema y expliquen con sus palabras cómo funciona.

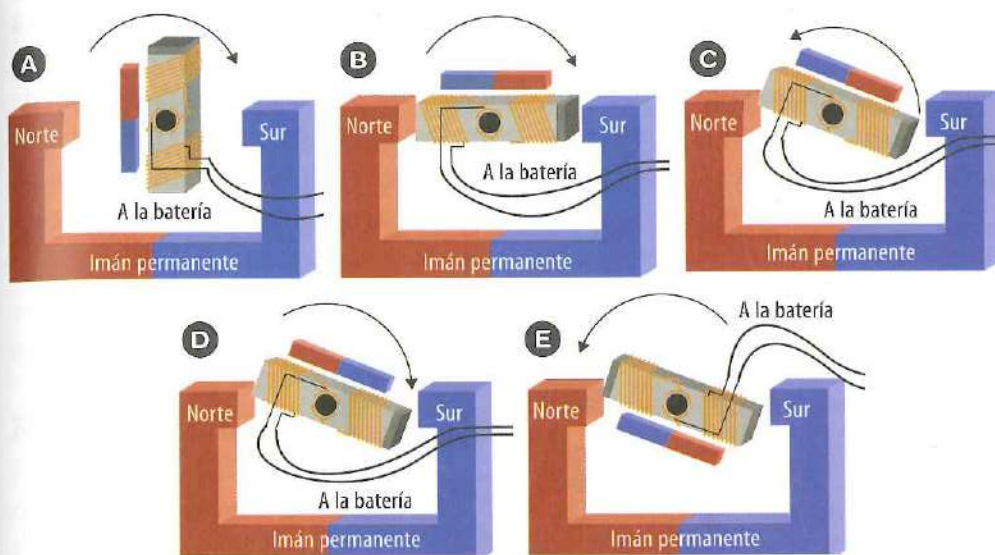
EL MOTOR ELÉCTRICO

A partir del efecto motor es posible transformar energía eléctrica en movimiento. Pero para ello se requiere de un aparato que reciba la energía y realice la transformación. Este dispositivo se denomina **motor**.

El motor eléctrico está formado por una bobina de espiras rectangulares enrolladas en torno a una pieza giratoria (rotor) de material ferromagnético, que está montada sobre un eje que le permite girar libremente. El rotor está colocado dentro de un campo magnético creado por un imán permanente o un electroimán. La interacción entre el campo del imán y el generado por la bobina, crea sobre cada espira de la bobina del rotor un par de fuerzas que lo hacen girar.

EL MOTOR EN MARCHA

Hemos visto que un motor eléctrico basa su funcionamiento en la atracción y repulsión magnética de un electroimán móvil con las fuerzas que se generan por la interacción de los campos de la bobina y el imán fijo. El diseño incluye, además, un conmutador que permite que el imán móvil no quede oscilando de un lado al otro, sino que complete giros consecutivos. Para comprender esto es mejor verlo en una secuencia de imágenes.



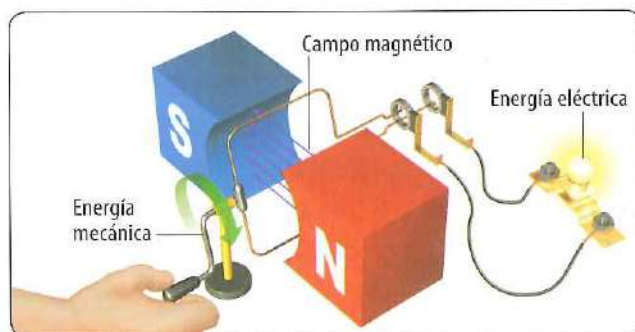
- A** Aquí se representa la bobina como un pequeño imán junto a él. Los polos del imán permanente atraen a los polos opuestos del electroimán y el bobinado es impulsado a girar.
- B** Atraída por el imán permanente, la bobina llega a esta posición que se observa en la figura. Pero como tiene "envión", no se detiene en ese lugar sino que pasa de largo.
- C** En esta posición, se frena el giro de la bobina porque se atraen los polos opuestos. Para que continúe girando, es necesario invertir sus polos, lo que se consigue cambiando su conexión a la batería, mediante un dispositivo llamado conmutador.
- D** Al cambiar la conexión a los polos de la batería, la corriente circula en el sentido contrario y los polos de la bobina se invierten. Entonces, son rechazados por los polos del imán permanente y la bobina es forzada a seguir girando.
- E** Al completar media vuelta más, la bobina sería frenada porque, nuevamente, sus polos enfrentan los polos opuestos del imán permanente. Para evitarlo, el conmutador vuelve a invertir la conexión a la batería.

GENERADORES Y CENTRALES ELÉCTRICAS

Un motor eléctrico requiere una fuente de energía para funcionar. Una batería o una central eléctrica proveen la corriente y la mantienen circulando, mientras el motor transforma esa energía que recibe en movimiento. De modo inverso, la energía de movimiento puede transformarse en energía eléctrica si una fuerza externa hace girar la bobina de un motor. Así entonces, una persona puede girar una manivela que, a su vez, mueva a una bobina dentro de un campo magnético, produciendo una corriente eléctrica. Los dispositivos que transforman el movimiento en electricidad son **generadores eléctricos**.

Al cambiar constantemente el polo magnético al que se enfrenta cada parte de la bobina, se modifica también la polaridad del campo eléctrico generado: esto da lugar a la corriente alterna. A estos generadores se los denomina **alternadores**. Los generadores de las centrales son enormes bobinas que giran en intensos campos magnéticos. Según la fuente de energía que se aprovecha para hacer girar al bobinado, se reconocen distintos tipos de centrales (hidroeléctrica, eólica, térmica, termosolar).

Generador eléctrico. Las dinamos que se utilizan en las bicicletas también son generadores eléctricos. Realicen un esquema de sus partes.



ACTIVIDADES

1. ¿Por qué se afirma que un generador funciona como un motor pero a la inversa?
2. Busquen información sobre la generación de electricidad. ¿Cuáles son las formas menos contaminantes?

DISCOS RÍGIDOS



Los cabezales de lectura y escritura se disponen a ambos lados de cada plato y son electroimanes que, al subir y bajar, leen o escriben la información. ¿Conocen otros dispositivos magnéticos que permiten el almacenamiento de información digital? ¿Cuáles?

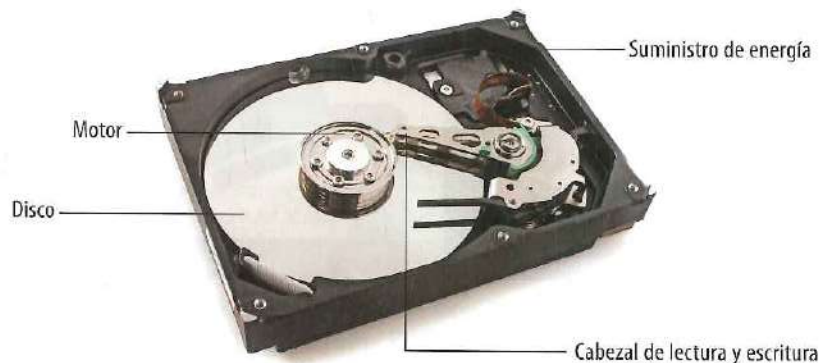


Los cabezales escriben la información polarizando diminutas áreas de cada plato. La escritura comienza en la pista que se encuentra en el borde externo (pista 0) y continúa en círculos concéntricos hacia el eje. ¿Qué imaginan que sucede cuando se formatea el disco rígido?

Para saber más sobre el funcionamiento del disco rígido ingresen a: e-sm.com.ar/disco

El disco rígido es un sistema de almacenamiento de información de las computadoras. A diferencia de lo que sucede con la memoria RAM, que se borra cada vez que se apaga la máquina, en el disco rígido los datos se graban de manera permanente.

En realidad, un disco rígido está compuesto por varios discos de metal, vidrio o cerámica, denominados platos, apilados uno sobre otro en un mismo eje que gira a gran velocidad. Allí, los datos se almacenan en millones de bits, en forma de ceros y unos, y están grabados en una delgada capa magnética de apenas unos micrones de espesor (un micrón es equivalente a la millonésima parte de un metro). Para leer o grabar la información se utilizan cabezales, que son electroimanes que suben y bajan y se mueven hacia los laterales “barriendo” cada disco por completo. Hay dos cabezas por plato, ya que una lee la parte superior y otra la inferior.



CÓMO SE ESCRIBEN Y SE LEEN LOS DATOS

La escritura del disco rígido se realiza sobre pistas, y siempre se inicia por la pista más externa hacia el centro del plato.

Con la tecnología utilizada originalmente, los cabezales de lectura y escritura podían generar campos magnéticos. Al momento de grabar la información, polarizaban la superficie del disco, creando campos positivos y negativos, que representan los ceros y los unos del código binario, en pequeñísimas zonas.

La lectura de la información la realizaban los cabezales pero esta vez invirtiendo la polaridad. Una vez detectadas las áreas con polaridad positiva o negativa, se transformaban esos datos a través de un conversor a ceros y unos para que el sistema pudiera utilizarlos.

Este método de almacenamiento magnético superaba con creces al de las cintas magnéticas porque el tiempo para acceder a la información se reducía notablemente: las cintas tenían que enrollarse y desenrollarse para brindar la información requerida y, según el punto en el que esta estuviera grabada, se podía tardar mucho en encontrarla.

Fue durante la década de 1990 cuando se desarrolló un método de almacenamiento magnético en discos rígidos mucho más eficaz, ya que puede compactar enormemente la forma de registrar la información. El método se logró gracias al descubrimiento de un fenómeno denominado **magnetorresistencia gigante**, que hizo posible la construcción de cabezales muy sensibles. A pesar de ser una tecnología diferente, esta forma de lectura y escritura de datos también supone el uso de materiales ferromagnéticos y de campos magnéticos.

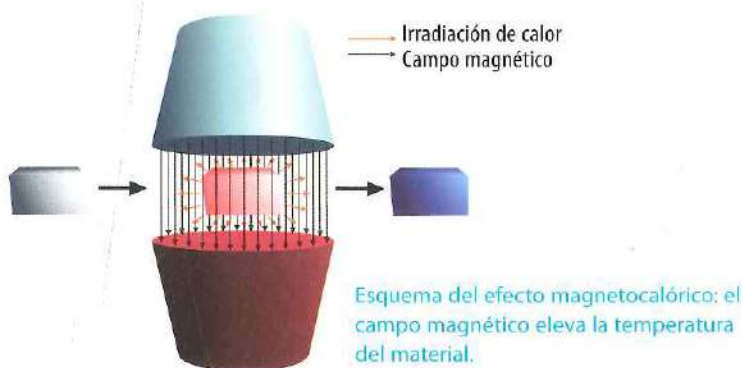
REFRIGERACIÓN MAGNÉTICA

Cuando hablamos de refrigeración, habitualmente nos referimos a sistemas que utilizan ciclos de compresión y expansión de un gas. Pero existe una tecnología nueva que está en una etapa avanzada de investigación, llamada **refrigeración magnética**. En este sistema, se reemplaza el gas por un material magnético, y el proceso de compresión y expansión por un ciclo de apagado y encendido de un campo magnético. Se trata de sistemas que aprovechan el efecto magnetocalórico, por el cual al aplicarle un campo magnético a ciertos materiales se produce un cambio en su temperatura.

El efecto magnetocalórico se observó inicialmente en sales paramagnéticas, que ante la presencia de un campo magnético y a muy baja temperatura, tienden a alinearse. Pero en la década de 1990 se descubrió que los compuestos que contenían el elemento gadolinio también tenían efectos magnetocalóricos pero a mayores temperaturas. Entonces, comenzó a pensarse en la posibilidad de desarrollar sistemas de refrigeración magnética aplicables a productos de consumo masivo, como heladeras o equipos de aire acondicionado.

FUNCIONAMIENTO

Recordemos que la composición de ciertos materiales ferromagnéticos puede pensarse como una red formada por imanes microscópicos denominados **dominios magnéticos**, y que estos dominios se encuentran orientados en distintas direcciones al azar, pero que se ordenan o alinean ante la acción de un campo magnético. A la vez, ese ordenamiento de los dominios, cuando se trata de un sistema aislado térmicamente del entorno, supone un aumento de la temperatura del material. Ese efecto magnetocalórico es aprovechado para la refrigeración, siguiendo un proceso cuyo primer paso consiste en elevar el campo magnético para que aumente la temperatura del material. Luego, en contacto con el medioambiente, el material libera calor hasta estabilizar su temperatura; pero al quitar el campo magnético, la temperatura desciende aún más. Al poner en contacto ese material con el medio a enfriar, la temperatura del material vuelve a ascender y el ciclo recomienza.



A diferencia de los métodos de refrigeración tradicionales, la refrigeración magnética no implica el uso de gases de efecto invernadero. Además, consume poca electricidad. Como contrapartida, los materiales con buen efecto magnetocalórico a temperatura ambiente que se conocen hasta el momento son muy costosos. Sin embargo, es de esperar que estos problemas se resuelvan y que esta tecnología se masifique en el mediano plazo.



El alto costo del gadolinio dificulta la masificación de la refrigeración magnética. Observen en la Tabla Periódica a qué familia de elementos pertenece.

REFRIGERACIÓN MAGNÉTICA

VENTAJAS

- No usa gases de invernadero.
- Emite bajo nivel de ruido.
- Su eficiencia es mayor y consume poca electricidad.
- Bajo costo de mantenimiento.

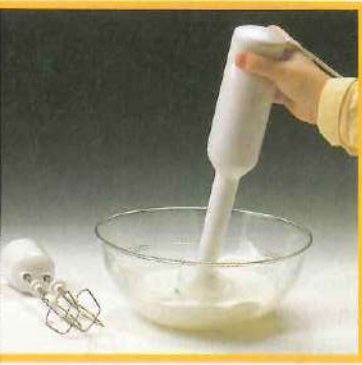
DESVENTAJAS

- El gasoleno es caro y aún no se cuenta con otros materiales de buen efecto magnetocalórico.
- Hay limitaciones en el diseño de los sistemas de refrigeración.
- No se puede intercambiar calor rápidamente entre la muestra y el medio que lo transporta.

ACTIVIDADES

1. La refrigeración magnética es una tecnología que aún no puede aplicarse a escala hogareña. Investiguen qué inconvenientes posee.
2. Según lo leído en estas páginas, ¿qué conclusiones sacan sobre la evolución de la tecnología y los avances científicos?

CÓMO FUNCIONA UN DISYUNTOR DIFERENCIAL



El disyuntor es un dispositivo electromecánico que evita la electrocución de las personas ante una fuga eléctrica. ¿Qué otro dispositivo debe instalarse en el circuito hogareño para proteger la instalación contra cortocircuitos y sobrecargas de tensión?

Hemos señalado que toda instalación eléctrica domiciliaria debe contar con un disyuntor diferencial que se active, cortando la corriente, cuando se produce una fuga eléctrica.

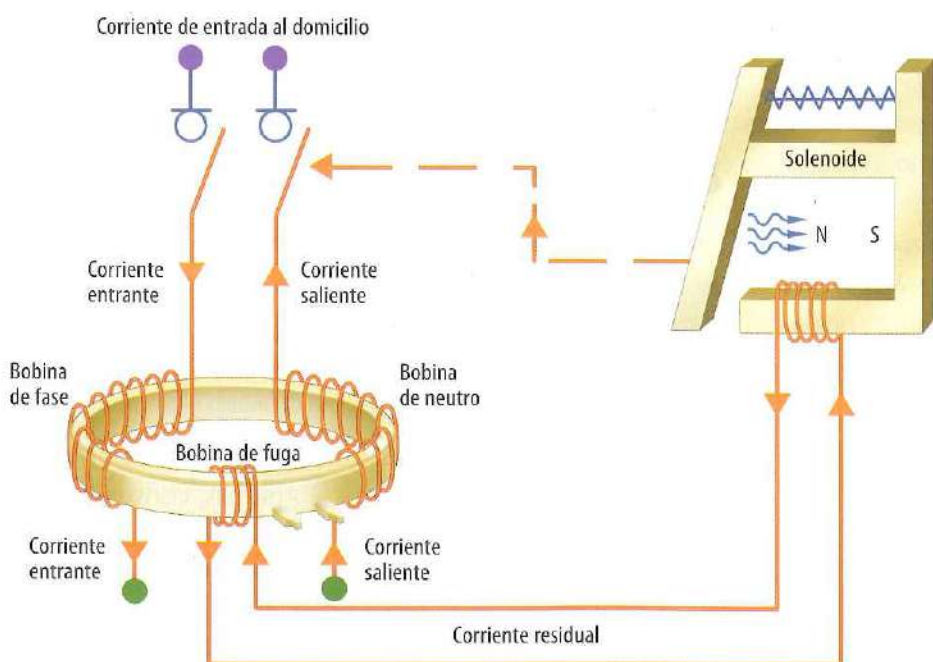
El disyuntor es un dispositivo que interrumpe la corriente abriendo el circuito en caso de producirse una fuga de corriente a tierra por el funcionamiento defectuoso de algún equipo eléctrico, como consecuencia de un aislamiento deficiente o por el contacto accidental de una persona con un elemento de la instalación eléctrica para evitar la electrocución.

El equipo posee al frente una palanca que permite conectar y desconectar la alimentación de energía del circuito a voluntad. Cuando se verifica una fuga, el interruptor corta la corriente del circuito automáticamente. Una vez detectada la falla y arreglado el problema, el disyuntor se puede rearmar subiendo la palanca.

Hay varios esquemas de disyuntores diferenciales, pero uno de los más típicos es el **esquema toroidal**. Como lo indica su denominación, su principal elemento es un toroide, que es un aro de un material ferromagnético. El cable entrante se enrolla en uno de los extremos del toroide (denominado bobina de fase), mientras que el cable saliente se encuentra enrollado en dirección inversa (llamada bobina de neutro) en el otro extremo.

Cuando los elementos conectados a una línea no presentan problemas, la corriente de entrada y la de salida son iguales y, por lo tanto, no hay campo magnético inducido en el toroide.

Si se produce una fuga (por descarga de corriente o electrocución), el toroide inducirá un campo magnético. Este campo magnético, a su vez, inducirá corriente en otro enrollamiento (bobina de fuga), que alimenta a un circuito secundario. En el circuito secundario, un electroimán alimentado con la corriente inducida en la bobina de fuga atrae a un imán permanente que acciona con su movimiento la llave que corta la corriente.



El disyuntor corta el suministro de energía cuando la diferencia de potencial entre el neutro y la fase supera determinado amperaje. ¿Qué implicancias tiene la existencia de tal diferencia de potencial?

LA AMPLIFICACIÓN DEL SONIDO

Todo aparato que magnifique un fenómeno mediante el uso de energía se denomina *amplificador*. En el caso de la amplificación del sonido, se busca incrementar su intensidad o magnitud. Los equipos de audio funcionan representando al sonido como variaciones de la corriente eléctrica. Cuando un micrófono toma el audio, por ejemplo de una banda tocando, las ondas de sonido mueven una membrana del micrófono y este movimiento se traduce en una señal eléctrica fluctuante. La señal puede ser codificada por un grabador, en una cinta o un disco, como impulsos magnéticos.

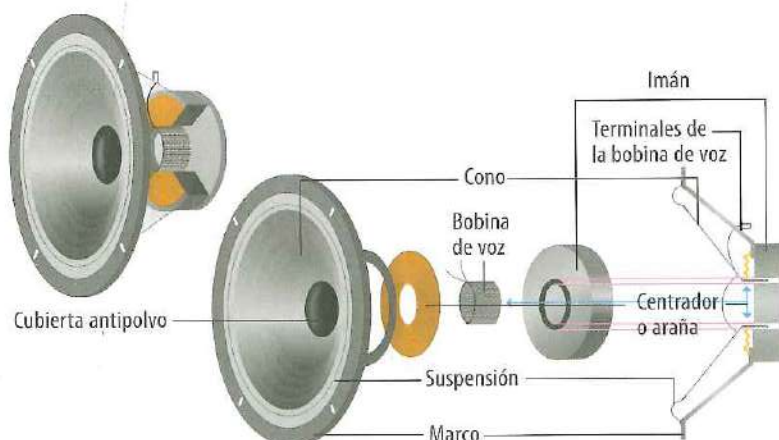
El reproductor reinterpreta esos impulsos magnéticos convirtiéndolos en una señal eléctrica y usando la electricidad para mover los conos de los parlantes. Ese movimiento vuelve a crear las fluctuaciones de la presión del aire que en un principio habían sido captadas por el micrófono, y reproduce nuevamente el audio de la banda tocando.

LOS PARLANTES

El parlante o altavoz es el último eslabón del proceso, y no es más que un transductor electroacústico, es decir, es el aparato que finalmente convierte la energía eléctrica en sonora gracias al movimiento de una membrana o cono, que en ese ir y venir, desplaza al aire creando las ondas sonoras. Este proceso es puramente magnético.

El cono o membrana está unido en su parte inferior a una bobina por la que puede circular corriente eléctrica, convirtiéndose en un electroimán. La bobina se halla en el interior de un imán permanente que tiene forma de anillo. Cuando circula corriente por la bobina, es atraída por el campo magnético del imán permanente y arrastra con ella el cono del parlante hacia atrás. Cuando la corriente en la bobina cambia de sentido, se invierten los polos del electroimán y será rechazado por el imán permanente, de modo que el cono se moverá hacia adelante. Así, si el sentido de la corriente se invierte sucesivamente con cierto ritmo, el cono avanzará y retrocederá también rítmicamente creando las ondas sonoras.

El tipo de material más usado para los imanes permanentes de los parlantes son los cerámicos (óxidos de bario, zinc, manganeso, hierro, etcétera). Cuanto más potentes sean los imanes permanentes utilizados -es decir, cuanto mayor sea la dureza magnética del material de los imanes-, mayor será la potencia de los parlantes, disminuirá la atenuación de bajas frecuencias y el tamaño será menor.



Los imanes de tierras raras permitieron fabricar auriculares muy pequeños y de alta fidelidad. ¿Cuál es la característica de este tipo de imanes a la que puede atribuirse su eficacia?

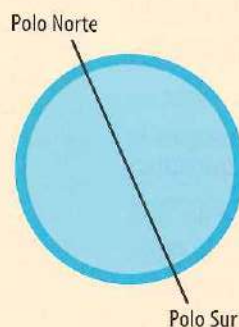


Últimamente, se desarrollaron altavoces de flujo magnético que reemplazan el imán por un fluido que reduce la fricción de la bobina y permite movimientos más precisos. ¿Cómo afecta la precisión a la fidelidad del sonido?

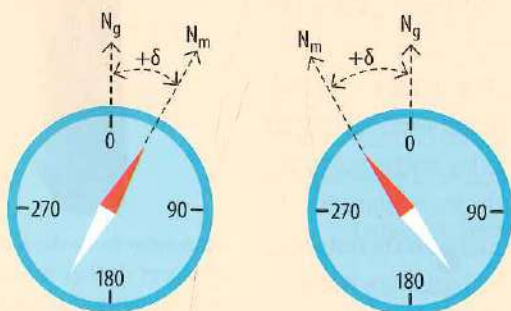
ACTIVIDADES

1. Investiguen sobre otras aplicaciones de los electroimanes que no estén mencionadas en este capítulo.

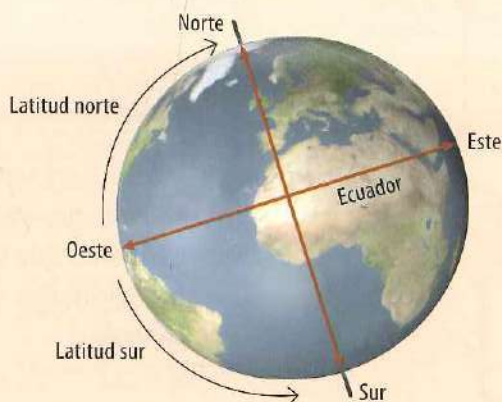
- Respondan las siguientes preguntas:
 - ¿Por qué es posible afirmar que la Tierra "se comporta como un imán gigantesco"?
 - ¿Qué teoría explica la existencia del campo magnético terrestre?
- En la figura que representa el planeta Tierra, se observa el eje que une Norte y Sur geográficos. Indiquen dónde se ubica el eje que une norte y sur magnéticos y dibujen las líneas de campo magnéticas.



