

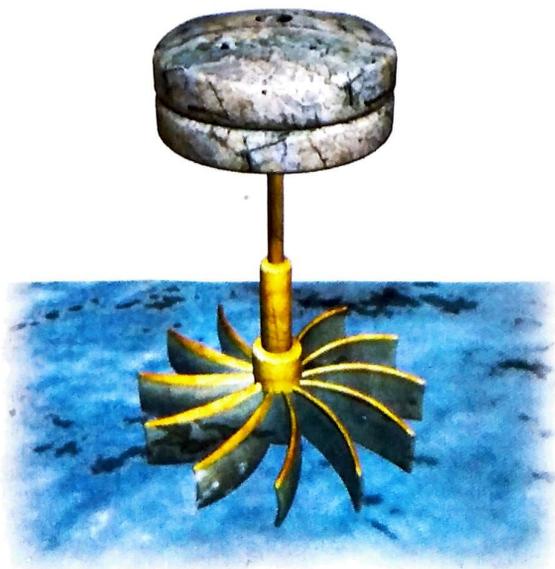
# ¿Qué es la energía?

Si tuvieras que definir las palabras que usas a diario, seguramente tendrías bastantes dificultades. Entre esos términos difíciles de definir, se encuentra el de **energía**. Pese a ello, cuando lo empleamos, todo el mundo parece entender bastante bien lo que se quiere decir. Es lo que ocurre cuando alguien dice, por ejemplo, que para realizar una acción cualquiera hay que "gastar energía". La propia ciencia se encuentra en una situación difícil cuando intenta definir este concepto. Veamos, por ejemplo, lo que dice el físico Paul Hewitt al respecto:

"La energía es el concepto fundamental de toda la ciencia. [...] Todos estamos muy familiarizados con él [...]. A pesar de ello, es uno de los más difíciles de definir". (*Física Conceptual*. Addison-Wesley Iberoamericana, 1995).

Para entender qué es la energía, te proponemos construir de a poco una "definición" bastante aproximada. Para ello, vamos a tener en cuenta distintas situaciones en las que la energía está presente:

- algunas sustancias presentes en los alimentos nos proporcionan más energía que otras;
- para mover un camión pesado, su motor tiene que entregar mucha más energía que el motor de un pequeño automóvil;
- la factura de electricidad se basa en cuánta energía eléctrica se consumió durante un cierto período;
- la enorme energía liberada durante un terremoto puede causar una gran destrucción.



A cada uno de los modos en que la energía puede manifestarse se lo denomina **forma de energía**. Para mantenernos vivos, mover un vehículo, para hacer funcionar un artefacto eléctrico, y en general, para realizar cualquier tipo de acción, es necesario el aporte de alguna forma de energía. Por ejemplo, los vehículos obtienen energía del combustible que "queman" en el motor, y las personas la obtenemos a partir de los alimentos.

En cada una de las situaciones mencionadas antes ocurre una **transformación**, es decir, un cambio. Muchos otros pueden observarse en nuestra realidad cotidiana: el agua se evapora, los vidrios de una ventana vibran a causa del sonido emitido por unos parlantes, un trozo de hierro se cubre con una capa de óxido, el viento desplaza las nubes, una pelota de tenis es impulsada por una raqueta, las luces se encienden o se apagan, brota una planta a partir de una semilla, etcétera. Todas estas transformaciones son posibles gracias a la energía.

Después de todas estas consideraciones, estamos en condiciones de proponer una idea bastante aproximada de qué es la energía: es aquello que permite **llevar a cabo una acción** o **producir alguna transformación**.

En consecuencia, llamamos **fuerza natural de energía** a todo aquello que existe en la Naturaleza y que puede proporcionar energía aprovechable, como el viento, la luz solar y las corrientes de agua.



Una de las fuentes de energía más usadas en la Antigüedad fue el carbón. En el siglo XVIII se inventaron máquinas que funcionaban gracias al vapor producido por el agua caliente. Al principio fueron usadas para bombear agua y más tarde se utilizaron en locomotoras, barcos y otros medios de transporte.

Los antiguos griegos utilizaban molinos para triturar los granos (la palabra "molino" deriva de "moler"). Estos primeros artefactos giraban alrededor de un eje vertical y para mover sus paletas usaban la energía de una fuente natural: el agua en movimiento de los ríos. Sin embargo, no tuvieron mucho éxito, porque el aprovechamiento de la energía de las corrientes era tan bajo que solo funcionaban en ríos muy corrientes.

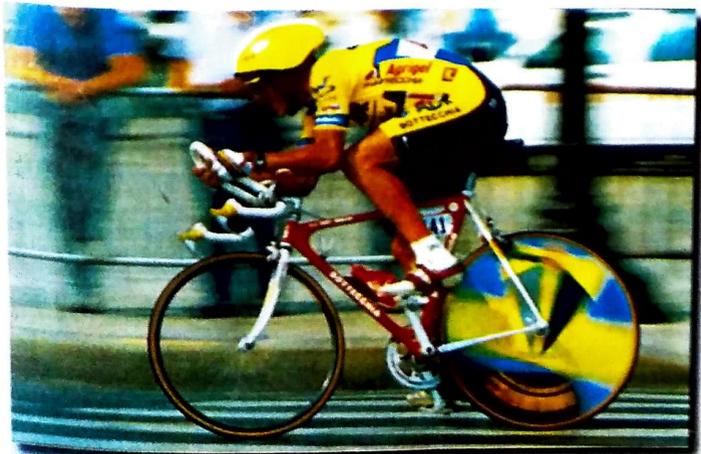
# Las formas de energía y sus transformaciones

Las situaciones presentadas en la página anterior muestran que es posible pasar de una forma de energía a otra. Pero, ¿son los únicos ejemplos? A continuación te detallamos otros casos en los que ocurre un cambio en la forma de energía.

- La energía que llega a nuestras casas en forma de electricidad puede convertirse en luz y en calor al encender una lamparita. A la primera la llamamos energía **eléctrica**, comúnmente llamada "electricidad", y decimos que se convierte en energía **lumínica** y en energía **calórica** o **térmica**.
- Si la electricidad circula por una radio, su energía se transforma en energía **sonora**, es decir, lo que comúnmente denominamos **sonido**.
- Si la energía eléctrica se usa para hacer funcionar un ventilador, se convierte en energía de movimiento, también denominada energía **cinética** (de *kinema*, que en griego significa "movimiento").
- En la historieta de la página inicial de este capítulo se muestra un generador eólico (de *Eolo*, el guardián de los vientos en la mitología griega), que funciona con la energía cinética del aire en movimiento, es decir, del viento. El viento mueve las paletas, y un dispositivo interno transforma esa energía cinética en eléctrica.

Toda vez que se lleva a cabo una conversión de una forma energética a otra, se produce una **transformación de energía**. La energía cinética del camión, por ejemplo, proviene de la transformación de la energía **química** contenida en el combustible. Del mismo modo, una estufa de gas funciona con la energía química contenida en el combustible, que es transformada en energía térmica y energía lumínica.

🌍 ¿Qué tipo de energía te parece que hay en la pólvora de un petardo? ¿Y en los alimentos?



Para mover la bicicleta, el ciclista entrega energía cinética que

## Eficiencia de cada transformación

En todas las transformaciones de energía, una gran parte de la energía original siempre se transforma en calor, como en el caso de la lamparita. Algo similar ocurre en un motor que funciona con electricidad, en el que una parte importante de la energía eléctrica se pierde en forma de energía térmica. ¿Y por qué decimos que esa energía "se pierde"? Con esta expresión estamos indicando que esa energía térmica no sirve para nuestros fines, y por eso se la suele denominar **energía degradada**.