- Definan declinación magnética y describan qué indica el ángulo en cada una de las siguientes figuras.

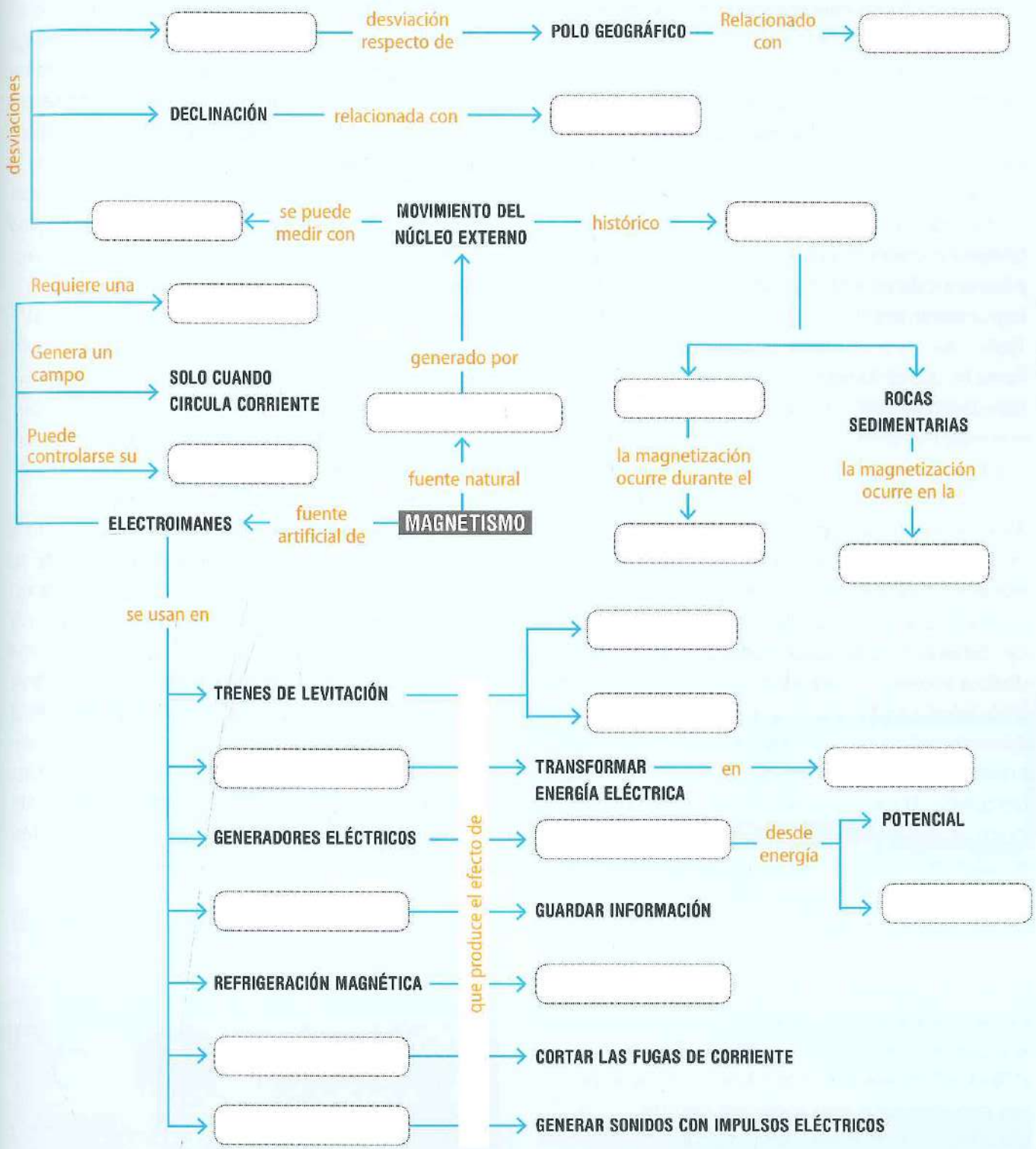


- Definan inclinación magnética y luego señalen en el globo terráqueo dónde se alcanzarán los valores mínimos y máximos. ¿Cuáles serían esos valores?



- Reúnanse en grupos y, siguiendo los pasos, construyan un electroimán casero. Para la experiencia necesitarán alambre de cobre, un clavo grande, una pila o batería y clips metálicos.
 - Enrollen con unas pocas vueltas el alambre de cobre en torno al clavo para armar la bobina.
 - Conecten los extremos de esa bobina a la pila o batería.
 - Acerquen los clips metálicos.
 - ¿Qué sucedió con los clips al acercarlos al clavo? Expliquen el fenómeno con sus palabras.
 - ¿Qué sucede si desconectan uno de los extremos del alambre de la pila? ¿Cómo se explica el hecho?
 - Ahora realicen la misma experiencia pero habiendo enrollado con la mayor cantidad de vueltas posibles el alambre de cobre alrededor del clavo. ¿Qué cambios observaron y por qué sucedieron?
- Armen frases en las que se combinen los grupos de palabras que se dan a continuación:
 - Electromagnetismo – trenes *maglev* – atracción – repulsión
 - Conductor – corriente – campo magnético
 - Motor – energía eléctrica – energía cinética
 - Generador eléctrico – bobina – campo magnético
 - Generador eléctrico – energía eléctrica – energía cinética
- El primer disco rígido fue fabricado en el año 1956. Pesaba 1 tonelada y tenía una capacidad de almacenamiento de 5 MB. Investiguen sobre la capacidad de almacenamiento de los discos más eficientes en la actualidad.
- Expliquen con sus palabras qué papel desempeña el electromagnetismo en los siguientes dispositivos:
 - Disco rígido
 - Disyuntor diferencial
 - Parlante
 - Sistema de refrigeración magnética

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

VERDADES Y MENTIRAS DEL MAGNETISMO Y LA MATERIA

El desarrollo del concepto de *campo* durante el siglo XIX para explicar las "acciones a distancia" fue la base científica a la tecnología que se desarrollaría a partir de entonces. El campo es una perturbación (magnética, eléctrica o gravitatoria) del espacio, producida por imanes, cargas eléctricas o masas, que actúan sobre cuerpos imantados, cargados o con masa, y tiene efectos en ellos.

Aplicados a la industria y la vida cotidiana, los descubrimientos europeos del siglo XIX sobre el magnetismo y la electricidad fueron tomados por ingenieros e inventores norteamericanos como Thomas Alva Edison (1847-1931) y Nicola Tesla (1856-1943), que transformaron la forma en que se iluminaron las ciudades, o como Antonio Meucci (1808-1889) y Alexander Graham Bell (1847-1922), que revolucionaron las comunicaciones por sus contribuciones a la invención del teléfono. Las teorías científicas electromagnéticas también permitieron, durante el siglo XX, el desarrollo de infinidad de instrumentos científicos. Pueden mencionarse muchas más aplicaciones del electromagnetismo, desarrolladas en el capítulo 7.

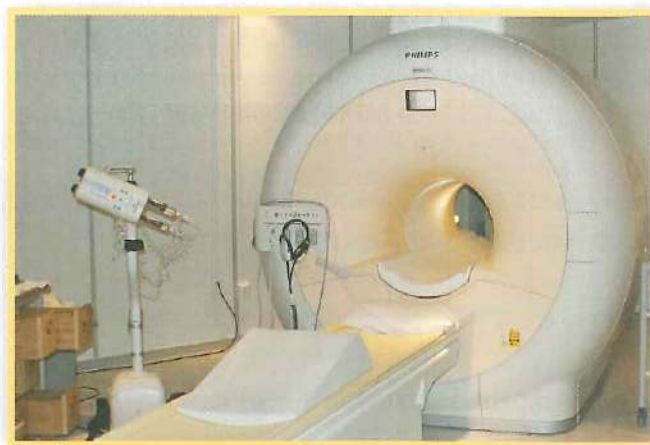
Pero desde los inicios de las investigaciones científicas, paralelamente se desarrollaron prácticas y teorías de dudosa eficiencia y veracidad, sobre todo en el campo de la salud. La creencia en la existencia de un "magnetismo animal" indujo a la búsqueda de curas aplicando imanes que deberían "atraer las enfermedades del interior del cuerpo". El médico Paracelso (1493-1541) impuso tales prácticas, que continuaron hasta hoy, con diversas variantes (pulseras de imanes, magnetoterapia, etcétera). En el siglo XVIII, el médico francés Anton Mesmer (1734-1815) difundió las teorías del magnetismo animal, vinculadas a prácticas de hipnotismo, con las que decía curar enfermedades mentales y corporales; su técnica recibió el nombre de "mesmerismo" y en su momento fue refutada por una comisión de estudiosos, entre ellos Benjamin Franklin (1706-1790), inventor del pararrayos. Aún hoy se publicitan propiedades curativas del magnetismo (minerales, agua imantada, etcétera), como parte del curanderismo. También se han realizado estudios médicos para intentar efectos reales del magnetismo sobre la salud; algunos de esos estudios mostrarían efectos analgésicos en pacientes con dolor, pero los resultados aún deben corroborarse.

Por otro lado, los campos electromagnéticos en el ambiente debido a líneas de alta tensión, antenas transmisoras de microondas y de telefonía celular, pantallas de computadoras, etcétera, han promovido cierto recelo a la exposición a esos campos electromagnéticos. Pero aún deben ser demostrados los efectos perniciosos de la exposición a campos electromagnéticos. En cambio, sí se conocen las virtudes de la resonancia nuclear magnética y la magnetoencefalografía, como herramientas de diagnóstico e investigación de alta complejidad.

Hoy, las aplicaciones del magnetismo alcanzan infinidad de campos científicos y tecnológicos. También se orientan investigaciones hacia nuevas aplicaciones, muchas de ellas en fase experimental, como el desarrollo de transportes colectivos e individuales de bajo consumo, sustentados por levitación magnética, como actualmente operan los trenes *Maglev* en Alemania, China y Japón.

También, se están desarrollando técnicas de administración de medicamentos vehiculizados mediante su unión a partículas magnetizadas hasta el lugar de acción a través de campos magnéticos externos. Esto y otras aplicaciones que parecen rozar las fantasías de la ciencia ficción son algunas de las posibilidades del magnetismo.

La creciente complejidad del conocimiento científico a veces hace difícil distinguir lo real y posible de lo fantástico e irreal. ¿Cómo podrían distinguirse claramente los hechos reales y fraudes científicos? ¿Cualquier desarrollo tecnológico debe ser aceptado, aun cuando no estén claros sus posibles efectos negativos?



Equipo de resonancia nuclear magnética.



SISTEMATIZAR Y COMPARTIR INFORMACIÓN

En este apartado les proponemos realizar, en grupos de cinco integrantes, un afiche virtual en el que puedan mostrar las ideas principales de este bloque, teniendo en cuenta los capítulos que lo integran.

1. SELECCIONAR, ORGANIZAR Y RELACIONAR LA INFORMACIÓN

Una vez formados los grupos, revisen los contenidos que estudiaron en el bloque y acuerden entre ustedes las ideas que consideran centrales. Conversen hasta llegar a un acuerdo acerca de cuáles son los ejes principales que relacionan todos los contenidos a través de estos capítulos.

El objetivo del trabajo es organizar esos contenidos visualmente, del modo que consideren más adecuado, de manera de poder integrarlos en un afiche virtual.

Para ello, cada grupo deberá realizar las siguientes tareas, que pueden distribuir entre los integrantes:

- **Relevar información complementaria:** buscar información sobre los temas que no estén en el libro pero que consideren importantes para hacer el afiche (imágenes, entrevistas a especialistas, videos, etcétera).
- **Organizar la información:** jerarquizar la información que integrará el afiche y organizarla espacialmente.

2. CONSTRUIR CON OTROS: ELABORACIÓN DEL AFICHE

Una vez que hayan tomado todas las decisiones previas al armado del afiche, deben elegir la herramienta con la que lo realizarán. Hay muchas herramientas *online* gratuitas y sencillas de usar, como *Linoit* o *Glogster* (en inglés pero muy intuitivas). En la ficha que aparece al final de esta página se incluyen las direcciones y tutoriales de ambas herramientas.

Linoit y *Glogster* están orientadas a la creación de pósters colaborativos. Para usarlas, es necesario registrarse, dar de alta un proyecto (Por ejemplo: *Conceptos centrales del Bloque III*) y organizar, de manera jerarquizada, aquellos elementos que hayan seleccionado en el paso anterior.

3. COMPARTIR CON OTROS: PRESENTACIÓN DEL AFICHE

Una vez que todos los grupos hayan finalizado la tarea, organicen una presentación común de los pósters y conversen entre todos acerca de lo siguiente:

- ¿Qué decisiones tomó cada uno de los grupos respecto de los contenidos más importantes para incluir en el póster? ¿Qué diferencias hubo entre ellas y a qué creen que responden?
- ¿Qué maneras diferentes de presentar la información eligió cada grupo para el afiche? ¿Le dieron más importancia a las imágenes o a los textos? ¿Utilizaron audios o videos? En caso afirmativo, ¿creen que la decisión fue acertada? ¿Por qué?

Una vez terminada la producción y la puesta en común, recuerden habilitar el acceso a aquellas personas que deseen acceder al póster y guarden el link, de modo de ofrecer a los interesados el acceso al afiche virtual. También pueden compartir el enlace en una red social, como Twitter, Facebook o Google+.



Aplicación Piktochart.

Ficha técnica

Herramienta	Sitio	Tutorial	Utilidad
Linoit	e-sm.com.ar/linoit	e-sm.com.ar/tuto_linoit	Creación de afiches virtuales.
Glogster	e-sm.com.ar/edu_glogster	e-sm.com.ar/tuto_edu_glogster	

CAPÍTULO
8

LAS FUERZAS

El concepto de fuerza y su representación espacial • La aceleración y la inercia de los cuerpos • Fuerzas de contacto • El rozamiento y su influencia en el movimiento • El principio de acción y reacción y la tercera ley de Newton.



BLOQUE
IV

FUERZAS Y CAMPOS



CAPÍTULO
9

INTERACCIONES DE SUPERFICIE Y VOLUMEN

Los medios continuos y las fuerzas • Las interacciones de superficie y su representación: la presión • Presión atmosférica • Las interacciones de volumen, el campo gravitatorio y el peso • Los campos eléctrico y magnético • La evolución estelar y su relación con los campos.



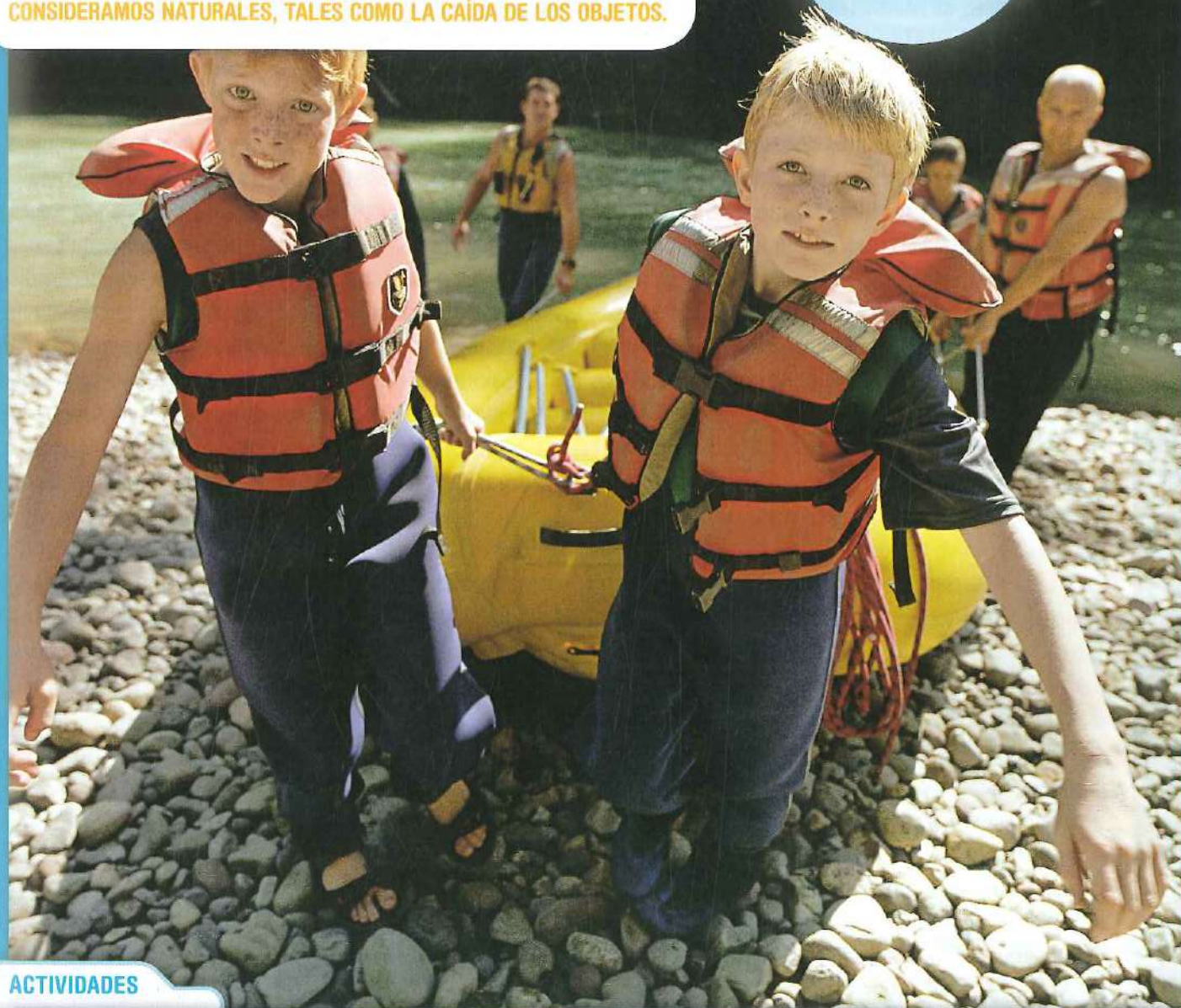


INICIAR SESIÓN

AL EMPUJAR UN OBJETO REALIZAMOS UNA ACCIÓN SOBRE ÉL QUE SE TRADUCE EN MOVIMIENTO. PERO NOSOTROS Y EL OBJETO NO ESTAMOS AISLADOS EN EL UNIVERSO, SINO SUJETOS A INTERACCIONES CON EL ENTORNO, COMO EL ROZAMIENTO DE NUESTROS PIES CON EL PISO, QUE NOS PERMITE AFIRMARNOS AL EMPUJAR. MUCHAS INTERACCIONES SON MÁS DIFÍCILES DE PERCIBIR PORQUE PROVOCAN ACCIONES QUE CONSIDERAMOS NATURALES, TALES COMO LA CAÍDA DE LOS OBJETOS.

BLOQUE

IV



ACTIVIDADES

1. ¿Cómo definirían una fuerza? ¿Qué efectos produce una fuerza en los objetos? ¿Por qué?
2. ¿Definan con sus palabras la idea de presión? Describan ejemplos en los cuales se ponga de manifiesto la presión.
3. Considerando los conceptos desarrollados en las preguntas anteriores, analicen los temas que se presentan para los capítulos 8 y 9, y utilizando como guía los contenidos enunciados, realicen un resumen de los temas que creen se tratarán en estos capítulos.

CUANDO LAS LEYES DEL CIELO Y DE LA TIERRA COINCIDEN

TRADICIONALMENTE, SE PRESENTABA AL FÍSICO Y FILÓSOFO NATURAL ISAAC NEWTON COMO LA CULMINACIÓN DE LA LLAMADA *REVOLUCIÓN CIENTÍFICA DEL SIGLO XVI*, DE LA CUAL ANTERIORMENTE HABÍAN FORMADO PARTE OTROS ESTUDIOSOS, COMO NICOLÁS COPÉRNICO, GALILEO GALILEI, JOHANNES KEPLER. PARA MARCAR LA SEPARACIÓN DE LAS AGUAS (LA ERA “PRENEWTONIANA” Y “POSTNEWTONIANA”), SE TOMA EL AÑO 1687, CUANDO NEWTON PUBLICÓ *PRINCIPIOS MATEMÁTICOS DE LA FILOSOFÍA NATURAL*. HOY, A LA LUZ DEL ANÁLISIS DE LA OBRA DE ESTOS INVESTIGADORES, SE HA REINTERPRETADO ESTE PROCESO QUE DIO LUGAR A LA CIENCIA MODERNA, Y EL APOORTE QUE LAS TRADICIONES CIENTÍFICAS DE LA ANTIGÜEDAD HICIERON A LA CIENCIA OCCIDENTAL.

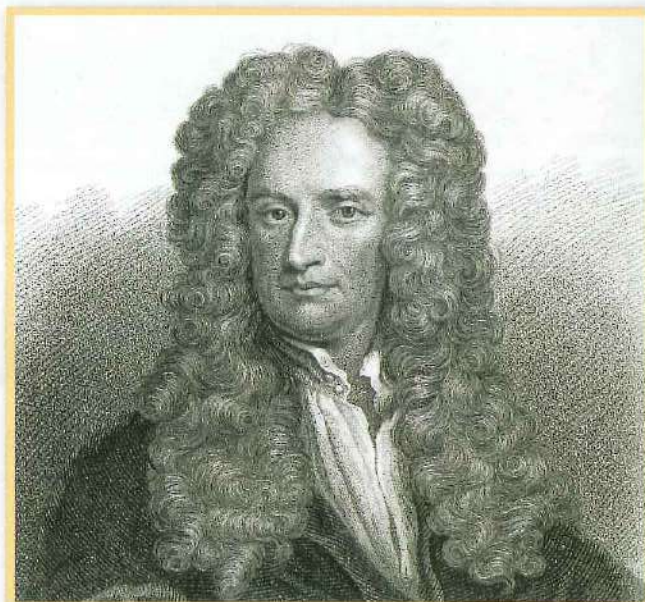
PRINCIPIOS MATEMÁTICOS

Los *Principios matemáticos de la filosofía natural* se dividen en tres “libros”, aunque se publicaron en un solo volumen. El primer libro se refiere a la rama de la física llamada mecánica y explica las razones por las que los cuerpos se mueven del modo en que lo hacen. En el segundo libro, Newton trata el tema del movimiento de los cuerpos en medios que ofrecen resistencia (como el aire o el agua). En el tercer libro, usando los principios desarrollados en los dos anteriores, demuestra la estructura y el funcionamiento del Sistema Solar en su totalidad. Él acuña el término “gravedad” a partir del término latino *gravitas*, que significa pesadez o peso. Además, explica detalladamente el movimiento de las lunas de Júpiter, de Saturno y de la Tierra, como también los movimientos de los planetas en torno al Sol. Luego, describe cómo calcular las masas del Sol y los planetas a partir del dato de la masa de la Tierra, lo cual demuestra matemáticamente. Respecto de la Luna, describe con precisión sus movimientos y establece que las mareas del mar se deben a las acciones gravitacionales conjuntas del Sol y la Luna. También calcula la atracción gravitatoria del Sol sobre los cometas.

A partir de las leyes del movimiento, Newton fue capaz de deducir la manera como podría calcularse la fuerza gravitacional de atracción entre la Tierra y la Luna. Demostró que era directamente proporcional al producto de las masas de ambos cuerpos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre sus centros. Esta proporcionalidad podía expresarse en una ecuación mediante la introducción de una constante gravitacional universal (g): $F = g \cdot m \cdot m/d^2$

Las leyes de la mecánica enunciadas por Isaac Newton son la primera gran síntesis en la historia de la física. Con su libro, Newton proporciona a la física un instrumento

matemático capaz de interpretar todos los fenómenos de la naturaleza. Sostiene la existencia de un espacio y un tiempo absolutos, como características paramétricas de un Universo dotado de dos rasgos fundamentales: la infinitud y la isotropía. Esto destruye la antigua cosmología aristotélica que pretendía que el mundo estaba limitado por la esfera de las estrellas fijas y que se dividía en dos regiones: la sublunar (por debajo de la órbita lunar) y la supralunar (por encima de ella). Tales regiones tenían, según Aristóteles, sus propias leyes de movimiento. Las leyes de Newton unifican y explican tanto los movimientos de los cuerpos celestes como los que ocurren en la superficie de la Tierra. En el nuevo universo newtoniano tampoco hay centro: ya no hay regiones privilegiadas, y todo el universo está poblado por los mismos componentes y regidos por las mismas leyes: las de Newton.



Isaac Newton.

La física de Newton se vio influida por sus concepciones teológicas, según las cuales el azar no alcanzaba a explicar el origen ni la estructura del mundo; era necesaria la existencia de un ser sobrenatural e inteligente, ordenador de la naturaleza. Para él, ese ser era el Dios cristiano, quien había ubicado el Sol y los planetas a una distancia tal que la gravedad no precipita ningún cuerpo celeste sobre otro. Dios obraba manteniendo la estabilidad del sistema y vigilaba su funcionamiento mediante el "sensorio de Dios" (el espacio y el tiempo), que le permitía regular el funcionamiento con la precisión mecánica de un mecanismo de relojería, alimentado por la voluntad del "relojero divino".

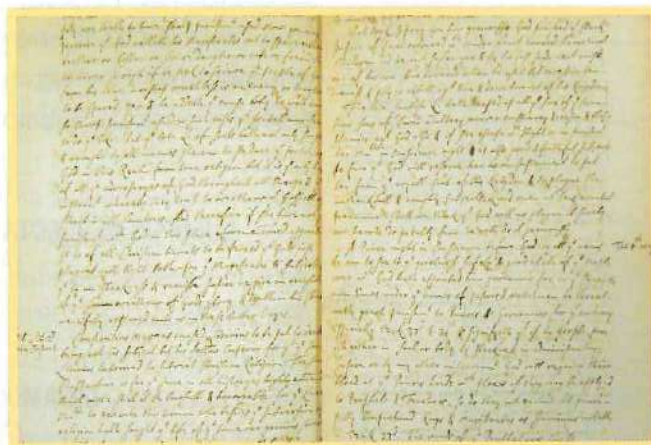
La repercusión de la obra fue casi inmediata y le dio a Newton tal fama en vida que pareciera que ya a los 45 años cobró conciencia de lo que había producido y se dio por satisfecho. En los siguientes cuarenta años ya no produjo obras de semejante envergadura. Se dedicó a los estudios esotéricos, a la alquimia y a la exégesis del Apocalipsis bíblico; estos hechos fueron ingenuamente atribuidos a la decadencia senil. Pero ya se interesaba por las ciencias ocultas y el misticismo hacia 1666, cuando sentó las bases del cálculo y de la física clásica.

El economista John Maynard Keynes escribió un artículo donde se preguntaba si Newton no había sido "el último de los magos" que no concibió al mundo como un mecanismo sino como un enigma. La revelación de esa faceta poco conocida (o quizás ocultada por la "historia oficial"), provino de una gran cantidad de manuscritos "de poca importancia" adquiridos en un remate por Keynes, quien tras estudiarlos los donó a una universidad. Allí se encontraron textos esotéricos y místicos sorpren-

derentes que echaban luz acerca de ciertos comentarios de estudiosos contemporáneos de Newton que lo acusaban de creer en las "cualidades ocultas".

El análisis posterior de esta parte de la obra de Newton sirvió para reinterpretar ciertas nociones newtonianas: por ejemplo, el espacio y el tiempo concebidos como "sensorio de Dios", que le permitía corregir las órbitas y evitar las colisiones planetarias; la propia idea de "fuerza", como acción a distancia en un medio etéreo, provenían de las nociones alquímicas de atracción y repulsión.

La misma tendencia a deificar a los hombres notables que mostraron las civilizaciones en el pasado, llevó al modernismo a considerar a los científicos (y la Ciencia como institución) una forma de "superhombres", que venían al mundo a rescatar a la Humanidad de la ignorancia. Tal fue el papel otorgado a Newton en el pasado. Tal vez hoy, nuestra actitud es más cautelosa y moderada.



Uno de los manuscritos teológicos de Newton, adquirido y luego donado por Keynes.

PARA CHARLAR Y DEBATIR

Años atrás se preguntaban si Newton fue el primer investigador moderno o el último hechicero. En las últimas décadas se abandonaron estos enfoques opuestos. Las investigaciones históricas señalaron los determinantes socioculturales de la ciencia y demostraron que su origen, su estructura y sus funciones son mucho más complejas y problemáticas de lo que se creía. Estas ideas pueden conducir al desencanto de la ciencia, por sus promesas incumplidas o por no ser lo "pura" que se creía. Esto es tan errado como el exagerado y acrítico

optimismo.

Por lo tanto, como decía Arthur Koestler en *Los sonámbulos*, necesitamos como antídoto a estas situaciones una historia de la ciencia que no caiga en falsas dicotomías (revolución vs evolución; externalismo vs internalismo; héroes o villanos; científicos o hechiceros). ¿Qué piensan ustedes: debemos tomar al personaje histórico en su totalidad como persona o solo considerar las facetas que se ajustan a nuestras propias expectativas? Debatan estas ideas.

LAS FUERZAS

COTIDIANAMENTE USAMOS EL CONCEPTO DE FUERZA. SIN EMBARGO, SU SIGNIFICADO CIENTÍFICO NO NOS ES TAN FAMILIAR. POR EJEMPLO, ES SABIDO QUE CUANDO CAMINAMOS, NUESTROS PIES EJERCEN UNA FUERZA SOBRE EL SUELO Y NOS ACELERAMOS. PERO LO QUE NO ES TAN EVIDENTE ES QUE EL SUELO TAMBIÉN EJERCE UNA FUERZA SOBRE NOSOTROS. ESTE CAPÍTULO PERMITIRÁ DEVELAR ESOS Y MUCHOS OTROS MISTERIOS QUE EXPLICAN QUÉ SON LAS FUERZAS, Y CÓMO Y POR QUÉ SE MUEVEN Y DEJAN DE MOVERSE LAS COSAS.

EL MOVIMIENTO Y SUS LEYES

En el capítulo anterior hemos analizado de qué modo el hombre supo aprovechar el fenómeno electromagnético para generar corriente eléctrica y, a partir de ella, desarrollar aplicaciones de todo tipo. Todos esos desarrollos tienen en común la generación de movimiento, ya sea de electrones como de engranajes, piezas y dispositivos. En todos ellos hay fuerzas que, de un modo u otro, están presentes y hacen posible la transformación de la energía. En las páginas que siguen analizaremos las leyes y los principios que rigen esas fuerzas y, por lo tanto, el movimiento de todos los cuerpos, desde las partículas subatómicas hasta los planetas y las estrellas.



¿Qué es una fuerza? ¿Qué tipos de fuerzas que utilicen cotidianamente pueden mencionar?

ACCIÓN Y FUERZA

Si bien habitualmente hablamos y percibimos en nosotros mismos y en nuestro entorno la idea de **fuerza**, el concepto no es fácil de definir. Por intuición, podemos suponer que la fuerza está relacionada con los cuerpos y con una relación de causa-efecto. Hacemos fuerza para levantar algo, pero también ejercemos fuerza sobre el piso estando de pie y sin mover un músculo; un imán ejerce una fuerza determinada sobre un clavo; lo mismo que el Sol sobre los planetas que lo orbitan. Evidentemente, siempre que hablamos de fuerza existe una acción que involucra a dos o más cuerpos. De hecho, los cuerpos del universo están "conectados" por fuerzas. Las fuerzas se ejercen entre cuerpos de cualquier tipo y, en la mayoría de los casos, son producto de la acción, o interacción, entre cuerpos materiales (objetos).

Siempre que existe una fuerza, hay un cambio, es decir, una consecuencia o **efecto**. Las fuerzas producen dos tipos de efectos: **aceleración** y **deformación**; este último se produce siempre, aunque a veces resulte difícil de observar. Si un auto choca contra otro, ambos terminan afectados; si pateamos una lata, esta volará por el aire hasta caer (se acelerará) y también se deformará; si depositamos libros sobre un sillón mullido, este último se aplastará, y si dejamos un cubito de hielo al sol, el efecto será su derretimiento. En algunos casos, la deformación puede revertirse; por ejemplo, retomando el caso de los libros apoyados sobre el sillón, podría suceder que al retirarlos, el sillón volviera a su forma original exacta. Si ello sucediera, diríamos del sillón que es **perfectamente elástico**.

EL DINAMÓMETRO

Un cuerpo perfectamente elástico puede servir para medir la fuerza, comparando por separado el efecto que le producen diferentes cuerpos. Un **resorte** perfectamente elástico clavado en un punto fijo al que se le cuelgan sucesivamente diferentes objetos, es útil como instrumento de medición: según cuánto se estire con cada objeto que se le cuelga, y tomando como referencia el estiramiento que le produce un cuerpo determinado, por ejemplo, una moneda, se puede construir una **escala** y a partir de ella medir la fuerza que ejercen sobre el resorte diferentes objetos.

Los aparatos que miden fuerzas mediante el estiramiento, como en el caso anterior, se denominan **dinamómetros**.

En el SI, la unidad de medida de la intensidad de la fuerza es el **newton (N)**.

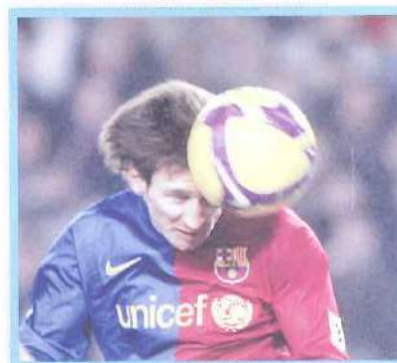


Los dinamómetros son resortes con una escala graduada, que se usan para medir la intensidad de fuerzas.

El newton como unidad de medida

Fuerza entre un electrón y un protón en un átomo	0,00000002 N
Fuerza peso en la Tierra de 1 sachet de leche	10 N
Fuerza del pie al caminar	100 N
Fuerza para empujar una heladera	500 N
Fuerza en un saque de tenis	2.000 N
Fuerza peso en la Tierra de 1 automóvil mediano	10.000 N
Fuerza entre el Sol y la Tierra	$3 \cdot 10^{22}$ N

En la tabla se presentan valores promedio de la intensidad de algunas fuerzas.



Cuando alguien cabecea una pelota, es evidente la presencia de fuerzas y de cuerpos en interacción. ¿Qué efectos consideran que tiene el cabezazo?



Varias personas empujan el bote en el mismo sentido, por lo que las fuerzas individuales se suman. Si cada uno ejerce una fuerza de 10 N, ¿cuál será la fuerza resultante?

REPRESENTACIÓN DE LAS FUERZAS

En una pulseada, cuando las dos personas ejercen una fuerza con la misma intensidad, sus manos quedan detenidas, en equilibrio. La fuerza de uno empuja en la misma dirección y en sentido opuesto a la del otro y con la misma intensidad. En consecuencia, las manos permanecen quietas. Pero si uno empuja con mayor intensidad, ya no hay equilibrio y las manos se aceleran en el sentido de la fuerza mayor.

Para conocer las características de una fuerza determinada, no alcanza con saber su intensidad. Al igual que la velocidad, la fuerza es una **magnitud vectorial**, es decir que se representa con una flecha (**vector**), en donde se indican los distintos componentes que la definen. Estos son los siguientes:

- **El punto de aplicación.** Lugar donde se aplica la fuerza. Quienes juegan al fútbol saben que el lugar en el que se golpee la pelota es crucial para obtener un movimiento hacia uno u otro lado.
- **La dirección.** Recta de acción de la fuerza; la inclinación de esta recta es lo que indica la dirección de la fuerza.
- **El sentido.** Orientación de la fuerza, hacia dónde esta se dirige.
- **La intensidad o módulo.** Se representa por la longitud del vector. Por ejemplo, una fuerza de 1 N se puede representar con un largo de 1 cm. El vector fuerza se representa \vec{F} y su intensidad, solamente F .

SUPERPOSICIÓN DE FUERZAS

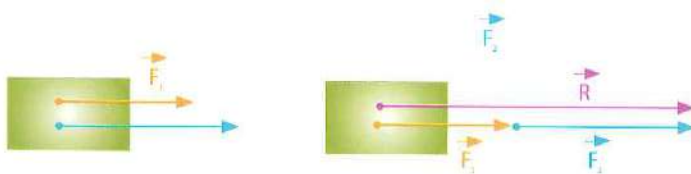
Cuando sobre un cuerpo actúa más de una fuerza en forma simultánea, los efectos de todas ellas se mezclan y se combinan en lo que se denomina una **fuerza resultante** (\vec{R}).

En estos casos, cuando hay superposición de fuerzas, existen tres situaciones posibles, dependiendo de si las fuerzas se ejercen en la misma dirección o en direcciones diferentes. A continuación, veremos qué ocurre en cada caso y cómo se obtiene la fuerza resultante en cada situación.

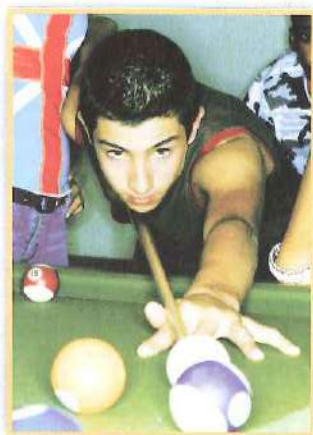
FUERZAS APLICADAS EN LA MISMA DIRECCIÓN

Cuando sobre un cuerpo se aplican fuerzas que poseen la misma dirección puede ocurrir que estas tengan el mismo sentido o sentidos opuestos.

- Cuando las fuerzas aplicadas sobre un objeto tienen **igual dirección** y el **mismo sentido**, por ejemplo dos personas empujando un auto por una calle, el efecto será mayor que el que pueda lograr una sola de las fuerzas, y bastará con **sumarlas** para conocer la fuerza resultante. La suma de fuerzas de igual sentido y dirección se grafica dibujando los vectores de las fuerzas uno tras otro.



Cuando las fuerzas tienen igual dirección e igual sentido, la intensidad de la fuerza resultante es igual a la suma de la intensidad de las dos fuerzas del sistema: $R = F_1 + F_2$



Al igual que en el fútbol, cuando se juega al pool el lugar en el que se golpee la pelota es crucial para obtener un movimiento hacia uno u otro lado.

- En cambio, si las fuerzas aplicadas tienen **la misma dirección pero diferente sentido** o **sentido opuesto**, como cuando una persona empuja un auto desde atrás hacia adelante, y la otra lo hace desde adelante hacia atrás, la fuerza resultante será igual a la **diferencia** entre ambas fuerzas, y tendrá el sentido de la fuerza más intensa. Esto es así porque una parte de una de las fuerzas servirá para anular la fuerza de la otra, con lo cual el efecto combinado será más pequeño que en el caso de que ambas fuerzas tuvieran igual sentido. En este caso, las fuerzas se restan.

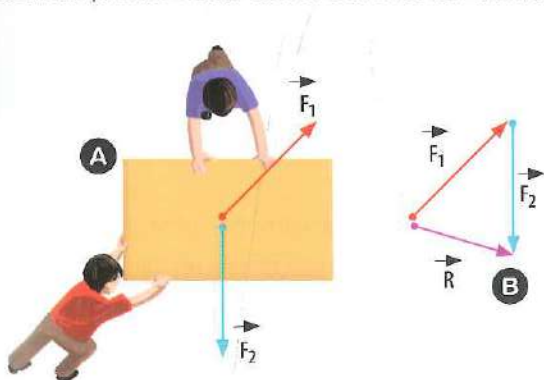


Cuando las fuerzas tienen igual dirección y diferente sentido, la intensidad de la fuerza resultante será igual a la diferencia de las dos fuerzas y tendrá el sentido de la fuerza más intensa: $R = F_1 - F_2$

FUERZAS APLICADAS EN DISTINTA DIRECCIÓN Y SENTIDO

La tercera situación posible es aquella en que no coinciden ni el sentido ni la dirección de las fuerzas. ¿Cómo se calcula la fuerza resultante en ese caso? Dado que las fuerzas horizontales se suman con otras horizontales, y las verticales con otras verticales, es claro que no se pueden sumar en forma directa fuerzas de distinta dirección.

Veamos un ejemplo en el que dos personas empujan una caja en distintas direcciones. Esto se representa en la figura A. En este caso, para obtener la resultante, los vectores deberán ubicarse uno a continuación del otro, y luego se deberá unir el punto de aplicación del primer vector con el extremo del último vector, como se observa en la figura B.



A. Las personas empujan en direcciones diferentes.

B. La fuerza resultante representa una única fuerza que ocasiona los mismos efectos sobre la caja que la presencia de las múltiples fuerzas individuales que la generaron.

En todos los casos, sea que las fuerzas posean igual o diferente sentido y dirección, rige el denominado **principio de superposición de fuerzas**, que establece que dos o más fuerzas independientes pueden sumarse unas con otras. De esta manera, se combinan y dan como resultado una fuerza diferente, cuya intensidad puede ser mayor o menor a la de las fuerzas individuales que se superponen.

Si las fuerzas aplicadas a un cuerpo son más de dos, la resultante se calcula sumando dos de ellas y, a su resultante, se le suma luego una tercera, y así sucesivamente.

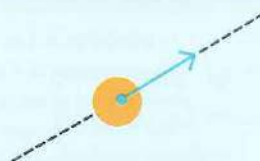
Si la resultante de todas las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo es igual a cero, decimos que el cuerpo está en **equilibrio**. Las fuerzas compensan todos sus efectos individuales y el resultado es el mismo que si no hubiera fuerzas actuando sobre el cuerpo.



Si la resultante de las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo es igual a cero, se dice que el cuerpo está en equilibrio. ¿Es posible que un cuerpo esté en equilibrio si se le aplica una única fuerza con valor distinto de cero?

ACTIVIDADES

1. Observen el esquema e indiquen la dirección, el sentido, el módulo o intensidad y el punto de aplicación de la fuerza.



LA INERCIA

Aunque en la vida cotidiana no resulte perceptible, siempre que hay un cuerpo en movimiento existe, necesariamente, un contacto con otro cuerpo, como agua, aire, suelo, entre otros, que tiende a frenarlo. Por ejemplo, si empujamos un carrito por una calle, avanzará algunos metros hasta terminar frenándose por efecto de la rugosidad del asfalto y por la propia fricción del carrito con el aire que, aunque no lo parezca, ofrece una cierta resistencia. Si no existiera ninguno de esos dos factores de freno, el carrito continuaría moviéndose en línea recta y con la misma rapidez, indefinidamente. Dicho de otro modo, así como un cuerpo que está quieto permanecerá quieto hasta tanto se le aplique una fuerza, todo cuerpo que esté en movimiento y libre de la influencia de otro cuerpo o fuerza, conservará su movimiento y velocidad. Esa tendencia a mantener el estado, ya sea de movimiento o de reposo, se denomina **inercia**.

Un cuerpo puede tener mucha o poca inercia; se considera que esta es mayor cuanto más fuerza haya que aplicarle para cambiar su velocidad.

Al frenar de golpe, las ruedas de un vehículo se "enganchan" al suelo y este es empujado hacia atrás. Los pasajeros, por inercia, siguen moviéndose con la velocidad que tenían. Para protegernos de los golpes debemos usar cinturón de seguridad.



Cuando un astronauta abandona la nave debe permanecer atado a ella. ¿Por qué creen que esto es así? ¿Cómo se relaciona con el principio de inercia?

LA PRIMERA LEY DE NEWTON

El filósofo y físico inglés Isaac Newton fue quien puntualmente postuló que todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo, a no ser que sea obligado a cambiar su estado por fuerzas impresas sobre él. A esta afirmación se la denomina **primera ley de Newton**, y se enmarca en un conjunto de leyes sobre el movimiento que son de su autoría.

La primera ley de Newton se opuso a la idea que había propuesto Aristóteles de que un cuerpo solo podía permanecer en movimiento si se le aplicaba una fuerza. De su enunciado, además, puede inferirse otra afirmación: un cuerpo no puede cambiar por sí solo su estado inicial, ya que esto se logra únicamente aplicándole una fuerza.

Esta primera ley de Newton es fácil de comprobar en lo cotidiano, cuando se habla de un objeto en reposo, ya que nadie esperará que algo se mueva "espontáneamente", pero resulta más difícil de comprender que un objeto puede moverse indefinidamente siempre que no exista ninguna fuerza que lo afecte. Como ejemplo, vale lo que sucede con una nave espacial cuando, ya lejos de la Tierra, sin fuerza de gravedad ni aire que actúen como frenos, puede apagar sus motores y continuar viajando en línea recta a 3.000 km/h.

FUERZA Y ACCELERACIÓN

Siempre que exista una fuerza ejercida sobre un cuerpo, o varias fuerzas cuya resultante sea mayor que cero, el sistema no estará en equilibrio y el cuerpo se acelerará. Y esa **aceleración** tendrá la misma dirección y sentido que la fuerza resultante.

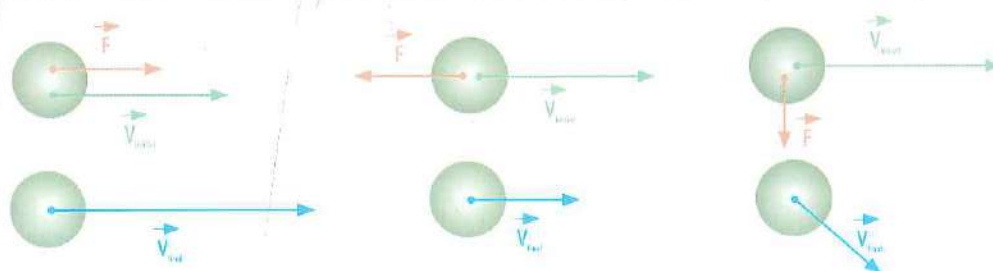
Es importante distinguir entre lo que se entiende por "acelerar" en el lenguaje cotidiano y en el de la física. Para la física, que un cuerpo se acelere no significa que se esté moviendo, ya que puede estar moviéndose sin que exista aceleración, ni que vaya cada vez más rápido, porque un objeto que pierde velocidad también tiene aceleración.

En el lenguaje científico, la aceleración es el **cambio en la velocidad** (sea porque esta aumenta o porque disminuye), o **en la dirección** del objeto. Así, si un cuerpo sobre el que se ha ejercido una fuerza se mueve en cierta dirección pero en un momento la cambia, "dobla", aunque siga avanzando a la misma velocidad, se dice que tiene aceleración porque la velocidad ha cambiado de dirección.

Siempre que hay un cambio en la velocidad de un cuerpo es por efecto de una fuerza resultante. Si, en cambio, un cuerpo se mantiene quieto, o bien se mueve pero se mantiene a velocidad constante, su aceleración será cero y no habrá una fuerza en juego.

LA SEGUNDA LEY DE NEWTON

Respecto de la fuerza y la aceleración, la **segunda ley del movimiento de Newton** sostiene que, cuando se aplica una fuerza sobre un cuerpo en movimiento, el cambio en ese movimiento es proporcional a la **fuerza motriz** impresa, y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual se imprime la fuerza. Es decir, que el cambio de la velocidad (\vec{V}) dependerá del sentido de la fuerza (\vec{F}) y de las características del cuerpo. Si el objeto está quieto ($\vec{V} = 0$), se acelerará en el mismo sentido y dirección que la fuerza aplicada.



Si \vec{F} tiene la misma dirección y sentido que \vec{V} , la rapidez del cuerpo aumenta, sin que cambie la dirección del movimiento.