Debido a todo lo anterior, en la ciencia y la tecnología se introduce el concepto de **eficiencia** o **rendimiento** que muestra la relación entre la **energía útil** (es decir, la que se aprovecha) y la **energía total invertida** para conseguir ese propósito.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Energía útil}}{\text{Energía total invertida}}$$

El rendimiento suele expresarse también en forma porcentual (es decir, en %), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento porcentual} = \text{Rendimiento} \times 100$$

Si toda la energía invertida pudiera convertirse en energía útil, el rendimiento sería igual a 1 (o, si se expresa en forma porcentual, al 100%). En cambio, si la energía útil solo representara la mitad de la total, el rendimiento sería 0.5 (o sea, 50%).

En la práctica, el valor 1 de rendimiento (100%) es imposible de conseguir. Los valores normales de rendimiento de la mayoría de los aparatos modernos se encuentran por debajo del 50%. Una lamparita eléctrica común, por ejemplo, solo transforma en energía lumínica un 10% de la energía eléctrica que recibe; el 90% restante se transforma en calor.

En las lámparas de bajo consumo, el rendimiento va de un 50 a un 60%, dependiendo del modelo y la marca.



De toda la energía química liberada al quemarse el combustible de un automóvil

# La conservación de la energía

Los científicos del siglo XIX descubrieron que si se suman por un lado todas las formas de energía que intervienen en el comienzo de una transformación, y por otro lado se suman todas las que se obtienen al final de esa transformación, el valor obtenido será exactamente el mismo. Esto significa que en una sucesión de transformaciones, **la energía se conserva**, es decir, mantiene invariable su valor inicial. Esta idea puede escribirse de la siguiente manera:

**Suma de las energías iniciales = suma de las energías finales**

## ¿En qué unidades se mide la energía?

A lo largo de la historia se han propuesto diferentes unidades para indicar la energía. La unidad de medida más aceptada en la actualidad es el **joule** o **julio (J)**, en homenaje al científico inglés James Joule (1818-1889), quien realizó una notable contribución al estudio de las transformaciones energéticas. En algunas actividades suele usarse el **kilojoule** o **kilojulio (kJ)**, que es un múltiplo equivalente a 1 000 J. Para que tengas una idea de cuánto representan estas unidades, te damos algunos ejemplos.

- Una dieta equilibrada implica un aporte diario de aproximadamente 8 500 000 J, o sea 8 500 kJ. Este valor puede ser mayor o menor según el gasto energético de cada persona.
- Los combustibles pueden clasificarse, según el estado en que se presentan, en sólidos, líquidos y gaseosos. Entre los **combustibles sólidos** se encuentran la leña, el carbón ve-

getal (obtenido a partir de la combustión de ciertos tipos de maderas) y los diversos tipos de carbón mineral (extraídos generalmente de las profundidades del suelo). La combustión de un kilogramo de lignito, una variedad de carbón mineral, entrega aproximadamente 17 000 kJ. Entre los **combustibles líquidos**, se encuentran los que se obtienen del petróleo. La nafta es uno de ellos: la combustión de un kilogramo de nafta entrega unos 140 000 kJ. Entre los **combustibles gaseosos** se encuentra el que provee la red domiciliar de gas, que libera unos 50 000 kJ por cada metro cúbico.

- Un avión de reacción tiene una energía cinética de, aproximadamente, 1 500 000 kJ durante el despegue. Durante el vuelo a gran altura, esa energía es cercana a los 15 000 000 kJ.
- En una hora, un horno de microondas consume 6 millones de julios, una heladera consume 5 000 kJ, una plancha de vapor, 4 000 kJ; un lavarropas, 1 500 kJ y un televisor de 14 pulgadas, 260 kJ.
- Un automóvil que se desplaza a 120 km/h tiene una energía cinética de unos 120 kJ.
- Una persona que trota con una rapidez de 10 km/h tiene una energía cinética de alrededor de 350 J.
- La energía cinética de un gato que está corriendo a un ratón es de unos 70 J. Y la del ratón que está corriendo con la misma rapidez que el gato es de alrededor de 7 J.



2 tazas de arroz.



2 salchichas.



Un paquete de papas fritas.



2 bananas.



2 medialunas.

Cada una de estas porciones de alimentos entrega a nuestro organismo 1 000 kJ.

Cuando una persona golpea un bombo con un palillo, la energía cinética se convierte en energía sonora, energía cinética del parche, y energía térmica, que puede percibirse en la temperatura ligeramente superior que tienen el palo y el parche después de los golpes. La suma de estas energías es igual a la energía cinética inicial.



## Autoevaluación

Acabo de enfrentarme con un tema nuevo. Leo todo con cuidado, pero igual hay cosas que no llego a entender muy bien. El tema, sin embargo, me resulta muy interesante. ¿Qué puedo hacer para comprenderlo?

- Lo leo una y otra vez.
- Voy destacando las ideas más importantes.
- Le pregunto a algún compañero.
- Le pido ayuda al docente.
- Busco otras alternativas posibles. ¿Cuáles se me ocurren?

# La equivalencia masa-energía

De acuerdo con Mayer y Joule, en una sucesión de transformaciones la energía se conserva, es decir, mantiene constante su valor inicial. Este enunciado fue considerado correcto durante mucho tiempo, y en verdad sigue siéndolo para la inmensa mayoría de los fenómenos que se nos presentan cotidianamente. Pero la investigación científica del último siglo mostró que existen casos en los que es claramente falso. Uno de estos casos es el de las **reacciones nucleares**. Para comprender esta noción, es necesario dar una breve idea acerca de estos fenómenos.

**A** Antes de seguir leyendo, ¿sabés algo con respecto a las “reacciones nucleares”? ¿Escuchaste hablar de ellas?

Como se estudiará con mayor profundidad en el capítulo 8, la ciencia actual considera que la materia está formada por unas partículas llamadas **átomos**, y por partículas subatómicas llamadas **neutrones** y **protones**. Los átomos de algunos materiales, como ocurre con dos elementos metálicos llamados “uranio” y “plutonio”, tienen un núcleo formado por numerosos neutrones y protones. Estos átomos pueden romperse, desintegrándose en átomos más livianos, en un fenómeno denominado **fisión nuclear**. Después de observar una de esas reacciones, los científicos calcularon la suma de la masa de los átomos que quedaban y comprobaron que esta era algo menor que la masa de los átomos

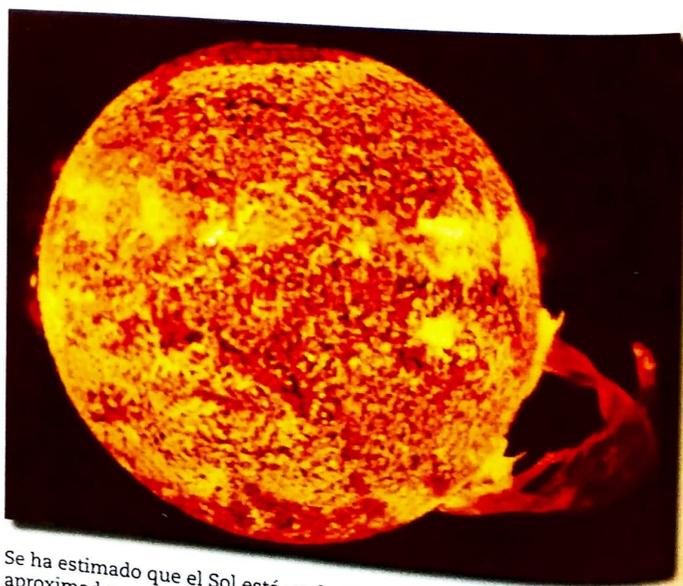
originales. Este resultado fue interpretado por el científico alemán Albert Einstein (1879-1955), quien sostuvo que había una equivalencia entre la masa y la energía, y que la masa no había desaparecido, sino que se había convertido en la enorme cantidad de energía liberada. Este es el fundamento de las reacciones nucleares en que se basan la **bomba atómica** y los **reactores nucleares**.

Algo semejante ocurre en el proceso inverso, llamado **fusión nuclear**: dos núcleos de átomos livianos de hidrógeno se “juntan”, dando lugar a otro, el helio, que es más pesado. La masa de este núcleo final es menor que la suma de las masas de los núcleos originales. También en este caso, hay una pequeñísima masa “desaparecida” que se convierte en energía. En esto se basa la **bomba de hidrógeno** y el proceso que mantiene “encendidas” a las estrellas. La energía generada por el Sol en cada segundo, por ejemplo, es equivalente a la que se produciría al explotar simultáneamente mil millones de bombas de hidrógeno.

¿Eso significa que el enunciado de Mayer y Joule dejó de ser aplicable? Para nada: la pequeñísima liberación energética que aparece en la mayoría de las transformaciones cotidianas resulta imperceptible, aun para instrumentos de gran precisión. Por eso, cuando se analizan situaciones de este tipo, se considera que la conservación de la energía es válida y, por lo tanto, que se cumple la igualdad entre las energías iniciales y finales.



Debido a que irradian luz, durante siglos se pensó que las estrellas estaban hechas de fuego. Sin embargo, el fenómeno que las mantiene “encendidas” es la fusión permanente de átomos de hidrógeno, que libera cantidades colosales de energía.



Se ha estimado que el Sol está en fusión nuclear desde hace aproximadamente 4 600 millones de años, y le faltarían unos 5 000 millones de años para “apagarse”.



¿Y? ¿CÓMO VE A MI MARIDO?

NO ES PARA PREOCUPARSE. TODO ESTÁ BAJO MI CONTROL.

Hace más de dos mil años, en la antigua Grecia.



¿VES, MA, QUE ESTOY VOLANDO DE FIEBRE? ¡EL TERMÓMETRO DIGITAL INDICA 98 GRADOS! ME PARECE QUE LO MEJOR ES GUARDAR REPOSO HASTA QUE VENGA EL MÉDICO.



PERO ¿POR QUÉ TIENE ESA FIEBRE?

COMO USTED SABRÁ, TODO ESTÁ FORMADO POR CUATRO ELEMENTOS: AGUA, TIERRA, FUEGO Y AIRE. SU MARIDO TIENE EXCESO DE FUEGO, DEMASIADO CALOR ADENTRO.



mmmm... EN ESE TERMÓMETRO TODO ESCRITO EN INGLÉS. YO NO CONFÍO. TOMATE LA FIEBRE CON ESTE Y VEMOS.



¿Y QUÉ SE PUEDE HACER PARA CURARLO?

SENCILLÍSIMO. HAY QUE DEJAR QUE VUELVA AL EQUILIBRIO CON EL ELEMENTO OPUESTO: EL AIRE, QUE ES FRÍO EL ORGANISMO. MI SEÑORA TIENE SUS PROPIOS RECURSOS PARA RECUPERARSE.



NO ENTIENDO. ESTE MARCA 36.7 GRADOS. ¡NO PUEDO CREER QUE EL QUE TRAJERON DE ESTADOS UNIDOS ANDE MAL!

## La historia bajo la lupa

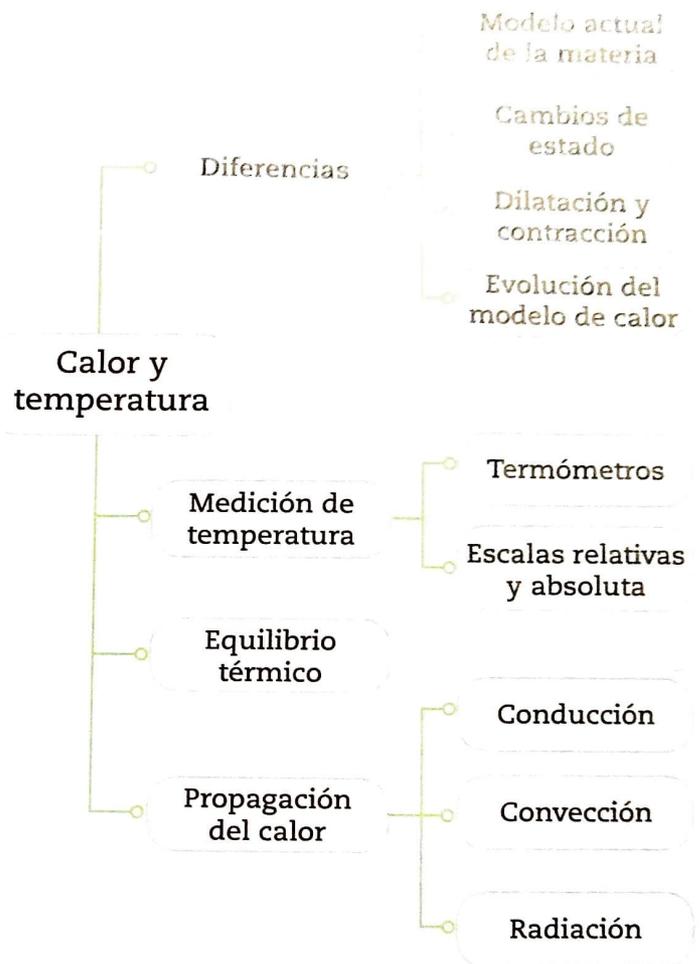
Hace más de dos mil años, varios filósofos de la antigua Grecia sostenían que el Universo evolucionaba gracias a la acción de dos elementos opuestos: el calor y el frío. Esta concepción fue muy importante para el desarrollo de la medicina. Como se muestra en la historieta, los médicos de ese entonces apelaban a curaciones basadas en este tipo de argumentos: si hay fiebre es por el exceso de calor; o si una persona siente frío, sufre escalofríos, que son lo opuesto al calor.

Entre las situaciones ilustradas, han pasado muchos siglos. Hoy disponemos de un conocimiento más preciso sobre las causas de las enfermedades y contamos con instrumentos adecuados para medir nuestra temperatura corporal... aunque, claro, hay que saber cómo usarlos.



### Actividades

1. Reunidos en grupos, discutan y resuelvan las siguientes consignas.
  - a) En un cuadro de la historieta, el médico de la Antigüedad afirma que el paciente tiene "demasiado calor adentro". ¿Les parece correcta esa expresión? ¿Cómo lo dirían hoy?
  - b) ¿De qué manera el médico toma la fiebre al paciente? ¿Les parece totalmente confiable ese procedimiento? Justifiquen.
  - c) El chico se mide la temperatura corporal con un termómetro digital, y luego repite la medición con un termómetro de mercurio. ¿Tienen idea de cómo funciona cada uno? ¿Cómo se lee la temperatura en cada caso?
  - d) El termómetro digital indica 98 grados, y en la otra medición, el chico lee 36,7 grados. ¿Ustedes estarían tan seguros de que, como opina el chico, el termómetro digital funciona mal? ¿Podría haber otra razón para que ambos instrumentos indiquen valores diferentes? ¿Cuál?



### Actividades

2. Respondé a las siguientes consignas en forma individual. Conservá tus respuestas, porque vas a necesitarlas al final del capítulo.
  - a) Tras la lectura del esquema de contenidos de la Hoja de ruta, ¿tenés alguna nueva información sobre el calor y la temperatura? Escríbila en tu carpeta.
  - b) Anotá todas las palabras de la Hoja de ruta que desconozcas. A medida que leas el capítulo, andá escribiendo los significados.
  - c) Elegí un concepto que conozcas del esquema de arriba y tratá de explicarlo en una hoja.