Si \vec{F} tiene igual dirección, pero sentido opuesto a \vec{V} , disminuye su rapidez y no cambia la dirección del movimiento.

Si la dirección de \vec{F} es distinta de \vec{V} , cambia la dirección del movimiento. Y si \vec{F} es perpendicular a \vec{V} , no cambia la rapidez del cuerpo.

INTENSIDAD DE LA ACCELERACIÓN

La aceleración depende de dos factores: el cambio de la velocidad ($V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}} = \Delta V$) y el tiempo que ese cambio tarda en producirse ($t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}} = \Delta t$). Así, la aceleración se define a partir de la ecuación: $a = \Delta v / \Delta t$.

Por eso, cuanto más brusco es el cambio de la velocidad en el tiempo, mayor es la aceleración. La aceleración, por lo tanto, posee unidades de distancia/tiempo y en el sistema internacional es m/s^2 .

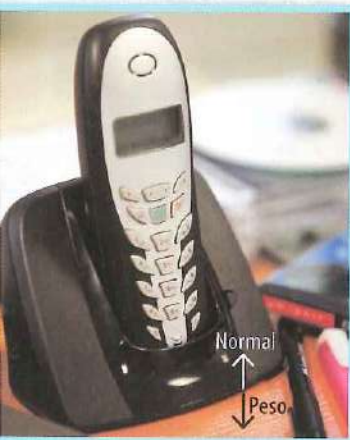


Cuando un cuerpo gira, la dirección de su velocidad cambia aunque su intensidad se mantenga constante. Entonces, ¿hay o no hay aceleración?

ACTIVIDADES

1. Indiquen verdadero (V) o falso (F). Justifiquen.
 - a) Aceleración es un aumento de la intensidad de la velocidad. ☐
 - b) Un cuerpo en movimiento siempre tiene un grado de aceleración. ☐
 - c) Cuando un cuerpo no está sujeto a fuerzas, su velocidad no cambia. ☐

LAS FUERZAS DE CONTACTO Y A DISTANCIA



En el ejemplo de la foto se observa que en el sistema que componen el teléfono y la mesa existe tanto una fuerza a distancia como una de contacto. ¿Cuál es el nombre de una y otra?

Para que exista una fuerza debe haber una interacción entre dos o más cuerpos y, como resultado, se produce la aceleración o la deformación. Más allá del efecto que generen, las fuerzas se pueden clasificar usando como criterio la existencia de un contacto entre los cuerpos. Según lo anterior, las interacciones pueden ser mediante o por:

- **Fuerzas de contacto.** Por ejemplo, si pateamos una pelota, la fuerza solo comenzará a actuar cuando ambos cuerpos, pie y pelota, estén en contacto físico. Del mismo modo, si sostenemos un objeto en alto, la fuerza se ejercerá siempre y cuando la mano y el objeto se toquen, ya que en cuanto separemos el objeto de nuestras manos, la fuerza ya no lo afectará.
- **Fuerzas a distancia.** Algunas fuerzas actúan a distancia, sin que sea necesario que los cuerpos estén en contacto. Tal es el caso de la **fuerza magnética**: un imán puede atraer a un cuerpo metálico o repeler a otro imán sin que en ningún momento ambos objetos hayan tenido que entrar en contacto. Asimismo, las fuerzas que actúan entre **cuerpos cargados eléctricamente**, lo hacen a distancia; por ejemplo, un globo cargado eléctricamente por frotamiento, puede erizar los cabellos de una persona sin tocarlos. Otro ejemplo de fuerza a distancia es la **fuerza gravitatoria**.



Las interacciones de contacto requieren, como su nombre lo indica, de un contacto entre los objetos.



Las interacciones a distancia no requieren un contacto entre los objetos. Es el caso, por ejemplo, de las fuerzas magnéticas.

TIPOS DE FUERZAS

pueden ser

POR
CONTACTO

A
DISTANCIA

se dividen en

se dividen en

- MAGNÉTICA
- ELÉCTRICA
- GRAVITATORIA

- NORMAL
- DE EMPUJE
- DE TENSIÓN
- DE ROZAMIENTO O FRICCIÓN

TIPOS DE FUERZAS DE CONTACTO

Si observamos un vaso apoyado sobre una mesa, estaremos contemplando un sistema en equilibrio por la acción de dos tipos distintos de fuerza en interacción que se anulan mutuamente. Por un lado, está la fuerza de la gravedad (a distancia) y, por el otro, la fuerza de contacto del vaso contra la mesa. Esa fuerza de contacto que realiza la mesa para impedir que el vaso la atravesase se denomina **fuerza normal**.

Otros tipos de fuerzas por contacto son la **fuerza de empuje**: se observa cuando se sumerge un cuerpo en un fluido; **fuerza de tensión**: se produce, por ejemplo, cuando un objeto cuelga de una soga, elástico o resorte; y la **fuerza de rozamiento** o de **fricción**: es la que se opone al movimiento entre dos superficies o impide el inicio del movimiento.

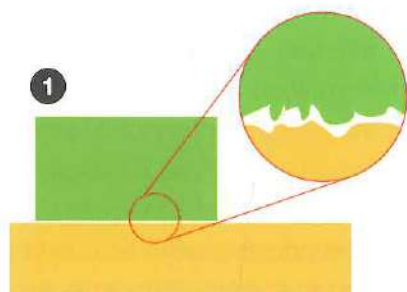
LA FUERZA DE ROZAMIENTO

En los movimientos que observamos a diario, los objetos se frenan por el **rozamiento**; de lo contrario, de acuerdo con la primera ley de Newton, continuarían indefinidamente el movimiento rectilíneo y uniforme. Pero no hay forma de que los cuerpos no rocen con otros mientras se están moviendo: lo hace una pelota con el piso, un velero con el agua y un avión con el aire. En todos los casos, la fuerza de rozamiento termina deteniendo el objeto; por eso, si se pretende impedir que el objeto frene, otra fuerza deberá empujarlo: alguien deberá patear la pelota, el viento tendrá que empujar las velas del velero y el avión deberá llevar encendidos los motores.

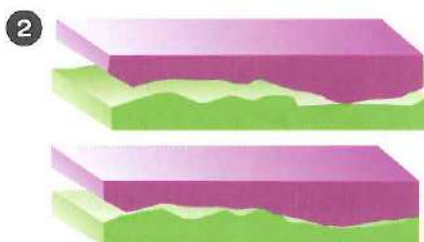
La fuerza de rozamiento se ejerce entre dos superficies en contacto en cualquier estado de la materia.

- Si se trata de **superficies sólidas**, la magnitud de la fuerza de roce dependerá de la **rugosidad** de ellas.
- Si se trata de **superficies que no son sólidas**, la fuerza de rozamiento estará vinculada con otros parámetros, como la **viscosidad** del material y la **velocidad** con que una capa del fluido se desliza sobre la otra. En cualquier caso, la fuerza de roce se ejerce en forma paralela a las superficies que se encuentran en contacto.

Existe rozamiento siempre que dos cuerpos se interrelacionan porque las superficies de contacto tienen rugosidades muchas veces microscópicas. Cuanto más rugosas son las superficies, mayor será el rozamiento; por ejemplo, una patineta que se desliza sobre un piso rugoso se frena antes de que si rodara en una superficie pulida.



Por pulidas que parezcan, las superficies tienen irregularidades microscópicas. Cuanto mayores sean, mayor será la fuerza de roce que ejercen entre ellas.



Mientras más juntas se encuentren las superficies, más difícil es desplazar una sobre la otra y más rugosas parecen.

TIPOS DE FUERZAS DE ROZAMIENTO

Existen dos tipos de fuerza de rozamiento, según cómo se encuentre el cuerpo:

- **Fuerza de roce estático.** Aquella que actúa entre dos superficies que no se encuentran en movimiento relativo entre ellas. Su efecto se observa, por ejemplo, cuando se inicia el movimiento de un cuerpo.
- **Fuerza de roce cinético o dinámico.** Aparece cuando las dos superficies se mueven una respecto de la otra, como una caja que se desliza sobre el piso de madera.

La fuerza de rozamiento cinético siempre es menor o igual a la de roce estático. Mientras más juntas se encuentren las superficies, mayor es la fuerza de roce entre ellas. Este efecto aumenta a través de la fuerza normal de una superficie sobre la otra.



Al caer el carrito de la montaña rusa, las ruedas rozan contra las vías y se frenan. ¿Qué característica tendrían que tener las ruedas y las vías para que el rozamiento fuera el menor posible?

ACTIVIDADES

1. ¿Qué define la magnitud de la fuerza de rozamiento cuando se trata de superficies sólidas?
2. ¿Existe la posibilidad de que sobre un cuerpo se ejerzan a la vez fuerzas a distancia y fuerzas por contacto? Justifiquen.
3. Si una pelota está apoyada en el piso, ¿existe fuerza de rozamiento?



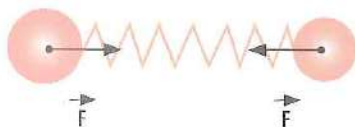
En este ejemplo, interactúa una esfera azul de un 1 kg masa con otra verde. Si la azul se aceleró el triple que la verde, ¿cuál será la masa de la esfera verde?

EXPERIMENTO DE MACH

Tal como lo indica la segunda ley del movimiento de Newton, cuando se aplica una fuerza sobre un cuerpo, el cambio de la velocidad dependerá del sentido de la fuerza, pero también de las características del cuerpo.

El primero en explicar experimentalmente ese enunciado fue el físico y filósofo austríaco Ernst Mach (1838-1916), quien buscó una respuesta al hecho de que ante la misma fuerza los cuerpos reaccionaran de manera diferente. Es decir, se preguntó por esa característica que definía el cambio en la velocidad generado por la aplicación de la fuerza.

En su experimento, Mach puso en interacción dos cuerpos que no eran idénticos, unidos por un resorte y los alejó. Al soltarlos, observó que siendo la misma la fuerza aplicada sobre ambos, uno de ellos tenía mayor aceleración que el otro. Esa relación se mantenía independientemente de la distancia a la cual quedaban separados los cuerpos, tanto si estiraba mucho o poco el resorte, es decir, la relación era la misma más allá de la fuerza aplicada. A esa característica que los diferenciaba, la llamó **masa inercial**.



Mach observó que más allá de cuánto separaran los resortes, la relación entre aceleraciones era siempre la misma.

Valores aproximados de algunas masas

Ejemplo	Masa (kg)
Vía Láctea	$7 \cdot 10^{41}$
Sol	$2 \cdot 10^{30}$
Tierra	$6 \cdot 10^{24}$
Luna	$7 \cdot 10^{22}$
Oso polar	500
Humano adulto	70
Sapo	0,1
Mosca	0,0001
Bacteria	$1 \cdot 10^{-15}$
Átomo de hidrógeno	$2 \cdot 10^{-27}$
Electrón	$9 \cdot 10^{-31}$

De acuerdo con los valores del cuadro, ¿cuántas moscas juntas tienen igual masa que un sapo?

Luego, puso un tercer cuerpo en interacción con el primero; luego un cuarto y un quinto, observando siempre la diferencia de aceleraciones entre uno y otro. A partir de esa diferencia en la aceleración, calculó la relación entre la masa inercial del primer cuerpo respecto de la de los demás. Definió, entonces, como **masa patron** 1 kilo.

Mach observó que la masa es un valor propio de cada cuerpo, que permite comparar la aceleración que este adquiere al interactuar con otro. Si los cuerpos son idénticos, la aceleración que adquieren es la misma, pero si son diferentes, habrá uno que se acelerará menos. El que adquiera menor aceleración será el que posea más masa.

Por ejemplo, si al interactuar un cuerpo A de 1 kg masa con otro cuerpo B, el cuerpo B se acelera el doble, entonces su masa será de 0,5 kg. Si, en cambio, B se acelera la mitad, su masa será de 2 kg. Así, la relación que se establece es la siguiente:

$$m_A \cdot a_A = m_B \cdot a_B$$

De esta manera, se verifica que siempre, en todas las interacciones, el producto de la masa por aceleración vale exactamente lo mismo para ambos cuerpos.

PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

La segunda ley de Newton establece que el cambio de la velocidad de un cuerpo depende del sentido de la fuerza y de su masa. Se expresa en la siguiente ecuación:

$$F = m \cdot a$$

Como lo demuestra la experiencia de Mach, en las interacciones son dos cuerpos los que se aceleran y lo hacen en sentidos opuestos, empujados por fuerzas de igual intensidad. Esto se expresa en la ecuación $m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2$ o en la relación $F_1 = F_2$.

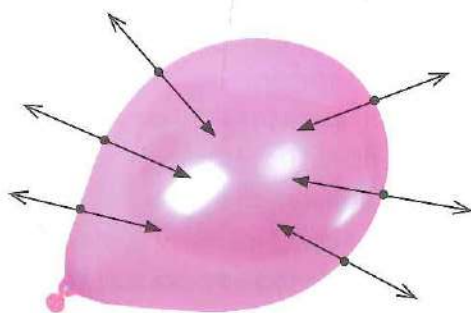
LA TERCERA LEY DE NEWTON

La idea de que sobre cada uno de los cuerpos que interactúan existe una fuerza de igual intensidad y sentido contrario a la que se verifica en el otro, fue expresada por Newton en su **tercera ley del movimiento**, también llamada **principio de acción y reacción**. De este principio, también se desprende:

- Las fuerzas se presentan de a pares, siempre son interacciones entre objetos.
- Dado que cada una de esas fuerzas que se presentan de a pares actúa sobre objetos diferentes, es imposible que se cancelen mutuamente; es decir, que cada una tiene su propio efecto en cada cuerpo.
- Cuando dos cuerpos interactúan se ejercen fuerzas de igual intensidad, por lo que la aceleración depende de la masa de cada cuerpo (a mayor masa, menor aceleración).

A cada una de las fuerzas que intervienen en la interacción de los pares de objetos se las conoce como **acción** y **reacción**. Ambas se aplican sobre distintos cuerpos y tienen la misma dirección, pero sentido contrario. No es necesario reconocer cuál es la acción y cuál la reacción, ya que ambas cumplen los dos papeles al mismo tiempo; lo importante es reconocer los objetos que interactúan para establecer la pareja acción-reacción.

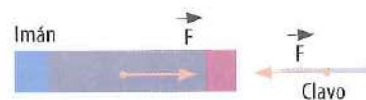
Se suele pensar que el peso de un cuerpo y la fuerza normal sobre él son un par acción-reacción, pero es un error, ya que ambas fuerzas se aplican sobre el mismo cuerpo: el peso de una lapicera corresponde a la fuerza que ejerce la Tierra sobre ella y la fuerza normal es la que ejerce la mesa sobre la que está apoyada la lapicera. En cambio, las fuerzas de acción y reacción se ejercen sobre cuerpos distintos.



El globo ejerce una fuerza sobre el aire en su interior (acción). El aire, a su vez, ejerce una fuerza sobre el globo (reacción). Las fuerzas de acción y reacción son de igual módulo y sentido opuesto.



Al dar un paso, interviene la fuerza que ejerce el pie (acción), representada por F , que empuja al piso hacia atrás, y la del piso (reacción), que empuja al pie hacia adelante, representada por $(-F)$.



$$F = F$$

$$m \cdot a = m \cdot a$$

Un clavo y un imán se atraen. La fuerza magnética tiene la misma intensidad en ambos cuerpos, pero la aceleración del clavo es mayor que la del imán. ¿A qué se debe esa diferencia?



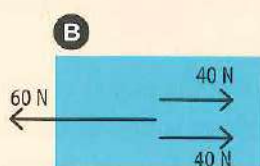
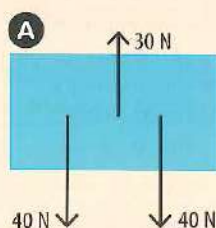
La Tierra y los objetos se atraen mutuamente, con fuerzas contrarias de igual intensidad. ¿Por qué la aceleración de la Tierra resulta imperceptible?

ACTIVIDADES

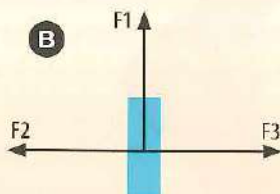
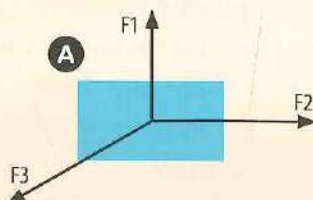
1. Indiquen cuáles son las fuerzas que actúan y sobre qué objetos lo hacen en los siguientes ejemplos:

- a) Una persona sube y baja su brazo en el aire.
- b) Una piedra se sumerge en el agua.

- Supongamos que Papá Noel viaja en un trineo tirado por tres renos. Si cada reno aplica una fuerza de 40 N en el mismo sentido, ¿cuántos N de fuerza aplican en total? Representen la suma con vectores.
- Indiquen si las siguientes frases son verdaderas (V) o falsas (F). Justifiquen:
 - Puede utilizarse el mismo dinamómetro para medir la fuerza de un camión y la de una pluma. ☐
 - Las fuerzas son el resultado de una acción. ☐
 - El resorte de un dinamómetro eventualmente puede reemplazarse por un trozo de tela o de plastilina. ☐
 - El dinamómetro permite medir la fuerza que ejercen sobre un resorte diferentes objetos. ☐
- Definan qué indica el punto de aplicación, la dirección, el sentido y la intensidad en la representación de las fuerzas. Realicen un gráfico indicando cada una de esas características en un vector fuerza.
- Encuentren la fuerza resultante en cada caso; realicen el gráfico correspondiente y expresen la fuerza en newton.



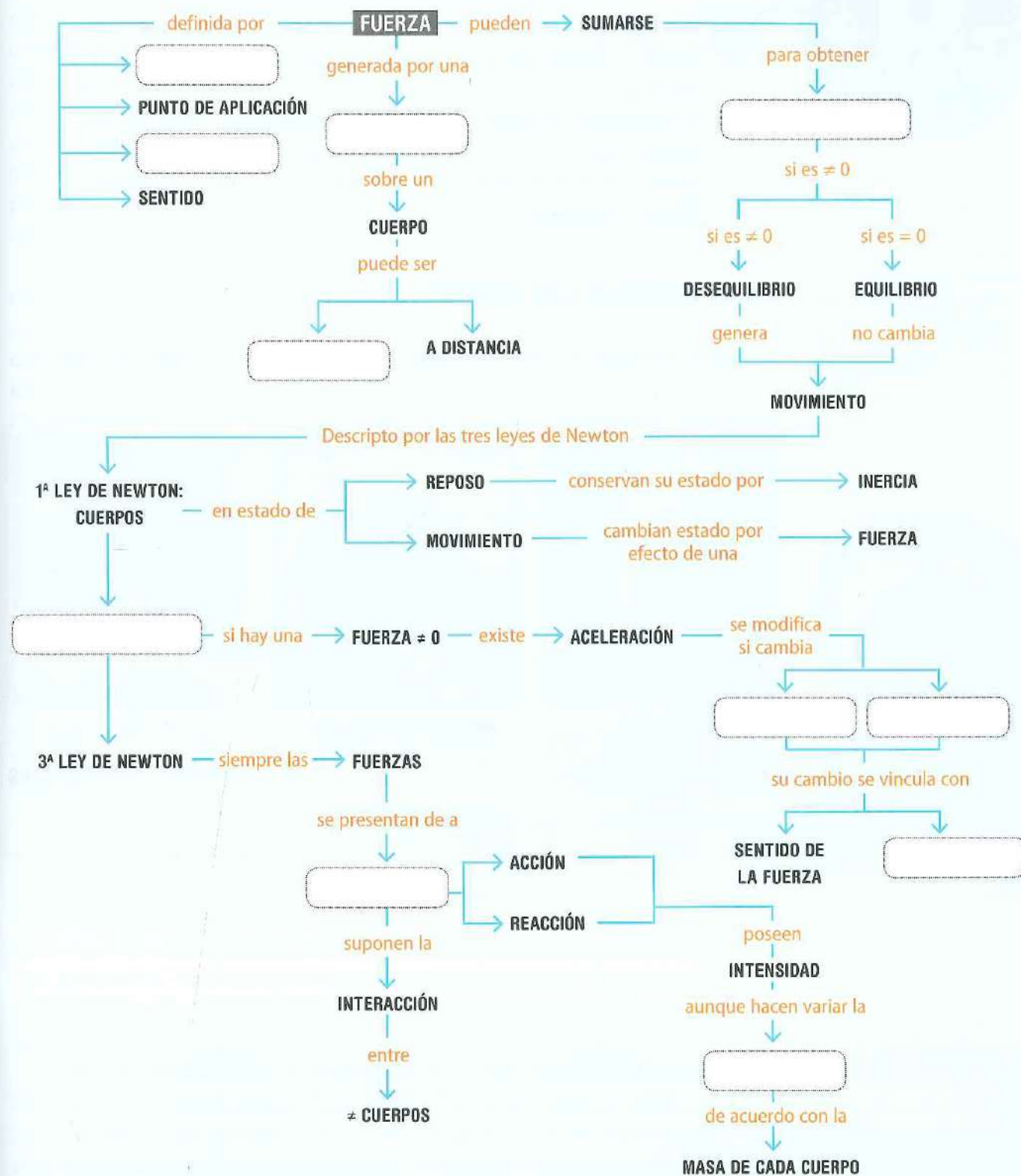
- Encuentren la fuerza resultante en cada caso.



- Expliquen con sus palabras el concepto de inercia y relacionenlo con la primera ley de Newton.

- Vinculen en una frase los siguientes grupos de conceptos:
 - aceleración – fuerza – velocidad – movimiento
 - velocidad – constante – fuerza – nula
 - cuerpo – quieto – aceleración – fuerza
 - intensidad – aceleración – velocidad – tiempo
- Resuelvan los siguientes problemas vinculados con la aceleración de los cuerpos.
 - Un avión parte del reposo y al despegar posee una velocidad de 150 m/s. Si el despegue demora 10 segundos, ¿cuál creen que es la aceleración del avión?
 - Si un auto tiene una aceleración $a = 8 \text{ m/s}^2$, ¿cuánto tiempo demorará en pasar de una velocidad $v_1 = 5 \text{ m/s}$ a una $v_2 = 34 \text{ m/s}$?
 - Cuando un ciclista frena lo hace con una desaceleración $a = -2 \text{ m/s}^2$. Calculen la velocidad del ciclista si demora 4 segundos en detenerse.
 - Si un auto que se mueve en línea recta, modifica su velocidad de 18 m/s a 2 m/s en 4 s, ¿cuál creen que será su aceleración? ¿Qué sucedería si se mantuviera esa aceleración durante varios segundos?
- Resuelvan los siguientes problemas utilizando los resultados de la experiencia de Mach o la segunda ley de Newton.
 - Dos patinadores se empujan mutuamente con una fuerza $F = 50 \text{ N}$. Si el primero posee una masa de $m_1 = 80 \text{ kg}$, hallar la aceleración del primer patinador y la aceleración del segundo patinador, sabiendo que la masa del segundo es tres cuartos la del primero.
 - Si una esfera de masa $m_1 = 3 \text{ kg}$ se coloca en interacción mediante un resorte con otra esfera y adquiere una aceleración de $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$, hallar la fuerza que genera el resorte y la masa de la segunda esfera, sabiendo que esta adquiere una aceleración de $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$.

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

INTERACCIONES DE SUPERFICIE Y VOLUMEN

LAS FUERZAS SE VERIFICAN DE A PARES. POR ELLO, PODEMOS AFIRMAR QUE CUANDO SE PRESENTAN, SE DA UNA INTERACCIÓN ENTRE OBJETOS DIFERENTES. SEGÚN SEA EL TIPO DE MATERIA SOBRE LA QUE SE APLICAN LAS FUERZAS, ESTA SE COMPORTARÁ DE MANERA DIFERENTE. PARA COMPRENDER Y PREDECIR ESE COMPORTAMIENTO SE EMPLEA EL CONCEPTO DE MEDIO CONTINUO, QUE ABARCA TANTO A LOS FLUIDOS (GASES, LÍQUIDOS Y SEMILÍQUIDOS) COMO A LOS SÓLIDOS RÍGIDOS Y DEFORMABLES.