# El calor y la temperatura

En el capítulo anterior señalamos que en todas las transformaciones energéticas, una gran parte de la energía inicial se “pierde” en forma de calor. Como esta forma de energía no es aprovechable para nuestros fines, se la suele denominar **energía degradada**. Sentimos el calor al acercarnos a una estufa, a una bombita eléctrica encendida o a un motor en funcionamiento. Por tratarse de una forma de energía, el calor se mide en *joules*, aunque en otros casos, cuando se mide la energía aportada por los alimentos, por ejemplo, se utiliza otra unidad denominada **caloría**.

**A** ¿A vos qué te parece: es lo mismo el calor que la temperatura? Pensá en situaciones cotidianas que te ayuden a ejemplificar tu respuesta.

Después de responder a la pregunta anterior, es posible que hayas descubierto que ambos términos parecen estar relacionados, y que el lenguaje corriente a veces tiende a confundirlos. Por ejemplo, cuando decimos “hace calor” o “la llama da calor”, no estamos hablando de lo mismo. Esta falta de precisión no es tan importante en la vida cotidiana, pero en el lenguaje científico estas confusiones deben ser resueltas. Para poder distinguir claramente ambos conceptos, hay que tener en cuenta una representación de lo que sucede en el interior de la materia.

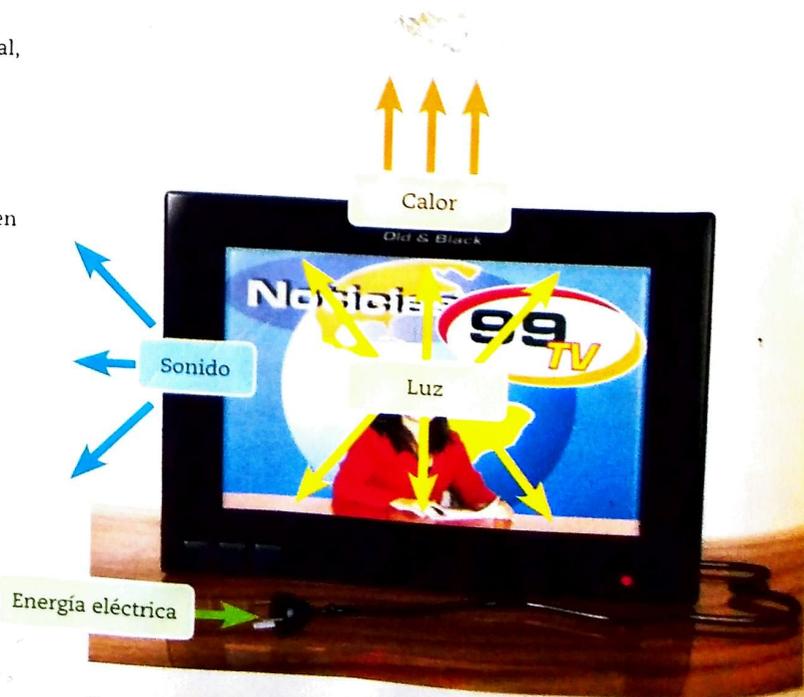
## El modelo actual de la materia

Todo lo que se halla a nuestro alrededor está hecho de **materia**, la cual ocupa lugar y tiene peso. Desde hace siglos, las personas se preguntan de qué está formada. La ciencia actual considera que la materia está constituida por **partículas** que, debido a su pequeñísimo tamaño, son invisibles. Este **modelo** es una representación de un fenómeno de la realidad que intenta describir, y permite explicar muchos fenómenos que ocurren en la Naturaleza. Un modelo, como vimos en la introducción *Así es la ciencia*, puede consistir en una teoría, una maqueta, un diagrama, o un programa de computación. Mediante modelos de simulación, por ejemplo, pueden mostrarse situaciones tan diversas como el funcionamiento de una célula, la circulación sanguínea, el movimiento de un astro o la formación de un fenómeno atmosférico. Los modelos son especialmente útiles en casos como el de la constitución de la materia, en donde los objetos de estudio son sumamente pequeños.

El modelo científico de partículas será estudiado con mayor detalle en el capítulo 4 de este libro. Aquí nos limitaremos a señalar que, según este modelo, las partículas que constituyen la materia se encuentran en permanente agitación. Eso significa que, de acuerdo con lo estudiado en el capítulo 1, las partículas poseen energía de movimiento, es decir, **energía cinética**.



En este tipo de fotografía especial, denominada **termografía**, las zonas que se ven más rojas corresponden a las partes del cuerpo que emiten más calor en el momento de tomar la foto.

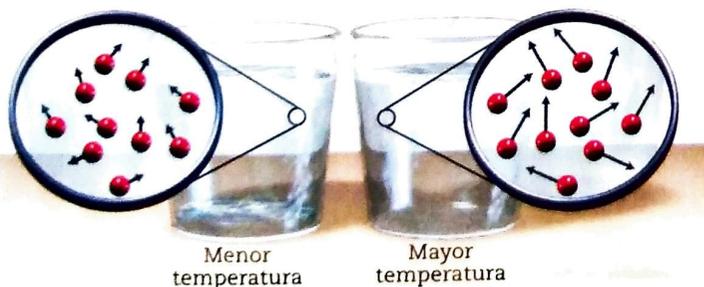


En un televisor, que funciona...

# La temperatura

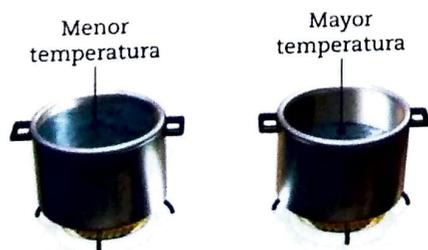
En nuestra vida diaria utilizamos la palabra "temperatura" en numerosas ocasiones. Aparece en el informe meteorológico, en recetas de cocina, en un instrumento del tablero de un automóvil y en muchas otras situaciones. Seguramente, alguna vez te habrá pasado como a la persona de la historietita que inicia este capítulo: te enfermaste y tuviste fiebre, es decir, se elevó la temperatura de tu cuerpo. Cuando decimos que "hace calor", lo que en realidad queremos indicar es que la temperatura del ambiente es más alta que la que consideramos agradable. Algo parecido ocurre cuando calentamos un recipiente al fuego y su temperatura se eleva. Al guardar alimentos en el congelador, en cambio, la temperatura de estos desciende.

A esta altura seguramente estarás preguntándote ¿qué es la temperatura? En la página anterior hemos visto que, según el modelo actual de la materia, las partículas que la constituyen están en permanente agitación. Este modelo plantea, además, que cuanto mayor es la agitación de las partículas, más alta es la temperatura del material. Entonces, la **temperatura** de la materia es una medida de la energía cinética que poseen las partículas. Para elevar la temperatura de un cuerpo hay que aumentar la agitación de sus partículas, lo cual se consigue entregándoles energía. Eso es lo que sucede, por ejemplo, cuando se calienta agua sobre una hornalla: la energía entregada por la llama aumenta la energía cinética de las partículas de agua, y por eso se eleva su temperatura.



Las partículas del líquido que están a menor temperatura poseen menos energía cinética que las del líquido cuya temperatura es más alta.

Al calentarse con llamas idénticas dos cacerolas con diferente cantidad de agua, durante tiempos iguales, ambas reciben la misma cantidad de calor, pero sus temperaturas son distintas.



## Relación entre el calor, la masa y la temperatura

De acuerdo con lo aprendido hasta ahora, la temperatura de un cuerpo es una medida de la energía cinética de las partículas que lo constituyen. La cantidad de partículas que forman un objeto, a su vez, depende de su masa. Y en términos estrictos, la masa es una medida de la inercia del cuerpo. Pero ¿qué es la inercia?

Para responder analicemos el siguiente caso: nos cuesta mucho más desplazar un ropero que una silla, como si el ropero se "resistiera" a empezar a moverse. A esa mayor o menor resistencia a cambiar el estado de movimiento o de reposo se la denomina **inercia**. Decimos, entonces, que la masa es una medida de la inercia porque nos da idea de cuánto va a "resistirse" ese objeto cuando se le aplique una determinada fuerza. Una pluma, por ejemplo, tiene menos masa que un ladrillo.

La **masa** de cada cuerpo está directamente relacionada con la cantidad de materia que posee. Imaginá que se entrega idéntica cantidad de calor a dos cuerpos del mismo material pero de diferente masa. ¿Será igual el aumento de temperatura? Para responder a esta pregunta, analizá la siguiente situación: poné a calentar agua de la canilla en dos cacerolas sobre hornallas con llamas idénticas, durante el mismo tiempo, y vertí en uno de los recipientes la mitad de agua que en el otro. Aunque ambos reciben la misma cantidad de calor, sus temperaturas terminarán siendo diferentes. Eso pone en evidencia que las variaciones de temperatura no solo dependen del calor entregado, sino también de la masa del cuerpo que se calienta.



### Autoevaluación

Quando tengo que entender un tema complicado, ¿qué hago para comprenderlo mejor?

- Lo leo varias veces.
- Busco en el diccionario las palabras que desconozco.
- Subrayo las ideas principales.
- Le pregunto a un compañero.
- Consulto con el docente.

# El calor y los cambios de estado de la materia

Una simple mirada a nuestro alrededor nos revela que la materia puede presentarse de maneras muy diversas; algunas cosas se hallan en estado sólido, otras en estado líquido y otras en estado gaseoso. A cada una de esas tres "formas de presentación" se la denomina **estado de agregación de la materia**.

En general, los **sólidos** se caracterizan por ser rígidos y conservar su forma. El modelo actual de la materia explica esta propiedad considerando que las partículas de un sólido están muy cercanas, y que entre ellas se ejercen grandes fuerzas de atracción que las mantienen unidas. Un **líquido**, en cambio, adopta la forma del recipiente en el que se encuentra porque sus partículas se desplazan unas sobre otras con facilidad. Por último, las partículas que constituyen un **gas** tienden a alejarse unas de otras; por eso, si una estufa pierde un poco de gas, un rato después el olor se difunde por toda la habitación.

Y esto, ¿qué tiene que ver con el calor? Si se aplica calor a un material, en muchos casos puede suceder que este pase de un estado a otro. Si calentamos manteca, por ejemplo, esta pasa del estado sólido al líquido; si la enfriamos, vuelve a ser sólida. Toda vez que se pasa de cualquier estado de agregación a otro, se produce un **cambio de estado**.

Como puede verse en el esquema de esta página, estas transformaciones tienen distintos nombres: **fusión, vaporización, condensación y solidificación**. Para que se lleven a cabo las dos primeras, los materiales deben recibir calor. En cambio, para que se produzcan las dos últimas es necesario quitar calor al material, es decir, debe ser enfriado.

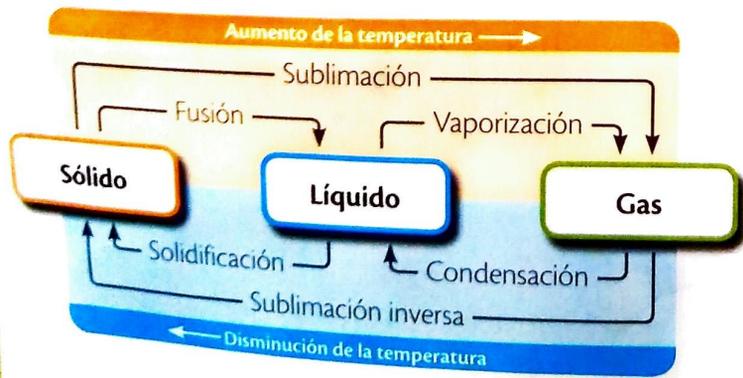
En todos estos cambios de estado, el calor entregado se utiliza para producir dicho cambio. Mientras este último tiene lugar, la **temperatura permanece constante**.

En ciertas condiciones y con algunos materiales, puede darse un cambio que va directamente del estado sólido al gaseoso, sin pasar por el líquido. Esta transformación se llama **sublimación**. El caso más conocido es el del hielo seco, que es dióxido de carbono congelado y que, al ser expuesto al aire del ambiente (que está a mayor temperatura), pasa al estado gaseoso. Con otros materiales puede ocurrir el pasaje en sentido opuesto, es decir, del gaseoso al sólido, llamado **sublimación inversa**.

## La dilatación y la contracción térmicas

En la gran mayoría de los casos, cuando asciende la temperatura el volumen de un cuerpo aumenta en forma proporcional. Este fenómeno se llama **dilatación térmica**. La **contracción térmica** es el efecto contrario: cuando la temperatura desciende, el volumen del cuerpo disminuye.

¿Cómo explica este fenómeno el modelo actual de la materia? Al subir la temperatura, las partículas se agitan más y sus recorridos son más largos, por eso ocupan mayores espacios. Cuando baja la temperatura, se agitan menos y ocupan volúmenes más pequeños. Hay unas pocas excepciones a este comportamiento. La más importante es el caso del agua, que entre los 0 °C y los 4 °C se comporta de manera inversa: cuando se congela, se expande y se vuelve menos densa. Esa es la razón por la cual los cubitos de hielo flotan en un vaso con agua, y por la que las botellas con líquido pueden explotar si las dejamos demasiado tiempo en el congelador.



Las baldosas sufren los efectos de contracción y dilatación. Para evitar que esos cambios de tamaño provoquen rajaduras y roturas, las baldosas se separan con un material elástico que puede estar fabricado a base de caucho.



Sublimación de un...

# El calor y los cambios de estado de la materia

Una simple mirada a nuestro alrededor nos revela que la materia puede presentarse de maneras muy diversas, algunas cosas se hallan en estado sólido, otras en estado líquido y otras en estado gaseoso. A cada una de esas tres "formas de presentación" se la denomina **estado de agregación de la materia**.

En general, los **sólidos** se caracterizan por ser rígidos y conservar su forma. El modelo actual de la materia explica esta propiedad considerando que las partículas de un sólido están muy cercanas, y que entre ellas se ejercen grandes fuerzas de atracción que las mantienen unidas. Un **líquido**, en cambio, adopta la forma del recipiente en el que se encuentra porque sus partículas se desplazan unas sobre otras con facilidad. Por último, las partículas que constituyen un **gas** tienden a alejarse unas de otras; por eso, si una estufa pierde un poco de gas, un rato después el olor se difunde por toda la habitación.

Y esto, ¿qué tiene que ver con el calor? Si se aplica calor a un material, en muchos casos puede suceder que este pase de un estado a otro. Si calentamos manteca, por ejemplo, esta pasa del estado sólido al líquido; si la enfriamos, vuelve a ser sólida. Toda vez que se pasa de cualquier estado de agregación a otro, se produce un **cambio de estado**.

Como puede verse en el esquema de esta página, estas transformaciones tienen distintos nombres: **fusión, vaporización, condensación** y **solidificación**. Para que se lleven a cabo las dos primeras, los materiales deben recibir calor. En cambio, para que se produzcan las dos últimas es necesario quitar calor al material, es decir, debe ser enfriado.