DE LA FUERZA A LOS CAMPOS

Hemos analizado qué son las fuerzas, cómo y por qué se mueven las cosas, y las leyes y principios que rigen ese movimiento. En este capítulo profundizaremos estos conceptos y volveremos sobre la noción de campo magnético, para ampliarla y ver cómo se aplica a la fuerza de gravedad y a la fuerza eléctrica. Porque, en definitiva, todo el funcionamiento del universo puede entenderse en términos de campos, en tanto fuerzas a distancia que ejercen los cuerpos y que modifican las propiedades del espacio que los rodea.



En este organizador pueden ver algunos de los temas que se desarrollarán en el capítulo. ¿Recuerdan alguno de años anteriores?

LOS MEDIOS CONTINUOS

Lógicamente, el análisis exhaustivo de la materia supone tener en cuenta tanto sus características a escala macroscópica, es decir, aquellas que se observan a simple vista, como las que se verifican a nivel atómico o molecular y que pueden observarse solo a través de un microscopio. Sin embargo, para el estudio de ciertos fenómenos a nivel macroscópico, la física no contempla la estructura microscópica de los cuerpos. Tal es el caso de la **teoría del continuo**, que entiende a los sólidos, los fluidos y los gases como "medios continuos", abordando el estudio de la materia como un conjunto infinito de partículas sin considerar los espacios vacíos o discontinuidades que efectivamente se verifican a nivel microscópico entre estas.

La teoría del continuo es un **modelo teórico** que permite estudiar ciertas condiciones de la materia que de otro modo no podrían abordarse, y que permite comprender y predecir el comportamiento de los materiales como consecuencia de la aplicación de fuerzas. El medio continuo comprende a los fluidos (gases, líquidos y semilíquidos), los sólidos rígidos y los sólidos deformables.



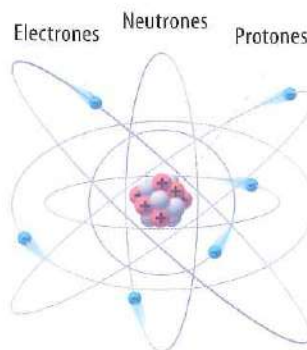
Los objetos sólidos, como la ropa colgada, soportan su propio peso sin deformarse.



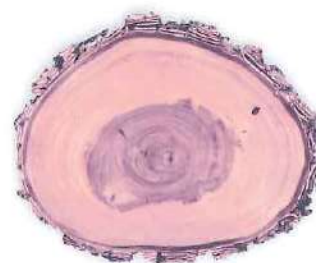
Los fluidos no son capaces de soportar su propio peso sin deformarse.



Las partículas sólidas y pequeñas de la arena agrupadas pueden comportarse como un fluido.



El radio atómico ronda los 10^{-10} m y el radio del núcleo es menor a 10^{-13} m. A su vez, las moléculas están separadas entre sí por espacios vacíos. ¿Es posible, entonces, que alguna forma de la materia sea un continuo?



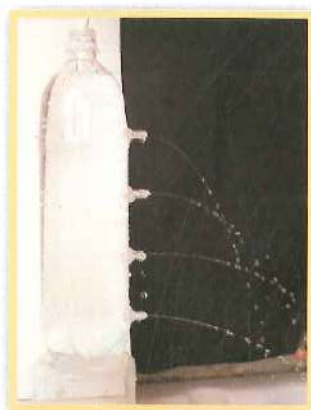
En un sólido, como la madera, puede hacerse un corte. ¿Qué ocurre en los fluidos?

Si bien todos los sólidos se deforman en cierto grado ante la presencia de fuerzas, se denomina **sólido rígido** a aquel que se considera "indeformable" en tanto, más allá de las fuerzas que se le apliquen, las posiciones relativas de las partículas que lo componen se mantienen invariables. Algunos ejemplos pueden ser un bloque de metal, una mesa o una bola de billar. Mientras que, los **sólidos deformables**, son aquellos que, sometidos a cierta fuerza, cambian de forma. En este caso, las distancias entre las partículas y sus posiciones se alteran. Algunos ejemplos son los resortes, un trozo de alambre, cualquier elemento de goma, una almohada, etcétera.

Finalmente, los **fluidos** se caracterizan por no poseer una forma definida: tanto los líquidos como los gases pueden fluir y tomar la forma del recipiente que los contiene, y esto se debe a que las moléculas que los componen no están fuertemente unidas entre sí. El agua, el aire o un gel son fluidos. Sin embargo, cuando se aplica una fuerza de compresión, los distintos fluidos se comportan de manera diferente: mientras que el volumen de los líquidos disminuye muy poco, el de los gases se reduce significativamente (son altamente compresibles).



La forma de los clavos está diseñada para que penetren al martillarlos. Si un clavo tiene punta achatada o roma será muy difícil de clavar. ¿Por qué?



El agua ejerce fuerza sobre la cara interior de las paredes de la botella y en todos sus puntos. ¿Qué sucedería si la botella agujereada contuviera a un gas?



Dado que la fuerza ejercida se distribuye sobre todos los clavos, el faquir puede acostarse sobre una cama de clavos. Si, en cambio, toda la fuerza se concentrara en un solo clavo, la presión haría que lo atravesara.

INTERACCIONES DE SUPERFICIE: LA PRESIÓN

Una de las características que diferencia a los fluidos de los sólidos es la de carecer de una forma propia y adaptarse a la del contenedor. Cuando esto sucede, el fluido entra en contacto con las paredes del contenedor y comienza a ejercer fuerza sobre la superficie en dirección perpendicular a esta. Por ejemplo, si rellenamos una botella plástica con agua y luego la perforamos, podremos observar al agua escapando en dirección perpendicular a la pared perforada, sea esta una pared lateral o inferior. Si en cambio el agua dentro de la botella se encuentra en estado sólido, solo hará fuerza hacia la parte inferior y no sobre las paredes laterales.

De la experiencia anterior se desprende que, a diferencia de lo que sucede con los sólidos, los fluidos transmiten su fuerza hacia todas direcciones, "repartiéndola" sobre toda la superficie con la que entran en contacto.

Cuanto más grande resulta la superficie sobre la que se reparte la fuerza ejercida por un fluido o un sólido, menor será la porción de la fuerza que le corresponderá a cada punto de la superficie. A esta relación entre fuerza y superficie se la denomina **presión**.

Por ejemplo, un cuchillo bien afilado actúa sobre una superficie muy pequeña, por lo que la presión que se ejerce es mayor que la que se aplica con un cuchillo gastado.

La presión no es un vector sino un escalar, y se lo calcula como:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}}$$

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



Una señora parada sobre zapatos de taco hace más presión sobre el suelo que si usa zapatillas, porque con ellos, el peso se reparte en una superficie menor.

Si sobre una superficie $S = 100 \text{ cm}^2$, un fluido ejerce una fuerza $F = 600 \text{ N}$, la presión se calcula:

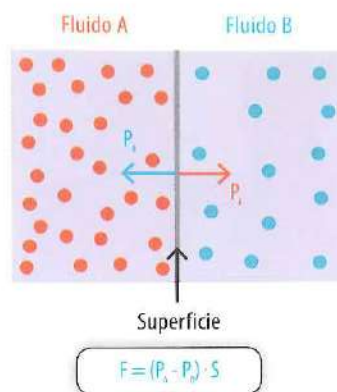
$$P = \frac{600 \text{ N}}{100 \text{ cm}^2} = 6 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

Si la presión tuviera ese valor en todos los puntos de otra superficie de 20 cm^2 , la fuerza resultante que empujaría en dirección perpendicular a la superficie tendría una intensidad de:

$$F = P \cdot S = 6 \text{ N/cm}^2 \cdot 20 \text{ cm}^2 = 120 \text{ N}$$

LAS DIFERENCIAS DE PRESIÓN

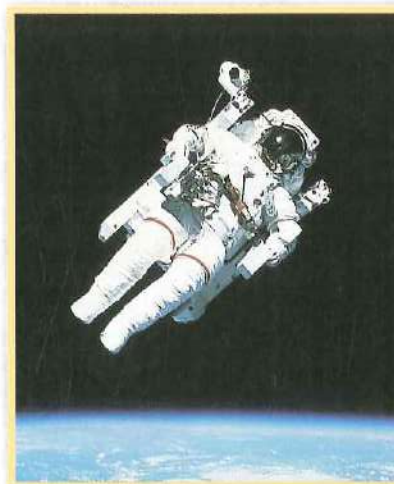
Si una superficie está sometida a presiones iguales en ambas caras, no se acelera, porque la presión de un lado se equilibra con la del opuesto. Pero si una de las presiones es mayor que la otra, habrá una fuerza resultante sobre la superficie dirigida desde la zona de mayor a la de menor presión. Es decir que lo que determina si una superficie experimenta una fuerza resultante es la diferencia entre las presiones en cada una de sus caras. Así, un globo inflado contiene aire y está rodeado de aire. Si la presión es igual en ambas caras no habrá fuerza resultante y las paredes del globo permanecerán quietas. Pero si soplamos aire adentro del globo, aumentará la presión interior y las paredes del globo se moverán hacia afuera. La fuerza resultante sobre la superficie se obtiene calculando la diferencia de presiones y multiplicando ese resultado por el área de la superficie.



LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Nosotros y todos los objetos que nos rodean estamos sumergidos en el aire. Como todos los gases, el aire es un fluido que tiende a dispersarse y a ocupar todo el espacio que le es accesible. Pero, entonces, cabe preguntarse por qué el aire que rodea a la Tierra y que compone la atmósfera no se dispersa hacia el espacio. La respuesta está en que el aire pesa y es atraído por la gravedad terrestre hacia el centro de la Tierra, sin poder escaparse hacia el espacio. En los cuerpos celestes más pequeños, como la Luna o ciertos planetas, la gravedad es menos intensa y no alcanza a retener a los gases, de modo que allí no hay atmósfera. Cuanto más cerca esté del piso más comprimido está el aire, dado que soporta la presión de más aire encima suyo, y cuanto más nos elevemos en la atmósfera, el aire será menos denso. Esto explica por qué, cuando ascendemos a montañas elevadas, resulta más difícil respirar: la masa de aire que entra a los pulmones con cada aspiración es menor que la que aspiramos al nivel del mar.

Los objetos situados al nivel del mar deben soportar todo el aire que está por encima; esa presión equivale a 1 kg por cm². Ello se debe a que el aire de la atmósfera pesa y ejerce presión sobre el propio planeta y sobre todos los objetos que rodea. Este fenómeno se denomina **presión atmosférica**.



En el espacio, donde no existe la presión atmosférica, los astronautas deben usar trajes que contienen aire presurizado. ¿Por qué?

ACTIVIDADES

1. Sobre un pistón que se encuentra dentro de un cilindro se ejerce una fuerza de 300 N; si el pistón tiene un área de 20 cm², hallen la presión a la que se verá sometido un fluido dentro del cilindro.



La presión atmosférica en A es mayor que en B. ¿Por qué?

INTERACCIONES DE VOLUMEN: EL PESO



Cuando nos subimos a una balanza decimos que nos estamos pesando. ¿Es esto correcto? ¿Por qué?

Todo cuerpo ubicado en el espacio que rodea a la Tierra es atraído hacia el centro terrestre. Por eso, todos los objetos que estén "suelos" en el aire caen hacia el suelo. Esa fuerza que los atrae es la **fuerza peso** o **atracción gravitatoria**. El peso de cada cuerpo depende de su masa: un auto es mucho más pesado que un zapato.

A igual distancia del centro de la Tierra, la fuerza peso produce la misma aceleración en todos los cuerpos, cualquiera que sea el valor de su masa: si se arrojan el auto y el zapato al mismo tiempo y desde la misma altura, ambos tardarán lo mismo en llegar al piso, siempre que no exista rozamiento. Es decir que la rapidez de ambos cambiaría de igual modo: tendrían la misma aceleración todo el tiempo. Esa aceleración de la caída es la **aceleración de la gravedad (g)**. Cerca del suelo su valor es de unos 10 m/s^2 .

Como la aceleración es siempre la misma para todos los cuerpos, cuanto mayor sea la masa del cuerpo, mayor debe ser la fuerza que lo acelera, es decir, su peso. Asimismo, en nuestro planeta, ningún objeto puede caer a una aceleración mayor que g .

Considerando que $F = m \cdot a$, cuando la fuerza en cuestión es el peso, la ecuación es: $P = m \cdot g$. Entonces, el peso de un cuerpo es proporcional a su masa. Así, un cuerpo de masa 1 kg , pesará en la superficie: $P = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N}$ o $1 \text{ kilogramo fuerza}$.

Pero si se arrojan dos objetos de una torre y uno de ellos posee un paracaídas, este demorará más en caer porque el paracaídas es frenado por el aire: genera una fuerza de rozamiento que se antepone al peso, es decir, de sentido opuesto a la gravedad.



Un paracaídas o una gota de lluvia son frenados notablemente por el aire, y por eso demoran más en caer que un cuerpo compacto y pesado, como una piedra.



Un mito sostiene que Galileo Galilei experimentó arrojando objetos desde la Torre de Pisa para comprobar que su aceleración en caída libre no dependía de su masa. ¿Qué resultado habrá obtenido?

DIFERENCIA ENTRE MASA Y PESO

A veces se confunden los conceptos de *masa* y *peso*, pero son diferentes. La **masa** de un cuerpo es la misma en cualquier parte del universo y depende del número y tipo de partículas que lo forman. Es una medida de la cantidad de materia de un cuerpo y se mide en kilos, gramos, etcétera. Coloquialmente, cuando expresamos el peso de un cuerpo en unidades de masa, damos por sentado que ese cuerpo está en la Tierra, sometido a su gravedad. Entonces el peso puede expresarse en kilogramos fuerza, que sería su unidad correcta y es equivalente, en la Tierra, a kilogramos de masa.

El peso del cuerpo, como vimos, es una medida de la fuerza que causa el campo gravitatorio y se mide en Newtons o en kilogramos fuerza. Así, el peso depende de la masa del cuerpo pero no es lo mismo, ya que también depende de la gravedad.

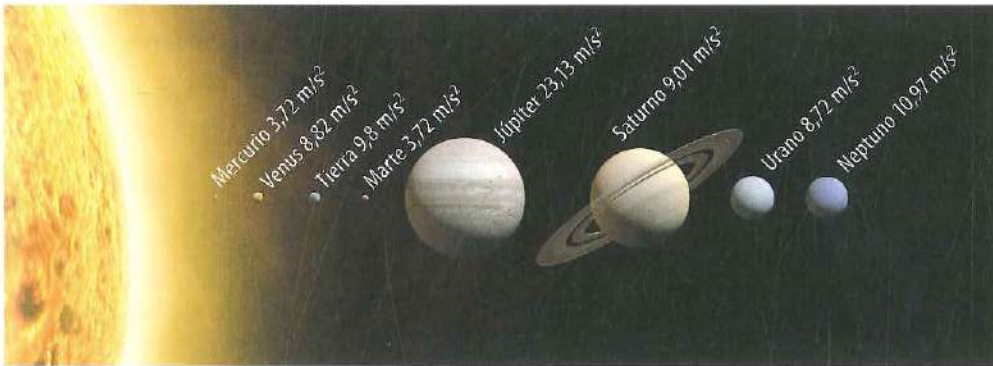
EL PESO EN OTROS PLANETAS

Como el peso de los cuerpos depende del valor de la aceleración por la gravedad, tal como queda expresado en la relación $P = m \cdot g$, resulta evidente que en otros lugares del universo donde la gravedad sea distinta, el peso también tendrá otro valor.

En la Tierra, la gravedad vale $9,8 \text{ m/s}^2$, pero en la Luna es de $1,6 \text{ m/s}^2$, es decir, la del satélite terrestre tiene un valor seis veces menor. Es por ello que las cosas pesan menos en la Luna, exactamente una sexta parte de lo que pesan en la Tierra. Asimismo, en la Luna, los objetos tardan más en caer, es decir, la aceleración es menor.

Por el contrario, en Júpiter la gravedad es aproximadamente 2,5 veces mayor que en la Tierra, de modo que una persona que en nuestro planeta pesa 50 kilos, en Júpiter pesará unos 125 kilos.

El peso de un cuerpo depende del planeta o del satélite en el que esté, pero también de la distancia a la que esté del centro del planeta. El peso es una fuerza a distancia y, como tal, disminuye a medida que los cuerpos se alejan. De hecho, cuanto más ascendamos en una montaña y más nos alejemos del centro de la Tierra, menos pesaremos, aunque a esa escala la diferencia es casi imperceptible. Para que esa diferencia en el peso pueda percibirse, habrá que alejarse mucho más. Por ejemplo, si ascendiéramos a unos 3.000 metros de la superficie terrestre, pesaríamos la mitad.



Conociendo la fuerza de gravedad en los distintos planetas del sistema solar, podemos saber qué velocidad alcanzan los objetos en caída libre en cada uno de ellos y cuál es su peso.

LA LUNA ES PESADA

Newton fue quien descubrió que la fuerza de atracción gravitatoria actúa entre todos los cuerpos. Para ello, partió de un hecho conocido: el peso de los cuerpos sigue existiendo en la cima de una montaña. ¿Y si la montaña fuera tan alta que llegara a donde está la Luna? Newton asumió que un cuerpo ubicado en su cima también sería atraído por la Tierra, y esto lo llevó a concluir que la Luna también es atraída por la Tierra. La fuerza de atracción terrestre es la que hace que la Luna se mantenga alrededor de la Tierra y no siga en línea recta por el espacio.

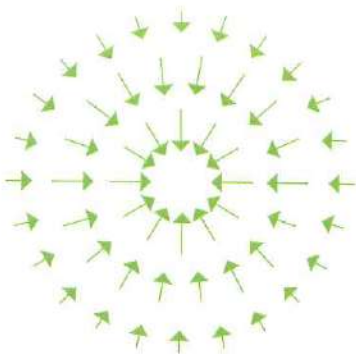
Newton concluyó que la fuerza que hace que un cuerpo caiga es la misma que hace que la Luna no se aleje en línea recta por el espacio y que se mantenga girando alrededor de la Tierra. De ello dedujo que entre dos cuerpos, como la Tierra y la Luna, siempre aparece una fuerza de atracción y que esta fuerza gravitatoria es universal, actúa entre todos los cuerpos del Universo.



El cometa Shoemaker-Levi 9 pasó cerca de Júpiter y la atracción de su campo gravitatorio generó un fuerte tirón. Si se hubiera tratado de Mercurio, ¿cómo hubiera sido la intensidad del tirón?

ACTIVIDADES

1. ¿Cuál es la diferencia entre "atracción gravitatoria" y "aceleración de la gravedad"?
2. Calculen su propio peso en Mercurio y en Júpiter. ¿Qué velocidad alcanzaría su cuerpo si se lanzara en caída libre en esos planetas?



El gráfico representa el campo gravitatorio que rodea a una masa. ¿En qué área del gráfico la intensidad del campo es mayor?

OTRAS INTERACCIONES DE VOLUMEN: LOS CAMPOS

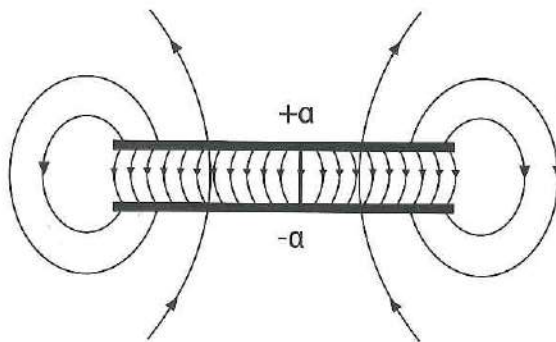
A nivel atómico, el funcionamiento del Universo pudo entenderse en términos de **campos**. Según esta idea, los cuerpos ejercen fuerzas a distancia unos sobre los otros porque modifican las propiedades del espacio que los rodea; estas modificaciones se traducen en cambios en los cuerpos que están en ese espacio. Un imán crea a su alrededor un **campo magnético**; un cuerpo con carga eléctrica genera un **campo eléctrico**; y una masa origina un **campo gravitatorio**. Cuando otro cuerpo entra en la zona donde está el campo, puede experimentar una fuerza. La interacción ya no se piensa entre dos cuerpos, sino entre un cuerpo y un campo.

Los campos se representan mediante mapas de vectores. En cada punto del espacio, una flecha que tiene una intensidad, dirección y sentido. Por ejemplo:

- Un cuerpo que tiene carga eléctrica, genera a su alrededor un **campo eléctrico** que influirá sobre otros objetos con carga. Si dos cuerpos cargados se colocan en un mismo punto donde hay campo, el de mayor carga eléctrica experimenta una fuerza mayor.

$$\text{Fuerza eléctrica} = \text{carga} \cdot \text{campo eléctrico}$$

La aceleración de los cuerpos depende de la intensidad de la fuerza y la masa del cuerpo. Dos cuerpos pueden tener igual carga eléctrica, pero diferente masa: en un punto donde haya campo eléctrico sentirán la misma fuerza (al tener la misma carga) pero el de mayor masa se acelerará menos.



Campo eléctrico creado por dos chapas metálicas cargadas con signos opuestos.

- Cualquier cuerpo con masa crea un **campo gravitatorio**. Otro cuerpo ubicado en un punto del campo, experimentará una fuerza gravitatoria, cuya intensidad es el producto del campo por el de la masa del cuerpo que allí se coloca.

$$\text{Fuerza gravitatoria} = \text{Peso} = \text{masa} \cdot \text{campo gravitatorio}$$

La intensidad del campo gravitatorio es lo que se llama **aceleración de la gravedad**.

- Un imán crea alrededor suyo un **campo magnético**. Cuando un alfiler se coloca en el campo magnético, es acelerado por el campo del imán. Si dos cuerpos se colocan en un mismo punto donde hay campo, el de mayor magnetización experimenta una fuerza más intensa.

$$\text{Fuerza magnética} = \text{magnetización} \cdot \text{campo magnético}$$

ESTUDIO DE LOS CAMPOS

¿Cómo se puede definir, medir y calcular un campo? Para determinar un campo, primero hay que contar con un **detector** o elemento sensible a ese campo. Por ejemplo, si se quiere estudiar un campo magnético, se puede usar una **brújula** como detector. Para estudiar un campo gravitatorio, el detector, denominado **gravímetro**, es un cuerpo de masa pequeña sujeto a un resorte, cuyas variaciones de amplitud determinan la atracción de la fuerza gravitatoria. En tanto para el campo eléctrico, se utilizan medidores que poseen una carga eléctrica que es atraída por dicho campo, de modo que tal modificación espacial de la carga resulta proporcional al campo eléctrico que se desea medir. En todos los casos, el detector debe utilizarse recorriendo el espacio y midiendo en diferentes puntos la fuerza que experimenta el detector, así se puede conocer la dirección y el sentido del campo en cada punto.

Conocer la intensidad del campo gravitacional resulta útil para encontrar minerales en el subsuelo. También, se utilizan gravímetros en el estudio de terremotos, para determinar la existencia de agua subterránea, y en otras investigaciones geofísicas.

Detectar un campo eléctrico es de utilidad en las industrias en las que se manejan materiales inflamables gaseosos, que pueden explotar como consecuencia de la generación de chispas por la electricidad estática. Finalmente, poder conocer las variaciones de un campo magnético permite, por ejemplo, definir planes para mitigar los efectos de la corrosión en cañerías.

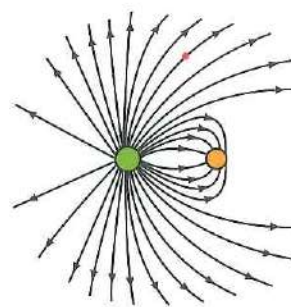


Gravímetro

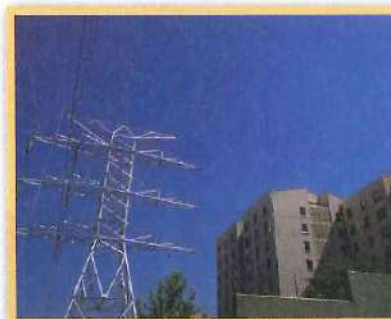


Medidor de campo eléctrico

A la izquierda, un gravímetro, utilizado para medir el campo gravitacional de la Tierra. A la derecha, un medidor de campo eléctrico.