Las baldosas sufren los efectos de contracción y dilatación. Para evitar que esos cambios de tamaño provoquen rajaduras y roturas, las baldosas se separan con un material elástico que puede estar fabricado a base de caucho.



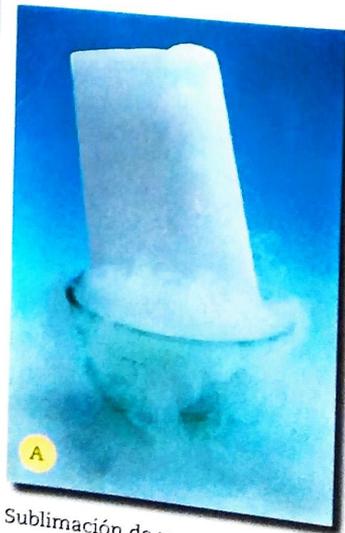
En todos estos cambios de estado, el calor entregado se utiliza para producir dicho cambio. Mientras esto ocurre, la **temperatura permanece constante**.

En ciertas condiciones y con algunos materiales, puede darse un cambio que va directamente del estado sólido al gaseoso, sin pasar por el líquido. Esta transformación se llama **sublimación**. El caso más conocido es el del hielo seco, que es dióxido de carbono congelado y que, al ser expuesto al aire del ambiente (que está a mayor temperatura), pasa al estado gaseoso. Con otros materiales puede ocurrir el proceso en sentido opuesto, es decir, del gaseoso al sólido, llamado **sublimación inversa**.

## La dilatación y la contracción térmicas

En la gran mayoría de los casos, cuando asciende la temperatura el volumen de un cuerpo aumenta en forma proporcional. Este fenómeno se llama **dilatación térmica**. La **contracción térmica** es el efecto contrario: cuando la temperatura desciende, el volumen del cuerpo disminuye.

¿Cómo explica este fenómeno el modelo actual de la materia? Al subir la temperatura, las partículas se agitan más y sus recorridos son más largos, por eso ocupan mayores espacios. Cuando baja la temperatura, se agitan menos y ocupan volúmenes más pequeños. Hay unas pocas excepciones a este comportamiento. La más importante es el caso del agua, que entre los 0 °C y los 4 °C se comporta de manera inversa: cuando se congela, se expande y se vuelve menos densa. Esa es la razón por la cual los cubitos de hielo flotan en un vaso con agua, y por la que las botellas con líquido pueden explotar si las dejamos demasiado tiempo en el congelador.



Sublimación de un trozo de hielo seco (A) y del iodo (B)

# Los termómetros

Seguramente, alguna vez tuviste entre tus manos un **termómetro**, que es un instrumento usado para medir la temperatura. Es posible que hayas visto los que se emplean en medicina, los que se dejan colgados en la pared, o los que están diseñados para el trabajo en el laboratorio. El funcionamiento de una gran parte de ellos se basa en los fenómenos de **dilatación y contracción térmicas**.

Los primeros termómetros fueron construidos a fines del siglo XVI por el científico italiano Galileo Galilei (1564-1642). Eran tubos huecos y medían las variaciones de temperatura a partir de la dilatación y la contracción del aire contenido en el interior del tubo. Estos primeros dispositivos eran muy imperfectos, porque resultaban afectados por los cambios en la presión atmosférica. La configuración actual se debe al científico alemán Gabriel Fahrenheit (1686-1736), quien reemplazó el aire por una columna de alcohol y, en una versión posterior, por una de mercurio, un metal líquido a temperatura ambiente.

## Los modelos de termómetros

Los termómetros más conocidos poseen un **bulbo**, en el que se halla depositada una cierta cantidad de alcohol o de mercurio, conectado a un tubito tan delgado que recibe el nombre de **capilar**. Cuando el bulbo toca un cuerpo caliente, adquiere la temperatura de ese cuerpo, y el líquido se dilata dentro del capilar. La escala graduada permite conocer la

temperatura del bulbo, que es la misma que tiene el cuerpo. El clásico **termómetro clínico** de uso medicinal incorpora un estrangulamiento en el capilar para dificultar el retroceso de la columna de mercurio una vez que este se dilató. Como la columna mercurial queda "detenida" después de medir la temperatura corporal, hay que sacudir el termómetro antes de volver a usarlo, para que el mercurio baje.

En los **termómetros de laboratorio** y los **meteorológicos**, en cambio, no existe tal estrangulamiento y la columna puede desplazarse en ambos sentidos. Por esa razón, estos modelos de termómetros indican permanentemente la temperatura del material que está en contacto con el bulbo.

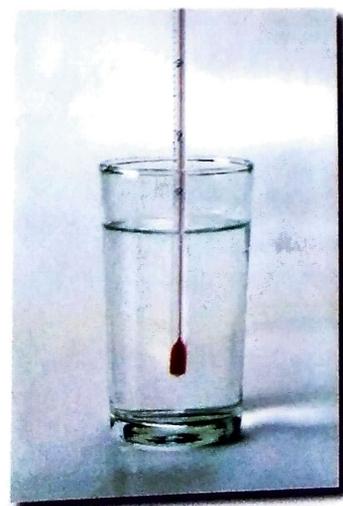
Otros modelos son electrónicos y pueden realizar mediciones de temperatura muy precisas. En los últimos tiempos, se está imponiendo para uso doméstico el llamado **termómetro electrónico digital**: se basa en la lectura de un sensor que genera una corriente eléctrica, cuyo voltaje está en relación directa con la temperatura medida.

Otros termómetros se presentan en forma de **etiquetas autoadhesivas**, que permiten un control permanente de la temperatura y son especialmente aptas para usos industriales. Estos modelos suelen tener una pintura especial que cambia de color según la temperatura que registran.

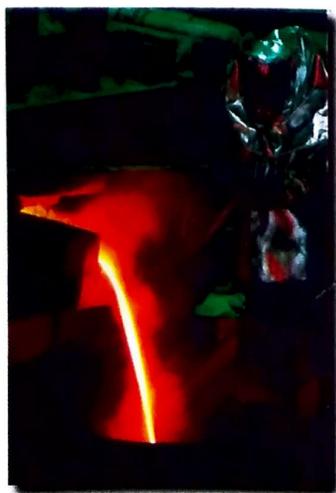
La industria, además, emplea otros tipos de termómetros, basados en la dilatación de cintas metálicas. Los llamados **pirómetros** están preparados para medir la temperatura en situaciones en que otros termómetros se destruirían. Funcionan analizando el color de la luz que emiten ciertos materiales cuando son calentados a muy altas temperaturas.



Distintos modelos de termómetros.



En los termómetros de laboratorio, la columna de alcohol sube o baja según la temperatura de lo que se está midiendo.



Los pirómetros indican la alta temperatura de un metal a partir de la luz que este emite.



## Autoevaluación

En esta página aparecen temas relacionados con cosas que ya sabés o escuchaste, pero que no las recordás bien. ¿Qué hacés en esos casos? ¿Qué hacen tus compañeros?

- Trato de hacer memoria hasta acordarme.
- Le pregunto a un compañero o compañera.
- No me interesa recordarlo, porque no es importante.
- Otra cosa: \_\_\_\_\_
- Tus compañeros: \_\_\_\_\_

# Las escalas de temperatura

Ya hemos visto que los termómetros cuentan con una escala graduada, y que tienen impreso un conjunto de valores que permiten expresar la temperatura. Es importante señalar la conveniencia de que los puntos inferior y superior de cualquier escala correspondan a la temperatura en que se produce un cambio de estado. La razón ya la hemos explicado en la página 46: mientras hay un cambio de estado, la temperatura permanece fija.