Los campos se representan mediante líneas de campo, que indican la dirección y el sentido en que el campo apunta en cada punto. ¿Qué indica una separación mayor entre las líneas de campo?



Hace décadas se estudió el efecto de los campos electromagnéticos sobre la materia. Investiguen si las personas que viven cerca de líneas de alta tensión tienen más riesgo de adquirir ciertas enfermedades.

Para conocer su intensidad, hay que medir el valor de la fuerza que experimenta el detector y dividirlo por:

- La masa del detector, en el caso del campo gravitatorio.
- La carga del detector, en el caso del campo eléctrico.
- La magnetización del detector, en caso de campo magnético.

Hay algo que es importante notar: la fuerza que siente un cuerpo colocado en un punto donde hay un campo depende de dos factores:

- Cuánto vale el campo en ese punto.
- Una propiedad del cuerpo (masa, carga eléctrica o magnetización, etcétera).

Por ejemplo, dos cuerpos de masa diferente colocados en el mismo punto de un campo gravitatorio, experimentan fuerzas (pesos) diferentes. Si la masa de uno es el doble de la del otro, experimenta una fuerza de intensidad doble.

ACTIVIDADES

1. Expliquen con sus palabras de qué manera se estudian y determinan los campos de fuerza.
2. ¿De qué depende la fuerza que experimenta un cuerpo dentro de un campo de fuerza?

LA EVOLUCIÓN ESTELAR Y LOS CAMPOS GRAVITATORIOS

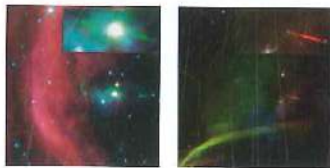


Cúmulo Abierto Caja de Joyas.
Es un cúmulo compuesto por decenas de miles de estrellas jóvenes que provienen de la misma nebulosa. Si tienden a disgregarse, ¿cómo es la fuerza de la gravedad en torno a ellas?

LA VIDA DE LAS ESTRELLAS

El espacio que existe entre las estrellas se llama **espacio interestelar**, y no está vacío, sino que contiene gran cantidad de material compuesto por **gases** (principalmente hidrógeno y helio) y por partículas sólidas de hielo y roca, que conforman lo que se denomina **polvo cósmico**. Ese polvo cósmico es la materia prima de las estrellas.

En algunas áreas, la acumulación de ese polvo y los gases da lugar a la formación de **nebulosas**, y cuando la concentración es muy alta, por la fuerza de la gravedad se forman grandes esferas de gas cuyo centro presenta altas presiones y temperaturas que generan **reacciones nucleares**. Cuando ello sucede, una estrella comienza a brillar. Muchas veces, cuando la nebulosa no se contrae uniformemente, sino de modo fragmentado, se verifica el nacimiento de un grupo de estrellas o **cúmulo estelar**.



Protoestrella Herbig-Haro 34, situada a 1.500 años luz de la Tierra. Emite gran cantidad de gas, muy denso. Describan con sus palabras los estados anterior y posterior de esta estrella.



La acumulación de polvo cósmico y gases como consecuencia de la fuerza de gravedad, puede dar inicio al nacimiento de una estrella o de un cúmulo estelar.

Cuando los gases comienzan a contraerse y la temperatura a elevarse, la estrella entra en su **fase inicial**, durante la cual se la denomina **protoestrella**. El proceso de contracción y aumento de la temperatura continúa hasta el punto en que el hidrógeno comienza un proceso de combustión y fusión nuclear, por el cual los átomos de hidrógeno se fusionan y se transforman en helio.

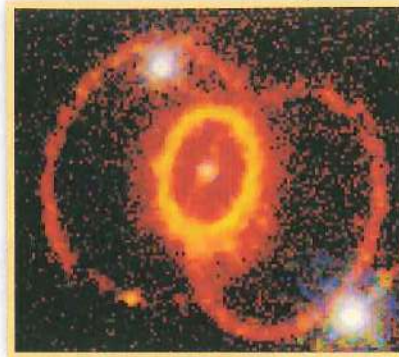
Producto de ello, el núcleo comienza a emitir una gran cantidad de energía y se inicia la denominada **secuencia principal**. Este período es de cierta estabilidad; la contracción cesa y la estrella se mantiene estructuralmente equilibrada. En una estrella como el Sol, esta fase puede durar unos diez millones de años.

CUANDO LAS ESTRELLAS MUEREN

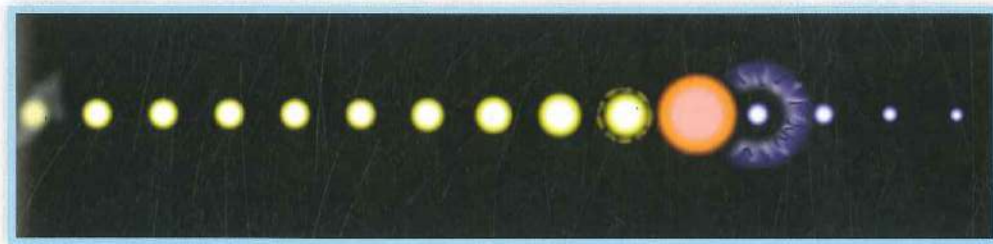
El tiempo de vida de las estrellas está estrechamente ligado con su masa. Las de mayor masa pueden vivir unos 3 millones de años. Otras más pequeñas, como el Sol, permanecen miles de millones de años. Finalmente, las de menor masa duran cientos de miles de millones de años. Esto se debe a que cuanto mayor es la masa de la estrella, mayores son la fuerza de gravedad, la presión y la temperatura, lo cual acelera el proceso de fusión. Es decir, que las estrellas de mayor masa se consumen más rápido.

El final de las estrellas también depende de su masa. Por ejemplo, las estrellas con menor masa que el Sol, una vez que se agota el hidrógeno, se convierten en **enanas marrones**. Si bien las reacciones nucleares continuas no se mantienen, siguen brillando como consecuencia del calor generado por las reacciones previas.

Cuando se agota el hidrógeno en las estrellas de masa similar a la del Sol, comienzan a fusionar helio con carbono y oxígeno. Se expanden, se enfrían y se tornan de color rojo, por lo que se las llama **gigantes rojas**. Luego, estallan formando una nebulosa planetaria, y el remanente que dejan se denomina **enana blanca**, cuyo núcleo es inerte. Cuando la energía térmica se disipa, queda una gran roca de carbono.



La explosión de las supernovas puede llegar a iluminar a toda una galaxia por algunas horas y hasta días. ¿Esto qué demuestra?



Desde el nacimiento de la estrella hasta la formación de la enana blanca transcurren miles de millones de años.

Otras estrellas, que poseen más masa que el Sol, al consumirse el hidrógeno evolucionan y se convierten en una estrella con alta temperatura en su superficie y que brilla en color azul, por lo que se la llama **gigante azul**. Tras una etapa de expansión y enfriamiento se contrae violentamente, lo cual genera una explosión llamada **supernova**. Producto de la explosión, que es uno de los fenómenos más "poderosos" de la naturaleza, las capas exteriores de la estrella son expulsadas y el "carozo" de la supernova continúa contrayéndose.

Si la masa del núcleo de la estrella original era mayor que tres soles, el "carozo" de la supernova genera un **agujero negro**, un cuerpo que posee tal concentración de masa que es capaz de generar un campo gravitatorio intensísimo, del que no puede escapar ninguna partícula, ni siquiera la luz. Por ello, los agujeros negros no son visibles.

Si, en cambio, la masa del núcleo de la estrella original era menor que tres soles, se origina una **estrella de neutrones** de solo 20 km de diámetro, pero con una gran cantidad de masa comprimida. Una cucharadita de té de esa masa pesaría en la Tierra lo mismo que una montaña.



Nebulosa planetaria Anillo del Sur. En su centro es posible observar una enana blanca. ¿Cómo se forma la enana blanca y en qué se convierte cuando la energía térmica termina de disiparse?

1. Si un físico tuviera que analizar el efecto de ciertas fuerzas sobre los objetos que se muestran en las fotos, basándose en la teoría de los medios continuos, ¿dentro de qué grupos los ubicaría y cuáles son las características del grupo en cada caso?



2. Completen las siguientes frases:

- Cuando un fluido está dentro de un contenedor ejerce presión sobre, en dirección
 - Cuando un sólido es introducido dentro de un contenedor ejerce presión, en dirección
 - A diferencia de los sólidos, los fluidos ejercen presión hacia, repartiéndola sobre
 - Cuanto más grande es la superficie sobre la que se reparte la fuerza, será la porción de fuerza que le corresponderá a cada punto de la superficie. A esa relación entre fuerza y superficie se la denomina
 - La presión que ejerce un zapato con taco es que la ejercida por una zapatilla.
3. La dirección hidráulica de un automóvil consiste en un sistema que puede transmitir un fluido desde el volante hacia las ruedas. Así, presurizando, el líquido logra con una fuerza pequeña producida en el volante, una fuerza aplicada muchas veces mayor en la rueda para poder producir el giro.
- Si la superficie en la que se aplica la fuerza en el volante es 10 veces más chica que la que se utiliza para mover las ruedas, ¿cómo será la fuerza en las ruedas con respecto a la aplicada en el volante?
 - Una vez resuelto el problema, investiguen cómo funciona la dirección hidráulica de un auto.

4. Un globo se coloca en una cámara en la que se puede variar la presión. Si dentro del globo el gas tiene una presión de 50 N/cm^2 y la cámara tiene una presión de 15 N/cm^2 :

- Hallar la fuerza que hace el gas dentro del globo sabiendo que este posee en esa situación una superficie total de 45 cm^2 .
- ¿Qué sucederá si se incrementa la presión de la cámara? ¿Y si se disminuye?

5. Indiquen si los siguientes enunciados son verdaderos (V) o falsos (F) y justifiquen su respuesta.

- Si se ejerce la misma presión en dos caras de una superficie, no se acelerará. ☐
- La fuerza resultante sobre una superficie equivale a la diferencia de presiones a la que es sometida. ☐
- El aire no tiene peso. ☐
- No todos los objetos sobre la Tierra soportan la misma presión atmosférica. ☐

6. Expliquen con sus palabras:

- La ecuación $P = m \cdot g$
- La diferencia en los significados de masa y peso.
- La siguiente idea: "la aceleración de dos objetos en caída libre no depende de su masa".

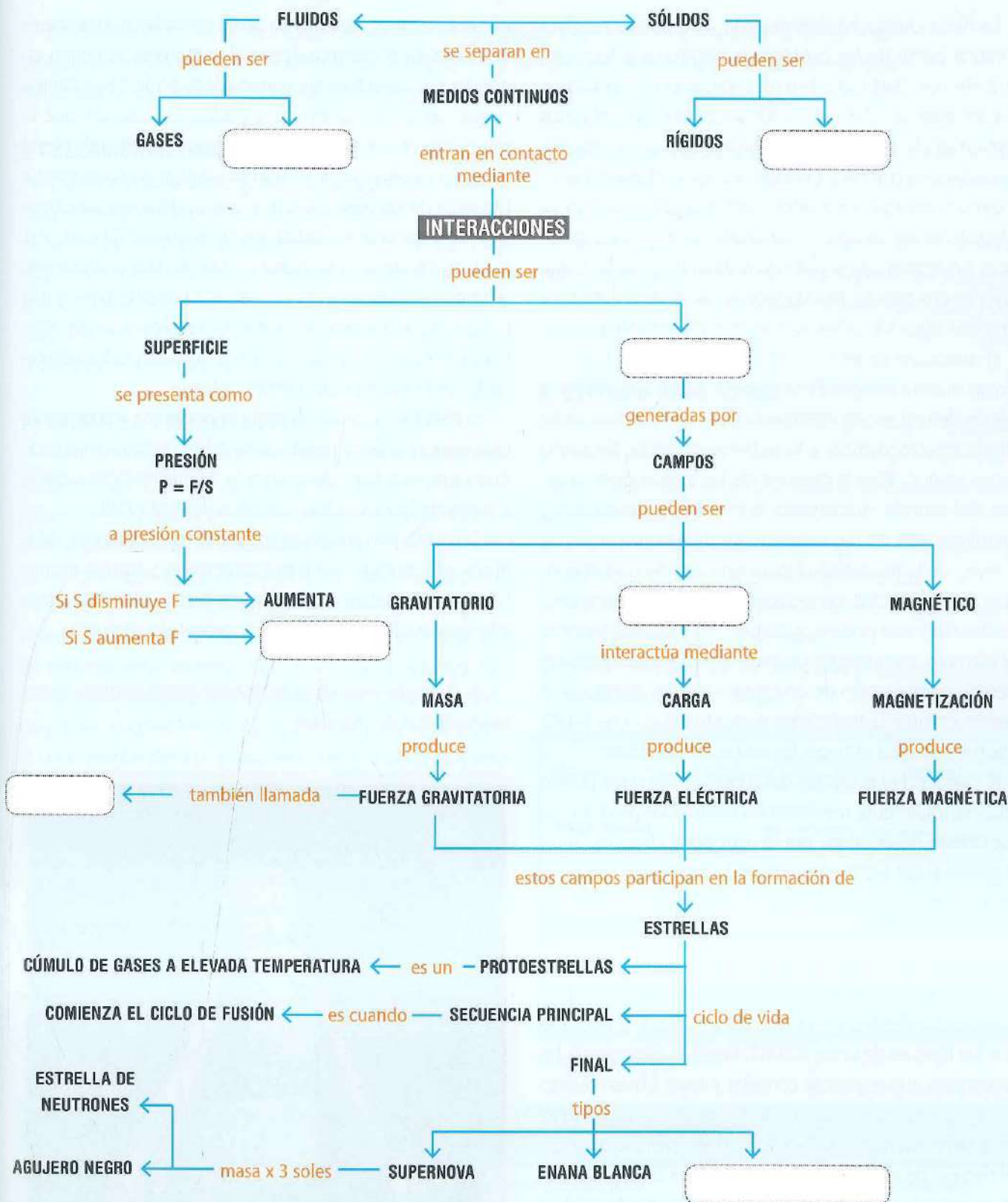
7. Si en la Tierra la fuerza de la gravedad es de $9,8 \text{ m/s}^2$, y en Mercurio es de aproximadamente la mitad, ¿cuánto pesan las cosas allí en relación con su peso en la Tierra? ¿Dónde caerán más rápido los objetos, en nuestro planeta o en Mercurio?

8. Elaboren frases en las que vinculen cada uno de los siguientes grupos de palabras:

- Cuerpos – fuerza – distancia – campo
- Carga – eléctrica – campo – fuerza
- Cuerpo – masa – campo – intensidad – aceleración
- Imán – campo – aceleración

9. Realicen un cuadro sinóptico para explicar el nacimiento de una estrella, su evolución y muerte.

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

LA MECÁNICA NEWTONIANA Y LOS VIAJES ESPACIALES

La física clásica ha demostrado que puede resolver la mayor parte de los problemas científicos y técnicos. También han dado una buena explicación de la estructura del sistema solar y el Universo. Ciertamente es que algunos problemas de escala cosmológica, es decir de objetos o realidades enormes, pueden no ser completamente resueltos con esa física. Algo similar ocurre cuando se indaga lo extremadamente pequeño, en escalas subatómicas. En ambos casos, parecen resultar mejores las explicaciones concebidas por las teorías físicas desarrolladas a partir del siglo XX: la física relativista y la cuántica.

El mesocosmos está constituido por objetos que conforman nuestra realidad física; es decir, aquel que reúne los objetos de una escala intermedia entre lo inmensamente grande (macrocosmos) y lo extremadamente pequeño (microcosmos). Para la mayoría de las aplicaciones prácticas del mundo macroscópico en el que habitamos y percibimos, casi no hay restricciones para la aplicación de las leyes de la física clásica para operar adecuadamente sobre dichos objetos, inmersos en coordenadas espaciales y temporales que podemos concebir en nuestras mentes. Por ejemplo, para realizar un viaje espacial que implica el diseño y construcción de una nave espacial, es necesario además calcular la trayectoria para situarla en una órbita determinada para alcanzar las metas de la misión.

El cálculo de las órbitas descritas por la nave puede realizarse totalmente mediante los postulados de la mecánica celeste desarrollada por el astrónomo francés Pierre S. Laplace (1749-1827) y basada en la mecánica clásica de Galileo y Newton, cuyo sistema de referencia lo constituye un espacio de tres dimensiones absoluto y con el tiempo considerado como una variable independiente del espacio. En tales condiciones, y para campos gravitatorios de moderados a débiles, y con velocidades muy inferiores a la de la luz (que es de unos 300.000 km/s), la experiencia ha demostrado que es posible concebir y llevar a buen puerto una misión espacial, sea tripulada o no. Para cumplimentar la fase del lanzamiento será suficiente atender a la posición y el tiempo de la operación de un sistema de masa variable, como es la nave espacial que consume combustible a medida que se aleja de la Tierra, en un medio regido por las leyes de la mecánica celeste que involucra perturbacio-

nes gravitatorias, rozamiento de las atmósferas y presiones de la radiación cósmica. Todos esos factores se tienen en cuenta para efectuar las correcciones en la trayectoria a seguir, según los objetivos trazados. En caso de que la misión sea poner en órbita terrestre a un satélite, el cohete lanzador deberá emplear todo su empuje en contrarrestar la fuerza de gravedad y lograr una aceleración suficiente para alcanzar una velocidad que se estima en 7,7 km/s. Así, la nave entrará en una órbita circular en torno al planeta. Si se deseara escapar de la atracción terrestre para ir a la Luna, a Marte o al espacio profundo, se debe alcanzar velocidades del orden de los 11,2 km/s. Solo así podrá alejarse de la Tierra hacia otros cuerpos celestes.

El ejemplo anterior muestra la poderosa herramienta que es aún la física newtoniana en la civilización actual, que tanto uso hace de la ciencia y la tecnología surgida a partir de la revolución científica del siglo XVII.

Sin duda, han surgido y surgirán nuevos avances científicos y tecnológicos a partir de actuales y futuras teorías físicas de tipo relativista y cuántico, pero podemos adherir a lo expresado por Isaac Newton cuando sostuvo:

Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes.



Laplace (1838), pintura del francés Paulin Jean Baptiste Guérin.



PREPARAR EXPOSICIONES ORALES

En esta sección, les proponemos seleccionar el tema que consideren más importante o más interesante de todos los que estudiaron en el Bloque IV y, luego, planificar y confeccionar en grupos reducidos una presentación multimedial que de cuenta de ese tema.

1. SELECCIONAR PARA EXPONER

Los invitamos a organizarse en grupos de no más de cinco integrantes y preparar la exposición oral de alguno de los temas centrales que aparecen en este bloque. Para ello, es necesario ampliar la información (mediante Internet u otros libros), seleccionar imágenes, videos o audios para ilustrar la presentación y definir los roles que cada miembro del equipo tendrá en cada una de las partes.

2. ARMAR LA PRESENTACIÓN

Tanto en Internet como fuera de línea, existen diferentes herramientas orientadas a la presentación multimedial de información. Se trata de los editores de presentaciones. En este caso, los invitamos a trabajar con Prezi.

Al igual que otros presentadores multimedia como PowerPoint o Impress, Prezi permite insertar imágenes, videos, textos, enlaces, etcétera. Sin embargo, el atractivo de esta herramienta tiene que ver con la posibilidad que ofrece para configurar la trayectoria de los contenidos, a los que se suma un efecto de zoom a medida que va avanzando la presentación. En la plaqueta que está al final de esta página se incluye un tutorial para utilizar la herramienta.

Como en general estas herramientas se usan para hacer presentaciones orales, en clases o conferencias, no suelen tener toda la información, sino que son una guía que el expositor o los expositores acompañan completando oralmente lo que no figura en la presentación.

Es por eso que, al diseñar la presentación, deben tener en cuenta una serie de cuestiones, como las siguientes:

- El equilibrio entre el texto, las imágenes y los elementos multimedia.

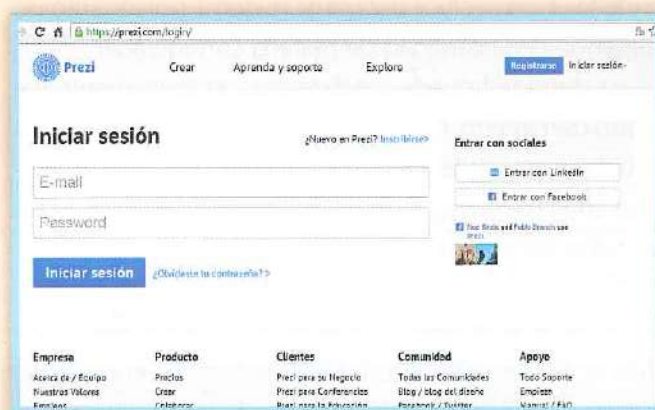
- La cantidad de información a incluir, en relación a lo que cada uno de los miembros del grupo desarrollará en la presentación.

De esta manera, toda buena presentación multimedial debe combinar las cuestiones más importantes acerca del tema que se está desarrollando con una adecuada y clara exposición oral.

3. EXPONER PARA OTROS

Les proponemos que una vez que hayan diseñado el Prezi y preparado el tema, lo presenten oralmente a sus compañeros. Luego, atiendan a las exposiciones de los otros grupos.

- ¿En qué se diferencian las distintas presentaciones? ¿A qué creen que se deben estas diferencias?
- ¿Qué cambiarían en la de su grupo luego de haber visto y escuchado las demás?
- ¿Para qué otras cosas creen que podrían utilizar una herramienta como esta?



Pantalla de inicio de Prezi.

Ficha técnica

Herramienta	Dirección web	Tutorial	Utilidad
Prezi	e-sm.com.ar/prezi	e-sm.com.ar/tuto_prezi/	Editor de presentaciones multimediales.

CONSTRUCCIÓN Y USO DE UN DENSÍMETRO CASERO

En muchos lugares pueden conseguirse licuados o jugos espesos con pulpa en "capas" de diferentes colores, es decir, en un mismo vaso se disponen uno tras otro jugos o licuados de diferentes frutas, que no se mezclan y forman capas coloridas. Así, por ejemplo, es posible tomar, de un mismo vaso, un poco de jugo natural de frutilla, otro poco de durazno y, finalmente, de kiwi.

¿Cómo harán quienes los preparan para que estas capas líquidas queden bien definidas y no se mezclen? ¿Qué propiedad de los materiales estará involucrada en estas recetas? Planteen sus ideas y discútanlas.



¿Qué propiedad de los materiales permite que puedan elaborarse estos licuados y jugos en capas?

Seguramente habrán pensado en la densidad, que se define como el cociente entre la masa (m) y el volumen (V) de un cuerpo y se representa mediante la letra griega δ (delta). Es específica para cada material, por lo tanto no depende de la cantidad de materia considerada.

La densidad puede medirse con un instrumento llamado densímetro, que mide la densidad específica de los líquidos, es decir, la densidad de un líquido en comparación con la del agua. Generalmente están fabricados con un tubo hueco o un tubo con un peso en la parte inferior. En este trabajo práctico van a aprender a construir un densímetro casero y podrán usarlo para saber cuánto más o menos densos son algunos líquidos en relación con el agua. Además, utilizarán los datos obtenidos con el densímetro para aprender a armar tragos coloridos que podrán compartir con sus amigos! Pero para esto, primero van a aprender qué significa medir.

HERRAMIENTA: MEDIR Y OBTENER DATOS

Muchos experimentos requieren que se tomen diferentes mediciones. Según qué se tenga que **medir**, será

el instrumento que se utilizará para obtener los **datos**. Para aprender a medir correctamente es necesario saber:

- **¿Qué datos van a medir y obtener?**

Es importante determinar qué quieren medir; si es en un proceso por ejemplo, cuál será el intervalo de tiempo entre una medición y otra; si es la propiedad de un objeto, en qué lugar del objeto será medida.

- **¿Cómo van a realizar las mediciones?**

El instrumento con el que van a medir debe ser utilizado de la misma manera en todas las situaciones que se desea medir y comparar.

- **¿Qué unidad de medida es la adecuada?**

Los eventos, procesos y objetos observados poseen una magnitud que los caracteriza. Cada instrumento tiene una unidad de medida específica. En este caso, van a calibrar el densímetro usando como base la densidad del agua destilada, es decir 1g/cm^3 . Todos los datos obtenidos con el densímetro estarán relacionados con esa medida.

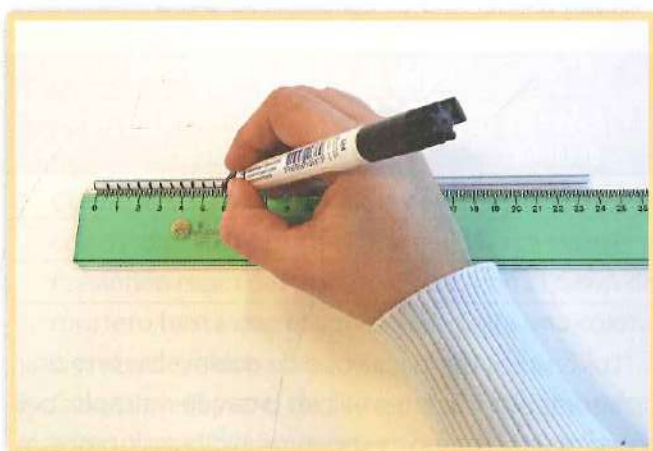
Para saber qué debe medirse, qué datos se obtendrán y qué unidad de medida debe utilizarse, es necesario tener claro qué tipo de información están buscando.

MATERIALES NECESARIOS

- Un sorbete; un poco de arena; una regla; un marcador negro permanente de punta fina; cuatro o cinco vasos descartables de plástico; agua destilada; un poco de plastilina; líquidos comestibles, tales como granadina, leche condensada, licuados de diferentes frutas, jugos de frutas naturales o envasados, entre otros.

PROCEDIMIENTO

1. Con el marcador permanente, hagan marcas sobre el sorbete cada 0,5 cm.
2. Cierren uno de los extremos del sorbete con una bolita de plastilina.
3. Introduzcan un poco de arena por el orificio que quedó abierto y luego tápenlo con otra bolita de plastilina. Este simple dispositivo es un densímetro casero para líquidos.



Paso 1.

4. Coloquen el densímetro en un vaso con 300 cm³ de agua destilada y marquen el lugar del sorbete en donde queda la superficie del agua. Esto corresponderá a 1 g/cm³, que es la densidad del agua destilada. Hagan lo mismo pero en un vaso que contenga 150 cm³ de agua destilada.
5. Coloquen el densímetro en diferentes líquidos y comparen la densidad de cada uno. Si el sorbete asciende más que en el agua, el líquido tiene una densidad mayor a 1g/cm³.
6. Con los datos obtenidos en el paso anterior, armen un cuadro como el siguiente, donde anotarán para cada líquido su densidad según el número de líneas más arriba o más abajo que la del agua (línea base).

Líquidos	Densidad relativa (Nº de líneas por encima o por debajo de la del agua)
Agua	Línea base

Mayor densidad



Menor densidad

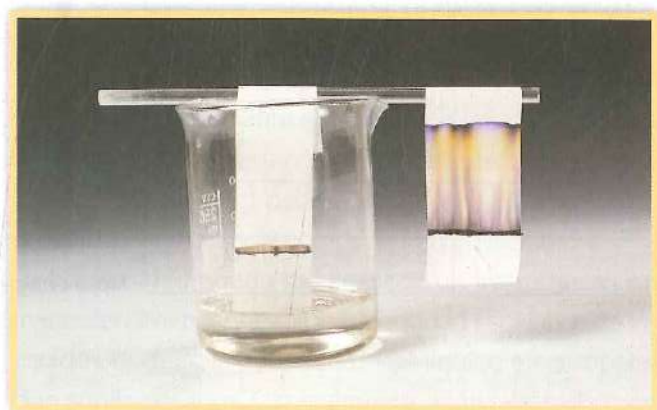
ACTIVIDADES DE CONCLUSIÓN Y SÍNTESIS

1. Fundamenten, en base a los datos obtenidos, por qué la densidad es una propiedad intensiva de la materia.
2. Todos saben que los líquidos de mayor densidad quedarán abajo mientras que los de menor densidad, arriba. En base a los resultados obtenidos en el experimento propongan un jugo en capas con al menos tres frutas (colores) diferentes cada uno. Pónganlo a prueba; para ello, al servir las capas sucesivas háganlo de manera muy suave, vertiendo el líquido muy despacio para que las capas se puedan distinguir. Esperen que los niveles se acomoden. Decoren el borde del vaso con pedacitos de frutas de colores diferentes.
3. Analicen y evalúen el densímetro casero a la luz de lo explicado en la página anterior acerca de la medición. Escriban un breve informe sobre la utilidad de este instrumento.

CROMATOGRAFÍA DE PIGMENTOS VEGETALES

Muchas plantas deben su color a la presencia de un pigmento verde, la clorofila; pero este no es el único pigmento de las hojas de las plantas. En esta actividad van a aplicar una técnica para separar sustancias de una solución: la cromatografía. Esta técnica se basa en los diferentes grados de solubilidad de las sustancias, lo que permite que se separen cuando suben a través de una tira de papel al ser arrastradas por un solvente.

En esta actividad tendrán la oportunidad de comprobar cómo a través de una sencilla técnica de cromatografía se pueden separar los diferentes pigmentos que están presentes en soluciones de origen vegetal, como la clorofila (verde) y la xantofila (anaranjada). Además, relacionarán la velocidad con la que se desplazan las sustancias en el papel con la solubilidad de cada una de ellas en el solvente utilizado. La cromatografía no se emplea exclusivamente para separar pigmentos vegetales; con ella también pueden separarse muchas otras soluciones, por ejemplo los diferentes pigmentos de la tinta de un marcador, como muestra la siguiente imagen.



Separación de los pigmentos de la tinta de un marcador, mediante cromatografía.

HERRAMIENTA: CUADROS DESCRIPTIVOS Y COMPARATIVOS

Un cuadro descriptivo sirve para describir y caracterizar diferentes aspectos de un objeto, fenómeno o ser vivo. En el caso de los estados de agregación de la materia, estos aspectos pueden ser: fuerza de atracción entre partículas, ordenamiento de partículas, compresibilidad, representación con el modelo de partículas, etcétera. Para construir un cuadro descriptivo, se coloca el título en la

primera fila, cada uno de los aspectos a describir en las celdas de la columna izquierda y en las de la derecha se colocan sus valores o la descripción de esa característica.

Armar un cuadro descriptivo nos ayuda en la realización de un cuadro comparativo porque muestra las características a comparar de una manera mucho más organizada, y entonces permite seleccionar los aspectos más relevantes para la comparación. A continuación se muestra un ejemplo de cuadro descriptivo:

Objeto de la descripción	
Aspecto a describir	Valores u otras características de ese aspecto

Los cuadros comparativos o de doble entrada se usan para comparar diferentes valores o características de personas, objetos, grupos, estructuras biológicas, procesos, etcétera. La estructura de estos cuadros facilita observar, comparar y analizar la información que presentan. Los cuadros comparativos se arman en tablas formadas por filas y columnas que se cruzan y dan lugar a celdas, dentro de las que se ubican diferentes datos y elementos. Siguiendo con el ejemplo planteado más arriba podrían armar un cuadro comparativo de la siguiente forma.

	Fuerza de atracción entre partículas	Ordenamiento de partículas	Compresibilidad
Sólido			
Líquido			
Gaseoso			

MATERIALES NECESARIOS

- Un mortero; arena; un Erlenmeyer o un vaso de precipitados; acetona; un embudo; una hoja de papel secante; papel de filtro para café; hojas verdes y rojas de plantas (si no consiguen hojas separadas de estos colores, pueden usar las partes verdes y las violáceas de las hojas de remolacha, con las que obtendrán resultados similares).

ANTES DE EMPEZAR

Antes de comenzar la experiencia, lean el procedimiento, diseñen y construyan un cuadro descriptivo donde van a escribir lo observado para "pigmentos de hojas verdes"; "pigmentos de hojas rojas". No olviden que tienen que observar y registrar los colores de los diferentes pigmentos que aparecen y los centímetros recorridos por cada uno. Pueden elegir hacer un cuadro para las dos situaciones o dos cuadros individuales.

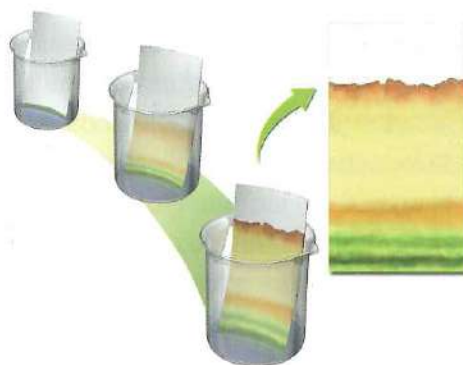
PROCEDIMIENTO

PARTE A. OBTENCIÓN DE LA SOLUCIÓN DE PIGMENTOS VEGETALES

1. Laven las hojas verdes y córtelas en trozos pequeños, sin nervaduras.
2. Coloquen los trozos de hojas en el mortero junto con 50 cm³ de acetona y una cucharada de arena. Presionen repetidas veces las hojas con el pisón del mortero hasta que el líquido adquiera una coloración verde intensa.
3. Coloquen el papel de filtro dentro del embudo y este sobre el Erlenmeyer o el vaso de precipitados. Filtren la preparación del mortero; de esta manera obtienen una solución de pigmentos en acetona.
4. Repitan los pasos anteriores con las hojas rojas.
5. Dejen los recipientes a un costado mientras limpian el espacio de trabajo y los materiales utilizados.

PARTE B. CROMATOGRAFÍA

1. Asegúrense de que cada recipiente posea 5 mm de altura de solución. Si hay más, retiren el excedente.
2. Corten dos rectángulos de papel secante de 8 x 12 cm aproximadamente.
3. Doblen cada trozo de papel al medio, a lo largo de su lado más extenso y, aprovechando el doblez, apoyen verticalmente un papel en el interior de cada vaso de precipitados. De esta manera, el papel no se sumergirá más de 5 mm en la solución.
4. Dejen reposar un rato y observen lo que sucede. Registren sus observaciones en el cuadro descriptivo.



Separación de los pigmentos vegetales mediante la cromatografía.

Para aplicar la misma técnica de cromatografía a la tinta de un marcador, realicen lo siguiente:

- Hagan una mancha o una línea horizontal de tinta en una tira de papel secante o de filtro.
- Peguen la tira sobre el costado de un lápiz.
- Apoyen el lápiz sobre un vaso de precipitado que contenga 1 cm de alcohol de manera que el extremo de la tira quede dentro del alcohol pero que la mancha de tinta quede por arriba de la superficie del alcohol.
- Esperen, observen los cambios en la mancha de tinta y tomen registro de ellos.

ACTIVIDADES DE CONCLUSIÓN Y SÍNTESIS

1. ¿Por qué se usa el alcohol para obtener la solución de pigmentos? ¿Podrían usar agua?
2. ¿Por qué algunos pigmentos "suben" más que otros por el papel? ¿Por qué quedan separados? ¿Pueden relacionar esto con la solubilidad de los pigmentos?
3. ¿Qué diferencias encuentran entre los pigmentos presentes en las hojas verdes y las hojas rojas? Si hicieron el experimento de la tinta, ¿qué diferencias encuentran?
4. ¿Cuáles creen que son los pigmentos más abundantes? ¿Por qué pueden afirmar eso?

TEMPERATURA, CONCENTRACIÓN Y VELOCIDAD DE UNA REACCIÓN

¿Pensaron alguna vez por qué los alimentos se deterioran más rápido fuera de la heladera que dentro de ella? ¿Tendrá algo que ver la temperatura? ¿Debido a qué se deterioran las frutas, verduras, lácteos y carnes? Planteen sus ideas a modo de hipótesis y discútanlas.

En esta actividad podrán comprobar algunos factores que afectan la velocidad de las reacciones químicas. Para graficar lo observado, van a utilizar el modelo de partículas; ya que no es posible observar qué pasa con los átomos de una sustancia durante una reacción química, entonces deberán recurrir al modelo de partículas para interpretar qué sucede con las moléculas y átomos de los reactivos durante estas transformaciones.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la experiencia les servirán para explicar las preguntas iniciales de la actividad. Pero primero van a leer sobre la importancia de los modelos en ciencias y sobre cómo se hace para interpretarlos adecuadamente.



Mezcla de oxígeno e hidrógeno: choques entre moléculas y ruptura de los enlaces.



Formación de moléculas de agua en estado gaseoso (vapor de agua).

Reacción de formación de agua representada con el modelo de partículas.

HERRAMIENTA: MODELOS CIENTÍFICOS Y MODELOS ESCOLARES

La palabra “modelo” es muy común; seguramente, al escucharla piensan en un tipo de auto o en una mujer o en un hombre que realizan desfiles, o posan para fotos publicitarias, pinturas, etcétera. Pero en ciencia, la palabra “modelo” tiene otro significado. Ustedes ya saben que los científicos, a través de sus investigaciones, buscan explicar los fenómenos naturales; para esto muchas veces tienen

que generar modelos científicos que intentan representar, es decir, volver a presentar un objeto, fenómeno o proceso. Estos modelos no son copias exactas de la realidad como si la miraran a través de una ventana, sino que son construcciones que se realizan para mostrar de la mejor manera posible aquello que los científicos buscan representar. La importancia de los modelos es su utilidad para entender ciertas cuestiones que se quieren hacer evidentes; pero los modelos no son eternos, a veces su utilidad puede comenzar a presentar dificultades para explicar nuevas situaciones que pueden surgir. En ese caso, se descartan o bien se modifican. Y esto ha pasado en la historia de la ciencia, y sigue sucediendo.

Un ejemplo de modelo científico es el modelo de partículas que representa las partículas de la materia a partir de esferas; pero sabemos que los átomos y moléculas no son ni parecidos a esferas y que, por lo tanto, considerarlos esferas sería poco acertado. Este modelo, porque simplifica la realidad, introduce ciertos errores, como el que acabamos de mencionar; pero sin embargo, es muy útil para explicar las características de los estados y cómo se producen los cambios de estado de la materia.

Los modelos escolares son modelos más simplificados aún. Generalmente son concretos, es decir, dibujos, maquetas o esquemas que surgen a partir de los modelos científicos. Conservan de estos ciertas características, pero simplifican más otras.

Todos los modelos, ya sean científicos o escolares, se relacionan con algún tema específico, y su utilidad reside en que la interpretación que se haga del modelo sea adecuada. Algunas preguntas importantes que pueden hacerse para interpretar acertadamente un modelo son:

- ¿Cuál es el fenómeno a comprender y/o explicar?
- ¿Qué sabemos acerca de ese tema?
- ¿Cómo nos permite el modelo entender el fenómeno?
- ¿Qué cuestiones pueden ser descriptas o explicadas a partir del modelo?

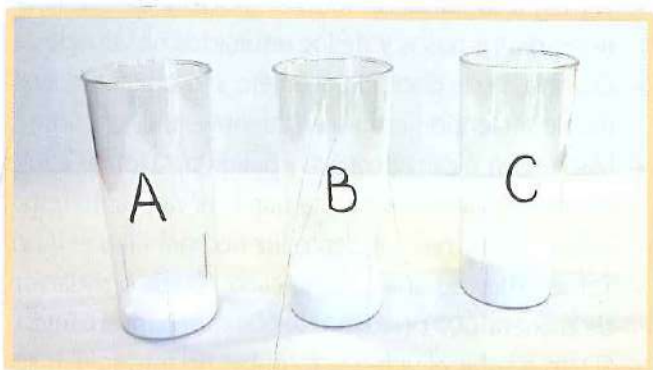
MATERIALES NECESARIOS

- Bicarbonato de sodio; vinagre; seis vasos de precipitado de 250 cm³ o vasos descartables de plástico; un mechero Bunsen; un cronómetro; agua destilada; un termómetro; papel; lápiz negro; lápices de colores.

PROCEDIMIENTO

PARTE A. CONCENTRACIÓN VS VELOCIDAD DE REACCIÓN

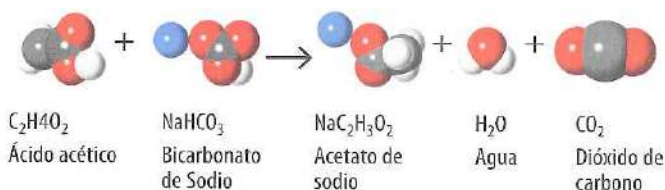
1. Coloquen las siguientes cantidades de bicarbonato de sodio en vasos rotulados como A; B y C.
 - Vaso A: 1 cucharada sopera de bicarbonato de sodio.
 - Vaso B: 2 cucharadas soperas de bicarbonato de sodio.
 - Vaso C: 3 cucharadas soperas de bicarbonato de sodio.
2. De a uno por vez, agreguen 50 cm³ de vinagre en cada vaso. Ocurrirá una reacción química.
3. Al momento de agregar el vinagre, coloquen el cronómetro en 0 y deténganlo cuando consideren que la reacción haya finalizado. Registren el tiempo transcurrido en cada caso.



Paso 1.

PARTE B. TEMPERATURA VS VELOCIDAD DE REACCIÓN

1. Coloquen agua hasta completar $\frac{3}{4}$ en cada uno de los tres vasos restantes: en el primero agua enfriada a 5 °C, en el segundo agua a temperatura ambiente (midan con el termómetro su temperatura y anótenla), y en el tercero agua a 70 °C.
2. Luego, coloquen 1 cucharada de bicarbonato de sodio y 50 cm³ de vinagre en cada vaso. Con el cronómetro, midan el tiempo transcurrido para cada una de las reacciones y tomen nota de él.
3. Tomen como ejemplo la imagen del modelo de partículas para la formación de moléculas de agua que se encuentra en la página anterior y realicen las modificaciones que crean convenientes de manera que puedan dibujar lo sucedido para cada una de las seis situaciones planteadas. Deberán dibujar el aumento en las concentraciones de bicarbonato de sodio e indicar el aumento de temperatura con flechitas para señalar la mayor cantidad de colisión entre las partículas. Tengan en cuenta que el bicarbonato de sodio y el ácido acético que compone el vinagre reaccionan espontáneamente y dan como productos acetato de sodio, dióxido de carbono (que produce las burbujas) y agua:



ACTIVIDADES DE CONCLUSIÓN Y SÍNTESIS

1. ¿Qué sucede con la velocidad de la reacción química entre el bicarbonato de sodio y el vinagre a medida que aumentan la concentración del bicarbonato? ¿Cómo podrían explicar esto utilizando el modelo de partículas?
2. ¿Cuándo se termina la reacción química? ¿Qué ocurre con los reactivos?
3. ¿Qué sucede con la velocidad de la reacción a medida que aumenta la temperatura? Expliquen lo sucedido utilizando el modelo de partículas (recuerden mencionar lo que sucede a nivel de las colisiones entre los átomos).
4. Utilicen estos resultados para explicar por qué los alimentos refrigerados se deterioran más lentamente que los que están a temperatura ambiente.

4

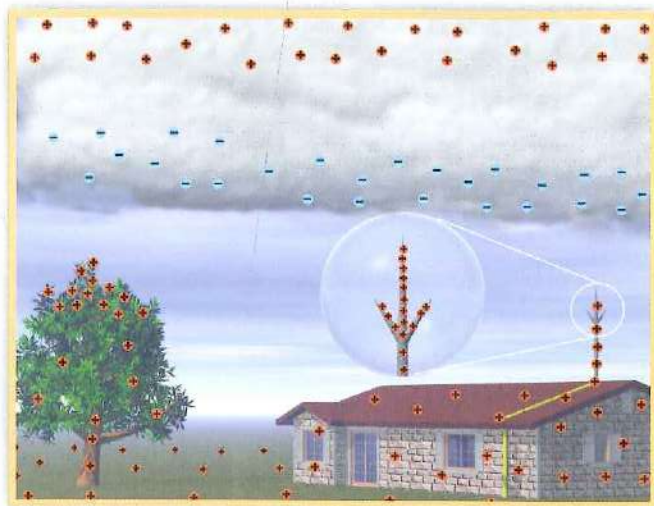
SORBETES BAILARINES Y POMPAS DE JABÓN MOVEDIZAS

¿Notaron que cuando van a cargar combustible se les pide que no utilicen el teléfono celular? La electricidad estática es un gran problema en las estaciones de servicio. Cuando se acercan objetos electrizados con distintas cargas pueden producirse chispas, y hasta una pequeñísima chispa podría encender los vapores que emanan la nafta y otros combustibles y provocar un incendio.

Los fenómenos electrostáticos se manifiestan en forma de atracciones y repulsiones entre cuerpos cargados eléctricamente. La carga eléctrica es la propiedad de la materia responsable de estos fenómenos.

Se puede cargar eléctricamente las cosas al transferir electrones de un lugar a otro. Esto se puede hacer por contacto físico como cuando se frotan entre sí o se tocan los objetos, o también se puede redistribuir la carga de un objeto poniéndolo cerca de otro que esté cargado. Esta es la diferencia entre cargar un objeto por contacto o fricción e inducir la carga en él.

A partir de esta actividad van a poder entender y explicar cómo se producen muchos de los fenómenos electrostáticos tanto en la naturaleza, por ejemplo en las tormentas, como en la situación que se planteó al comienzo del práctico. Comunicarán los resultados de esta experiencia en formato de video; por lo tanto, primero vamos a repasar algunas cuestiones importantes para que puedan armarlo a partir de fotografías.



Explicación de la formación de los rayos de tormenta mediante el modelo de partículas. ¿Pueden describir con sus palabras este proceso a partir de la imagen?

HERRAMIENTA: ARMADO DE VIDEO CON FOTOS

Una buena forma de comunicar los resultados de un trabajo de ciencias es mediante el armado de un video. Pueden hacerlo muy fácilmente a partir de fotografías.

- Para tomar buenas fotografías de un proceso en ambientes interiores como el del aula o el laboratorio, es importante que tengan en cuenta los siguientes consejos. Cuiden que el objeto o la escena que quieren fotografiar no esté a contraluz. No fotografíen una escena de frente a una ventana o de frente al sol. La luz debe quedar detrás de quien toma la fotografía.
- Tomen fotografías de todo el proceso, de los materiales, de los pasos y de los resultados observados.
- Cuando hayan decidido el objeto a fotografiar, encuádrerlo teniendo siempre en cuenta el primer consejo.
- Mantengan la cámara quieta y pulsen para tomar la foto. No muevan la cámara hasta que la hayan capturado.
- Si es de día y hay suficiente luz no hará falta el flash.
- Tomen más de una foto de cada objeto o situación, de manera que puedan elegir la más conveniente.
- Si van a subir el video a Youtube, no fotografíen sus caras; esto es a fin de proteger sus identidades.

Finalmente, para armar un video a partir de fotografías, tienen que usar un programa como Windows Movie Maker (WMM), que permite la creación y edición de video. A continuación, se presentan enlaces a los recursos web necesarios para hacer y publicar el video.

Descargar WMM: e-sm.com.ar/MovieMaker

Tutorial de WMM: e-sm.com.ar/tuto_MovieMaker

A medida que vayan armando el video, incluyan títulos para que de forma sencilla y breve vayan relatando lo que está sucediendo con la experiencia y la explicación pertinente, es decir, desde dónde y hacia dónde se mueven las cargas.

MATERIALES NECESARIOS

- Tres sorbetes de plástico de los que vienen doblados en un extremo; un sorbete liso; tres botellas de plástico vacías; un globo; agua jabonosa preparada con agua y un poco de detergente; un paño, preferentemente de lana.