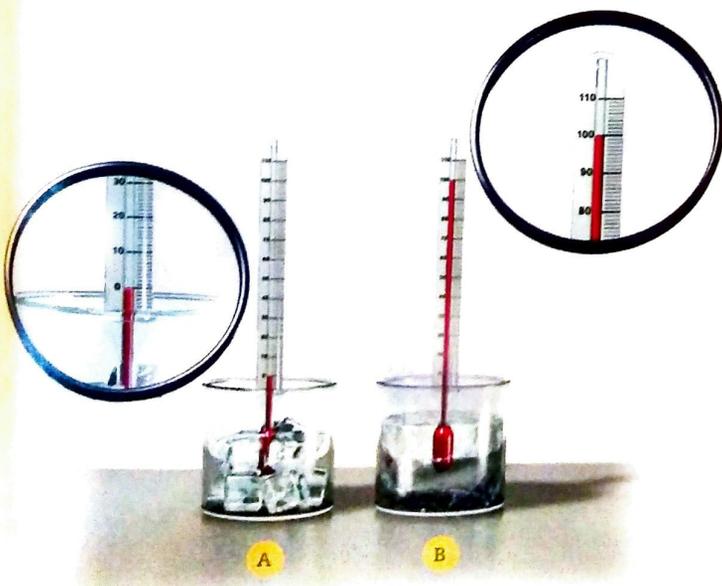
Una escala hoy en desuso fue la propuesta en 1701 por el astrónomo danés Ole Christensen Römer (1644-1710). En ella, el cero correspondía a la temperatura de congelación de una solución de agua y sal, y a la temperatura de ebullición del agua le hacía corresponder el valor 60. Su idea sirvió de inspiración a Gabriel Fahrenheit, para crear en 1724, una escala de temperatura que todavía permanece en uso en varios países de habla inglesa. En esta escala, cuya unidad es el **grado Fahrenheit (°F)**, el 0 °F equivale a la temperatura de congelamiento de una solución de agua y sal, y el valor 100 °F corresponde a la temperatura media del organismo humano. Tiempo después, la escala fue objeto de algunas modificaciones para que los puntos de congelamiento y de ebullición del agua (32 °F y 212 °F) quedaran representados con valores enteros, y para ello se tuvieron en cuenta los puntos de congelación y de evaporación de una solución de cloruro de amonio.

Por la misma época, el francés René-Antoine Ferchault de Reaumur (1683-1757) propuso otra escala a partir de la dilatación de la columna de un termómetro de alcohol. Asignó un punto inferior de su escala a la temperatura de congelación del agua y un punto superior a su temperatura de ebullición, dividiendo el intervalo en ochenta partes iguales. Cada una de esas partes es un **grado Reaumur**.

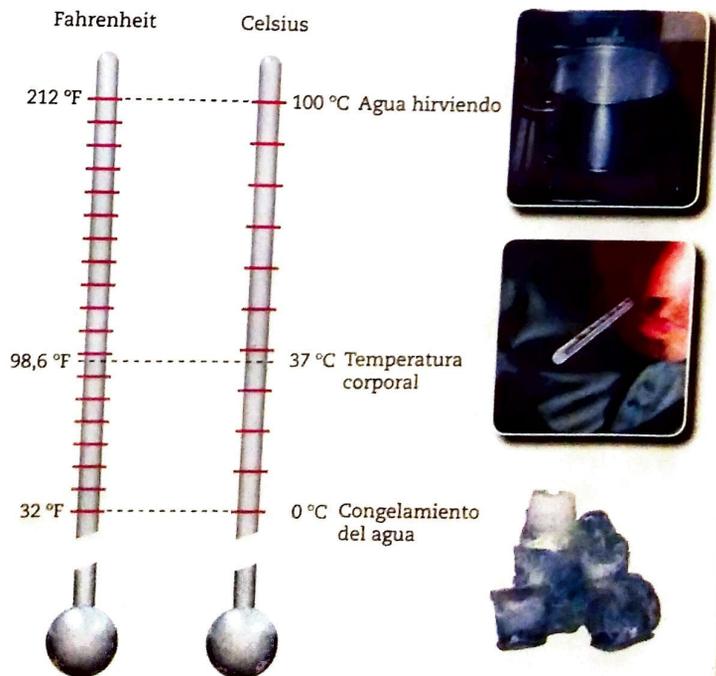
## La escala centígrada

La escala más utilizada en la actualidad fue propuesta por el astrónomo sueco Anders Celsius (1701-1744) poco antes de su muerte. En su escala, cuya unidad es el **grado centígrado o grado Celsius (°C)**, el valor 0 °C es la temperatura a la que se congela el agua y el valor 100 °C corresponde a la temperatura a la que el líquido hierve. Ambos valores corresponden a agua pura –es decir que no está mezclada con ninguna otra sustancia– a una atmósfera de presión.

A todas las escalas mencionadas en esta página se las llama **escalas relativas de temperatura**. Esta denominación se debe a que los valores inferior y superior de cada una son arbitrarios, porque guardan relación con fenómenos que ocurren con los materiales que han sido elegidos, tales como el agua, una solución de agua y sal, el alcohol y otros. Por el contrario, una **escala absoluta** debería basarse en condiciones generales, que sean válidas para cualquier material.



A. Determinación del punto inferior de la escala centígrada: el bulbo se pone en contacto con el hielo fundiéndose, y la escala indica la temperatura 0 °C. Por debajo de 0 °C, los valores de temperatura son negativos. B. Determinación del punto superior de la misma escala: el bulbo toca el agua en ebullición, y la escala graduada indica 100 °C.



Comparación de las escalas Celsius (centígrada) y Fahrenheit.

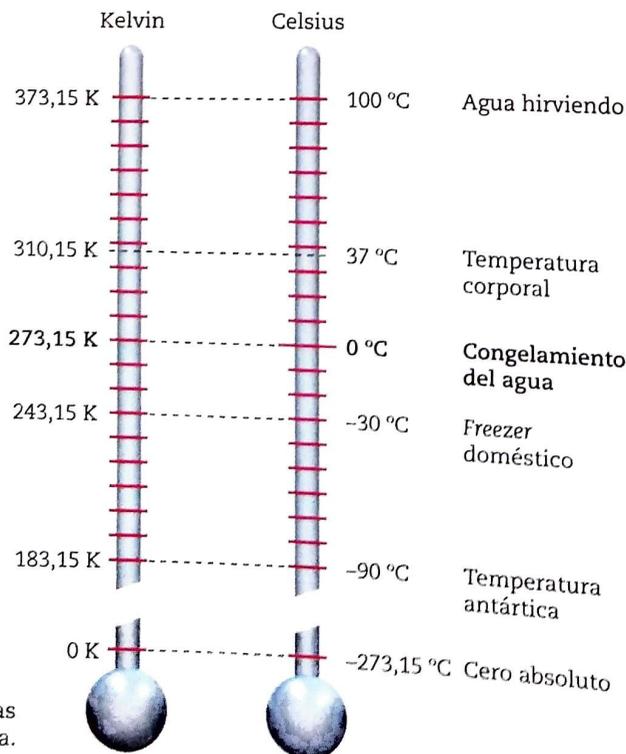
## La escala Kelvin o "absoluta" de temperatura

En las páginas anteriores hemos explicado que la temperatura de un cuerpo está relacionada con la energía cinética de sus partículas, y que esa energía es menor a medida que el material se va enfriando. En esa situación, si cada vez las partículas se mueven menos, ¿habrá una temperatura en la que queden inmóviles? Al menos en teoría, el modelo prevé que, si el material se enfría suficientemente, se llegará a una temperatura en que las partículas dejen de agitarse. Siguiendo este planteo, en 1848 el científico inglés William Thomson, lord Kelvin (1824-1907), propuso una escala de temperatura. Kelvin calculó que la mínima temperatura que puede alcanzar la materia se halla a  $273\text{ }^{\circ}\text{C}$  por debajo del  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es decir, a  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A esta temperatura se la conoce como **cero absoluto** y se le asigna el valor **0 Kelvin**, que se representa **0 K**, y es el punto inferior de una escala muy usada en algunos ámbitos científicos. Y como el 0 K es la mínima temperatura posible, en esta escala no tienen sentido los valores negativos.