PROCEDIMIENTO

PARTE A. SORBETES BAILARINES

1. Doblen un sorbete en forma de L, justo por donde tiene una especie de fuelle. Luego froten la parte más larga del sorbete con el paño varias veces en el mismo lugar, sin quebrarlo.
2. Introduzcan la parte más corta del sorbete en la botella y dejen la parte más larga en forma horizontal, sobresaliendo del pico de la botella.



3. Acerquen un dedo al sorbete y registren qué sucede.

4. Con el otro sorbete hagan lo mismo que en los pasos 1 y 2. Pongan las botellas una cerca de la otra y giren ambos sorbetes hasta acercarlos. Observen y registren lo que sucede.
5. Repitan los pasos anteriores con el tercer sorbete. Acérquenlo a los dos anteriores de manera que quede ubicado entre ambos. Observen lo que sucede y registren sus observaciones.

PARTE B. POMPAS DE JABÓN MOVEDIZAS

1. Inflen un globo, átenlo y frótenlo varias veces con el paño de lana en el mismo lugar.



2. Tomen el sorbete, saquen un poco de solución jabonosa y soplen hasta formar una pompa de jabón sobre la mesa (quedará formada media pompa de jabón).
3. Acerquen el globo a la pompa de jabón y muévanlo al lado de ella en diferentes direcciones. Observen y registren lo que sucede.

ACTIVIDADES DE CONCLUSIÓN Y SÍNTESIS

1. ¿Qué sucede con las cargas de los sorbetes y del globo cuando los frotamos con un paño? Tengan en cuenta que estos objetos están fabricados con polímeros sintéticos y por lo tanto son malos conductores de la electricidad.
2. Expliquen con sus palabras las siguientes situaciones:
 - a) Cuando se colocan dos de los sorbetes cargados se inclinan uno para cada lado.
 - b) La pompa de jabón se mueve hacia el lado que se mueve el globo cargado.
3. Dibujen estas situaciones anteriores utilizando el modelo de partículas cargadas de los materiales. Tomen una foto de los dibujos para incluirlas en el video.
4. ¿En qué momentos de la experiencia hubo carga por fricción y en cuáles se indujo la carga?
5. A partir de lo aprendido en este práctico, propongan una hipótesis para explicar por qué no se debe utilizar el celular en una estación de servicio.

MÁS BRILLO O MENOS BRILLO

5

Los electrodomésticos que usamos a diario tienen circuitos eléctricos por donde circula la corriente que los hace funcionar. Tanto estos circuitos como los que hay en la instalación eléctrica de una casa son muy complicados, pero para poder entenderlos podemos pensar en dos tipos básicos de circuitos con conexiones en serie y en paralelo. Los circuitos en serie y en paralelo se diferencian en que en ellos la corriente puede recorrer un único camino o varios caminos, y esto hace que estén regidos por reglas básicas diferentes con relación a la intensidad de la corriente y a la diferencia de potencial entre otras cuestiones.

A partir de esta actividad armarán circuitos para entender las diferencias que hay entre los circuitos eléctricos dependiendo si están armados en serie o en paralelo, y luego diseñarán un juego con diferentes tipos de circuitos que les permitirá poner a prueba lo que han aprendido. Pero primero, van a ver algunas cuestiones sobre el juego como una forma amena y placentera de aprender.

HERRAMIENTA: EL JUEGO

El juego tuvo y tiene lugar en todas las culturas a lo largo de la historia. Incluso en la mayoría de los animales superiores, el juego representa una manera de aprender para las crías. En los humanos se realiza durante toda la vida, aunque con mayor presencia en la infancia. Posibilita la generación de acciones creativas, la representación de roles sociales, la resolución de situaciones problemáticas, la ejercitación de numerosas habilidades físicas y mentales, etcétera. Permite el desarrollo en diferentes áreas: psicomotriz; intelectual; social y afectivo-emocional.

Un juego es toda actividad que puede realizarse individualmente o en grupos y que permite la comunicación entre las partes. Es un modo de conocer la realidad, interactuar con ella e integrarse al mundo. Los juegos implican el intercambio de conocimientos, cultura, experiencias y vivencias. Cuando se realizan en grupo promueven el desarrollo de vínculos entre los participantes.

Dentro del aula, el juego permite ayudar a los alumnos a aprender, promueve el respeto por los pares, interés por participar, atender y cumplir reglas, valorar y ser valorado por el grupo, aumentar la autoestima, comunicarse más adecuadamente, etcétera. Se caracteriza por producir placer.

Aprender requiere esfuerzo, dedicación y motivación; por eso, para aprender a partir del juego es necesario que tengan en cuenta algunas cuestiones.

- No lo consideren un pasatiempo que se realiza para cubrir un horario.
- Establezcan con sus compañeros las reglas; estas deben ser claras para todos los participantes.
- Reconozcan los intereses, motivaciones y expectativas de todas las personas que participan en el juego.
- Posibiliten la formación de valores y conocimientos.
- Realicen actividades que sean interesantes.
- Utilicen material que no sea peligroso.
- Analicen su dinámica, sus fortalezas y debilidades.

Existe una gran variedad de juegos, pero todos ellos pueden clasificarse dentro de los siguientes grupos:

- **De contacto físico.** Acciones que revelan contacto entre los contrincantes que simulan desempeñar diferentes roles. Carreras, juegos de batalla, etcétera.
- **De representación.** El sujeto simboliza o representa una acción que se lleva a cabo, como la imitación de personajes históricos, televisivos, familiares, etcétera.
- **Socio-dramáticos.** El objetivo es reproducir una situación que se da en la realidad; los participantes elaboran el guion de la historia.
- **Juegos de mesa y videojuegos.** Favorecen el desarrollo del pensamiento lógico y estratégico, porque la persona debe pensar cómo llevar a cabo diferentes acciones para lograr el objetivo del juego.
- **Juegos al aire libre.** Son juegos que se realizan en espacios abiertos. Se transmiten de generación en generación. Favorecen la socialización y el desarrollo motriz y psicológico.

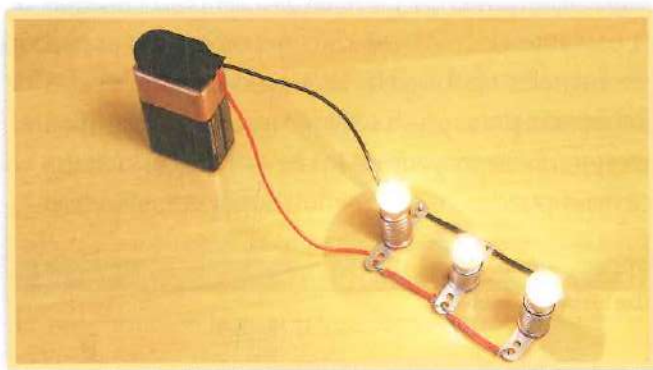
MATERIALES NECESARIOS

- Una pila mediana o una batería; un metro de cable fino de cobre (puede ser de $0,5 \text{ mm}^3$); tres lamparitas pequeñas iguales (de $1,5 \text{ V}$ si usan una pila o de 9 V si usan una batería); una caja de zapatos; una tijera o un alicate.

PROCEDIMIENTO

PARTE A. ARMADO Y PRUEBA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

1. Armen un circuito elemental con una lamparita y la pila o la batería. Observen el brillo de la lámpara. Este será el "brillo unidad"
2. Armen la conexión con las tres lámparas en serie. Observen el brillo de cada una de las lámparas.
3. Coloquen un interruptor antes de cada lámpara. Cierren los interruptores de manera que las lámparas enciendan. Luego accionen un interruptor por vez y registren lo que sucede.
4. Desarmen el circuito anterior y con los mismos componentes conecten las lámparas en paralelo. Armen la conexión de las lámparas en paralelo, todas conectadas entre los polos de la pila. Coloquen un interruptor para cada lámpara. Prueben si cada interruptor maneja la lámpara correspondiente.



5. Completen un cuadro comparativo como el siguiente con las observaciones que realizaron.

Características	¿Cada una de las lámparas brilla de la misma manera?	Si se desconecta una lámpara el circuito...
Circuito		
Circuito en serie		
Circuito en paralelo		

PARTE B. EL JUEGO DEL CIRCUITO ESCONDIDO

Ya están listos para armar sus circuitos eléctricos escondidos. El juego consiste en diseñar circuitos ocultos debajo de la tapa de una caja de zapatos, de forma que solo se vean las lamparitas desde el exterior de la caja. Deben seguir las siguientes reglas:

- Se juega de a pares de grupos.
- Cada grupo deberá diseñar y armar por lo menos un circuito escondido. Pueden armarlo en serie o en paralelo pero sin decirlo.
- Cuando hayan terminado, un grupo muestra su circuito al otro grupo, que debe descubrir qué tipo de circuito es. Luego cambian el rol.
- Pueden hacer todas las pruebas que necesiten para decidir de qué circuito se trata, pero tendrán un tiempo límite de 2 minutos para ello.
- Gana el grupo que más puntos acumula.

El puntaje se asigna así: 1 punto para el grupo que acierta el tipo de circuito, en caso de no acertar, el punto queda para el grupo que armó el circuito.

Pueden pensar en otras reglas de juego y cambiarlas; las reglas pueden ser de muchas maneras diferentes, solo es fundamental que todos los participantes estén de acuerdo con ellas.

ACTIVIDADES DE CONCLUSIÓN Y SÍNTESIS

1. ¿Qué diferencia observan en un circuito en serie entre el brillo de cada lamparita comparado con el "brillo unidad"? ¿Y en la conexión en paralelo?
2. Si hay tres lamparitas ubicadas en serie en un circuito, ¿ofrecen más o menos resistencia al paso de la corriente que una única lámpara?
3. Teniendo en cuenta los circuitos que armaron y su funcionamiento, ¿qué pueden decir sobre la intensidad de la corriente tanto en el circuito en serie como en el circuito en paralelo?
4. ¿Qué observaron para determinar si los circuitos escondidos eran en serie o en paralelo?

6

"OBSERVACIÓN" DEL CAMPO MAGNÉTICO

Desde tiempos remotos el hombre tuvo una gran fascinación con los fenómenos magnéticos, principalmente porque la fuerza magnética actúa a la distancia. Por ejemplo, pueden hacer que un clavo se acerque a un imán aun si una mesa de madera, como la que usan todos los días en el aula, se interpone entre ellos. Los invitamos, entonces, a experimentar con imanes y proponer sus propias explicaciones a las observaciones que realicen.

Los imanes tienen una zona de influencia que se llama campo magnético, dentro del cual hacen que algunos materiales actúen como imanes. Cuando alejamos el imán, estos materiales quedan fuera de su zona de influencia y pierden estas características. Pero, ¿sabían que el campo magnético puede ser observado? En este trabajo práctico van a utilizar las propiedades del imán para atraer objetos de hierro y también van a demostrar que la fuerza magnética actúa sobre todos los objetos de material magnético que se encuentran en la zona de influencia de su campo magnético. Pero, además, van a trabajar con simulaciones *online*, de tal manera que podrán hacerse más preguntas sobre el magnetismo y elaborar las explicaciones que consideren correspondientes a ellas.



Los imanes actúan sobre todo material magnético que se encuentre en su campo magnético, tal como puede observarse al acercarle una brújula.

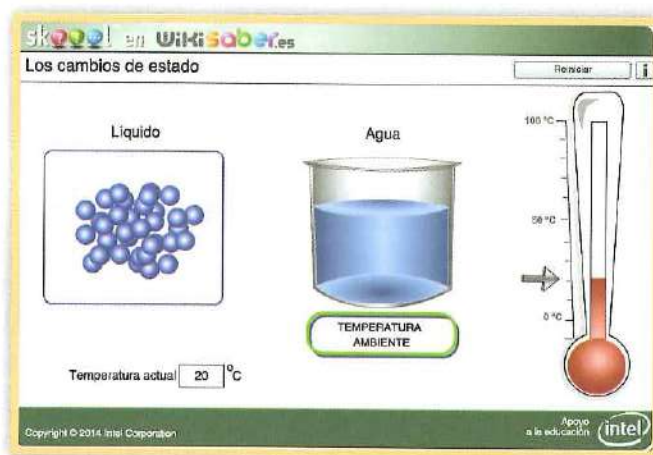
HERRAMIENTA: LAS SIMULACIONES

En ciencias, las simulaciones constituyen una herramienta de suma utilidad. A través de ellas se trata de imitar la realidad para predecir qué sucederá en determinado sistema y bajo ciertas condiciones, ya que permiten

modificar ciertas variables y observar qué efectos produce dicha variación en el fenómeno bajo estudio. Esto las convierte en herramientas fundamentales también para el aprendizaje de las ciencias, ya que brindan la posibilidad de poner a prueba las predicciones y las hipótesis que ustedes mismos propongan para el tema de estudio.

Empleando computadoras se puede trabajar con una gran cantidad de datos y realizar las simulaciones a través de modelos matemáticos que describen esta "realidad artificial". Las simulaciones no solo ayudan a comprender la realidad, sino que además permiten anticipar situaciones que, en caso de no ser deseadas, pueden ser prevenidas.

En Internet existen simulaciones de una enorme cantidad de fenómenos; por ejemplo del ciclo del agua, de la corriente eléctrica, de los cambios en una población de animales en función de la predación que sufre, de los movimientos de los planetas, de las fases lunares, etcétera. De la mayoría de los fenómenos estudiados en ciencias pueden hacerse simulaciones de algún tipo.



Simulación en Internet de la evaporación del agua (e-sm.com.ar/cambioagua).

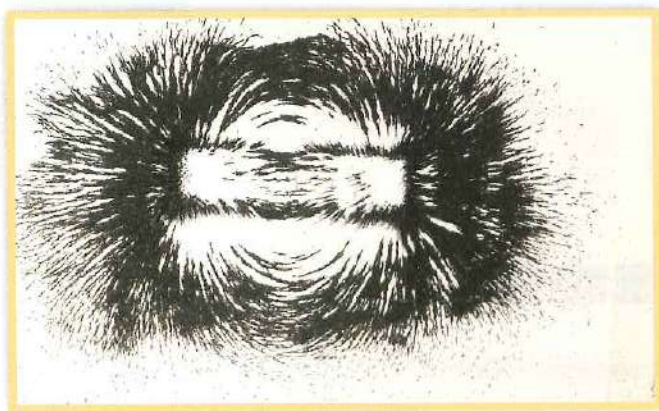
MATERIALES NECESARIOS

Dos imanes en barra; un clavo; hilo; limaduras de hierro (si no consiguen, pueden usar virutas de esponja de acero o virulana deshecha); una hoja lisa blanca.

PROCEDIMIENTO

PARTE A. "OBSERVANDO EL CAMPO MAGNÉTICO"

1. Coloquen la hoja blanca de papel sobre el imán.
2. Espolvoreen sobre la hoja las limaduras de hierro. Muevan el imán en diferentes direcciones. Registren sus observaciones.

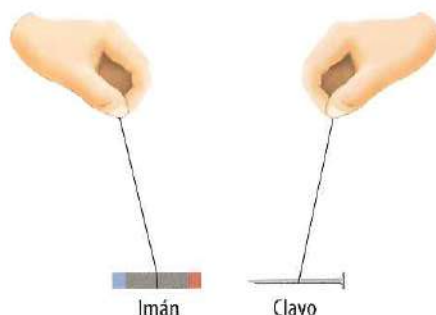


3. Retiren las limaduras de la hoja y coloquen las dos barras imantadas por debajo.
4. Espolvoreen nuevamente sobre la hoja las limaduras de hierro. Observen cómo se disponen las limaduras sobre la hoja. Muevan las barras y observen nuevamente lo que sucede.

PARTE B. LA FUERZA MAGNÉTICA

1. Coloquen un hilo a un imán y otro a un clavo.

2. Suspéndalos de los hilos de manera que queden colgando a unos cuantos centímetros de distancia.



3. Vayan acercándolos despacio hasta que sientan que comienzan a atraerse. Anoten esta distancia.
4. Acérquenlos más y observen qué sucede con ellos.
5. Muevan el clavo en varias direcciones y observen qué sucede. Registren sus observaciones.

PARTE C. APRENDEMOS CON SIMULACIONES

1. Entren a e-sm.com.ar/simulaciones. Allí encontrarán una simulación llamada *Faraday's Electromagnetic Lab* (Laboratorio electromagnético de Faraday) y hagan clic en "run now". Se abrirá una pestaña que les preguntará si desean abrir o guardar. Elijan "abrir" con el programa Java y luego acepten.
2. En el *Laboratorio electromagnético de Faraday*, trabajen en la pestaña "Barra imantada"; verán un imán, una brújula y un campo magnético. Pueden mover la brújula y el imán en varias direcciones y observar cómo cambia el campo magnético. A la derecha de la pantalla hay controles para modificar la fuerza y la polaridad, elegir ver o no los dominios magnéticos del imán y un medidor de campo. Prueben qué ocurre con cada una de ellas y elaboren una explicación.

ACTIVIDADES DE CONCLUSIÓN Y SÍNTESIS

1. ¿Qué sucedió con las limaduras de hierro cuando colocaron el imán debajo de la hoja? ¿Y cuando colocaron el otro? Dibujen la forma que tomaron en las dos situaciones.
2. Expliquen cómo se relaciona el dibujo que forman las limaduras con el campo magnético.
3. Sobre la base de la experiencia realizada con el imán y el clavo suspendidos, expliquen por qué la fuerza magnética es atractiva o repulsiva entre los dos objetos.
4. Expliquen cómo se mueve la aguja de la brújula en relación al campo magnético del imán.
5. La brújula, ¿tendrá también un campo magnético? Fundamenten su respuesta.



EL PODEROSO MAGNETISMO

Vivimos en un mundo magnético. Los imanes son materiales muy presentes en la vida cotidiana, y no solo porque tenemos un imán en la heladera con el número de teléfono de la pizzería o porque usamos un juego para atrapar pescaditos con imanes en la punta de la caña de pescar. Los imanes hoy, forman parte de muchos aparatos electrónicos, equipamientos industriales e instrumental médico.

Reúnanse en grupos y conversen ¿qué otras aplicaciones conocen del magnetismo? ¿Saben cómo funciona un timbre o un motor eléctrico? ¿Alguna vez se les rompió un auricular de los que usan para escuchar música o desarmaron un parlante? En este trabajo práctico podrán organizar y procesar la información que se les brinda y además tendrán instrucciones para aprender a realizar una buena búsqueda de información en la web sobre las modernas aplicaciones del magnetismo y las posibilidades de nuevas tecnologías magnéticas a futuro. Solo necesitan, para realizar este trabajo, una computadora con acceso a Internet.

HERRAMIENTA: BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN INTERNET

Hay mucha información circulando por la web. Esto hace que cada vez se haga más difícil realizar una búsqueda productiva, es decir, que satisfaga la necesidad de obtener información confiable. ¿Cómo pueden hacer para realizar una búsqueda eficiente en internet? Aquí les dejamos algunos pasos a tener en cuenta.

1. **Prueben con varios motores de búsqueda o buscadores de Internet.** No siempre los buscadores comerciales son los más adecuados. Los buscadores especializados suelen revisar un grupo específico de sitios web o utilizan métodos diferentes para buscar en la web, como Google Books (e-sm.com.ar/google-books), para buscar libros, o Google Scholar (e-sm.com.ar/google-scholar), con el que pueden buscarse sitios académicos y de estudio. También pueden probar buscar con un **metabuscador**, que es un buscador que busca en muchos buscadores a la vez y arroja resultados de todos ellos. Un ejemplo es Dogpile, al que pueden acceder en e-sm.com.ar/dogpile.



Página de inicio del metabuscador Dogpile.

2. **Piensen antes de buscar.** Familiarícense con el tema sobre el cual tienen que buscar, por ejemplo, mediante una charla grupal y la confección de una lista de palabras clave. Prueben con una serie de combinaciones de palabras clave, revisen los resultados de cada una y luego seleccionen las mejores. Pongan las palabras que tienen que buscar entre comillas. Esto hará que el buscador solo arroje páginas que tengan las dos palabras mencionadas en ese orden.
3. **No crean todo lo que leen.** Cualquier persona puede publicar algo en la web; muchos resultados de búsqueda serán poco creíbles o irrelevantes. Verifiquen la información confirmándola en varias fuentes.
4. **Busquen en profundidad, los mejores resultados no siempre son los primeros.** Algunos sitios web son muy buenos al hacer que sus contenidos aparezcan al principio de las listas en los motores de búsqueda, por razones que nada tienen que ver con la calidad de ese contenido.

PROCEDIMIENTO

1. La siguiente plaqueta presenta información sobre las tarjetas magnéticas. Lean y comenten el texto.
3. La siguiente plaqueta presenta información sobre un nuevo tren *Maglev*. Lean y comenten el texto.

A. Extracto de un libro de texto

"La banda magnética en una tarjeta de crédito tiene millones de diminutos dominios magnéticos, que se mantienen unidos gracias a una cubierta de resina. Los datos están codificados en un sistema binario, con ceros y unos, que se distinguen mediante la frecuencia de los dominios de inversión. Es sorprendente lo rápido que aparece el nombre de la persona cuando un empleado desliza la tarjeta para hacer un pago".

Adaptado de: Paul G. Hewitt (2007), "Física Conceptual", 10ma. Edición, México: Pearson Educación.



B. Extracto de un artículo informativo

"Investigadores del Applied Superconductivity Laboratory del Southwest Jiaotong University en China presentaron un prototipo de tren que en teoría, podría alcanzar los 2.896 Kilómetros por hora, velocidad tres veces mayor que un jet de pasajeros convencional. Para ello, el tren utiliza tecnología "Maglev" o de levitación magnética dentro de un tubo al vacío, reduciendo la fricción en las ruedas y por el aire. Así, el nuevo aparato es capaz de superar incluso al tren de pasajeros más veloz del mundo ubicado en Shangai, que alcanza los 430 Kilómetros por hora y que también emplea la tecnología Maglev. [...] En caso de tener éxito, el prototipo será utilizado en operaciones militares o espaciales, aunque el Gobierno chino espera emplearlo para vincular al país con Rusia, Canadá y los Estados Unidos".

Adaptado de "China desarrolla tren magnético que podría alcanzar los 2.900 km/h", La Tercera, Tendencias, edición digital del 12 de mayo de 2014, en e-sm.com.ar/tren_magnetico

2. Busquen en Internet más información sobre la tecnología de las tarjetas magnéticas y respondan.
 - a) ¿Cómo funcionan las tarjetas magnéticas?
 - b) ¿Cómo se transfiere la información entre las tarjetas magnéticas, los comercios, los cajeros automáticos, los bancos, etcétera?
 - c) ¿Cómo funciona el sistema SUBE para el transporte público en nuestro país?
4. Busquen en Internet más información sobre la tecnología de los trenes *Maglev* y respondan.
 - a) ¿Por qué los trenes *Maglev*, en teoría, pueden desarrollar velocidades tan altas?
 - b) ¿Qué limitaciones técnicas tienen estos trenes?
 - c) ¿Qué ventajas y desventajas tienen estos trenes?
5. A partir de lo estudiado en el capítulo 7, busquen en Internet más información sobre cómo funcionan otras aplicaciones del magnetismo. Hagan una lista de los dispositivos electrónicos que podemos encontrar a diario y que utilizan la tecnología magnética.

ACTIVIDADES DE CONCLUSIÓN Y SÍNTESIS

1. Escriban un "artículo informativo", destinado a estudiantes de secundaria, a partir de la información buscada en Internet sobre la tecnología magnética. Incluyan imágenes y no olviden citar las páginas consultadas. Abarquen las siguientes ideas: el magnetismo desde tiempos remotos; la relación entre la electricidad y el magnetismo; la tecnología magnética en la vida cotidiana; aplicaciones a futuro del magnetismo: potencialidades, riesgos y beneficios.
2. Elijan una de las cuatro ideas mencionadas en los puntos de la actividad anterior y, a partir de ella, escriban en grupos un relato ficcional. Puede ser un cuento de ciencia ficción, policial, romántico, de aventuras, etcétera. Compartan sus producciones con los demás grupos.