Es interesante señalar que, aunque los puntos inferiores de las escalas son diferentes, el "tamaño" de la unidad en la escala Kelvin es el mismo que el del grado centígrado. Por esa razón, si un cuerpo varía su temperatura en 8 K, también la varía en  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En la escala Fahrenheit, en cambio, cada grado tiene menor "tamaño".



Lord Kelvin propuso una escala de temperatura absoluta en 1848.



Equivalencia entre las escalas absoluta y centígrada.

## La sensación de frío

Aunque el término "frío" forma parte de nuestro vocabulario corriente, carece de sentido para el lenguaje científico. Cuando una persona común dice que "en Alaska hace frío", un científico debería decir que "la temperatura en esa región es baja". Incluso, la clasificación de la temperatura en "alta" o "baja" es relativa, pues habría que ver qué piensa un esquiador del asunto. El carácter relativo de esta terminología queda expuesto con claridad cuando pensamos que las temperaturas más frías de Alaska son sumamente altas si se las compara con el cero Kelvin.

Para seguir con las comparaciones, es interesante tener en cuenta que los mejores congeladores de uso doméstico funcionan a unos  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  y que las temperaturas mínimas que se han registrado en el interior del continente antártico son de unos  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Si hacés la conversión con el cuadro que figura más abajo, vas a notar que esa temperatura corresponde a 183 K, y que todavía estamos bastante lejos del cero absoluto.

En experiencias de laboratorio se ha logrado alcanzar temperaturas extremadamente cercanas al 0 K, mediante el empleo de complejos métodos de enfriamiento. Uno de los precursores en este campo fue el holandés Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926), quien por estos aportes obtuvo el Premio Nobel de Física en 1913. Este científico realizó sorprendentes descubrimientos sobre el comportamiento de la materia a tan bajas temperaturas. Uno de ellos, por ejemplo, es que en las cercanías del 0 K ciertos líquidos comienzan a trepar por las paredes de los recipientes en los que están contenidos.



En invierno, la temperatura de la Antártida llega a  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

4. Lee el siguiente texto y luego realizá las actividades propuestas.

## Mercurio: un metal que cae en desuso

El ocaso de los termómetros de mercurio "ya reconocidos como tóxicos" tuvo otro capítulo ayer, cuando el Hospital Fernández formalizó la decisión de reemplazar sus 450 aparatos por termómetros digitales. Ese establecimiento sustituirá también los tensiómetros y otros aparatos que utilizaban ese metal líquido. El problema de los termómetros de mercurio es que tarde o temprano, se rompen y el metal va a parar al medio ambiente. Las móviles bolitas de mercurio (esas que tan divertidas resultaban cuando uno era chico) emiten vapores, imperceptibles pero tóxicos. Por eso los especialistas reco-

miendan, también para el hogar, pasarse a los termómetros digitales.

[...] Estas medidas se enmarcan a su vez en una política mundial establecida por la OMS; en la Unión Europea ya se prohibió el mercurio en termómetros médicos o domésticos. Por último y mientras tanto, si se rompe un termómetro en casa, para limpiar el mercurio conviene tomar precauciones que incluyen el uso de guantes y jeringas.

Fuente: Página/12, 13 de marzo de 2007.

- a) Averigua qué es la OMS y por qué a esta organización le preocupan temas como el expuesto. Podés recurrir a enciclopedias y a otras fuentes de información impresas, o bien a Internet.
- b) ¿Cuál es tu opinión con respecto a la promoción del uso de los termómetros digitales?
- c) Hace aproximadamente cincuenta años hubo un caso muy grave de contaminación por mercurio en la ciudad de Minamata (Japón). Allí murieron dos mil personas y más de veinte mil quedaron con lesiones. Averiguá cómo se produjo la contaminación.
- d) A fines de los años 70 hubo un caso de intoxicación por mercurio que afectó a varios bebés que usaban pañales reutilizables. Investigá a qué se debió la contaminación.
5. Algunos termómetros indican la temperatura mediante una aguja que se mueve solidaria con un dispositivo denominado "par bimetálico". Este par consiste en dos láminas planas y delgadas, firmemente unidas, de dos metales diferentes. Los metales se eligen de manera tal que, ante una variación en la temperatura, la dilatación térmica de cada uno sea muy diferente. Cuando el dispositivo se calienta, el par se curva en un sentido y mueve la aguja, y al enfriarse regresa a su posición original. Investigá en qué artefactos hogareños se aprovecha la dilatación de los metales para controlar su encendido.



Termómetro bimetálico.

6. En la historieta al inicio de este capítulo, el chico se toma la temperatura con un termómetro digital, que marca 98 grados.

- a) Ahora que conocés las escalas de temperatura, ¿cómo podés explicarlo?
- b) ¿Cuál es la temperatura corporal en grados Celsius, Fahrenheit y en la escala Kelvin?



## Hora de ir al laboratorio

Para aprender un poco más sobre el uso de los termómetros, te proponemos que realices la experiencia de la página 181.

# El equilibrio térmico

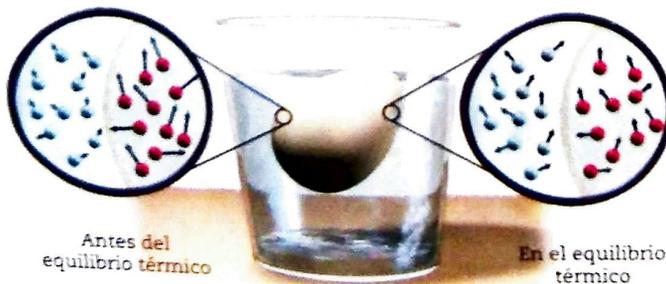
Para enfriar un huevo duro recién cocido, algunas personas lo dejan un rato dentro de un recipiente con agua de la canilla. Con eso no solo baja la temperatura del huevo, sino que también aumenta la del agua. Para que ambas cosas ocurran, el huevo debe entregar calor al agua. El modelo de materia presentado en la página 44 explica así el fenómeno: las partículas que constituyen el huevo tienen una agitación mayor que las del agua. Al ponerse en contacto unas con otras, las del huevo van perdiendo energía cinética y se la entregan a las partículas del agua, que de esta manera adquieren más energía cinética.

Ese proceso de circulación de energía entre los dos cuerpos es lo que hemos definido en este capítulo como "calor". En el caso que hemos presentado, el proceso se interrumpe cuando la temperatura del huevo es la misma que la del agua. Cuando ello ocurre, se alcanza una situación de estabilidad que recibe el nombre de **equilibrio térmico**.

**A** Cuando le ponés un cubito de hielo a la gaseosa, ¿podés decir que el cubito le entrega frío? ¿Cómo se alcanza el equilibrio térmico en este caso?



Con fuegos idénticos y durante un minuto, se calientan una cuchara con 4 g de agua y un clavo de 4 g. Ambos reciben igual cantidad de calor, pero la temperatura del agua termina siendo menor que la del clavo.



El equilibrio térmico se alcanza cuando todas las partículas que forman el huevo y las que constituyen el agua tienen la misma energía cinética.

# El calor específico

Nuestra experiencia nos muestra que hay materiales que, al recibir calor, aumentan lentamente su temperatura, en otros, frente a la misma cantidad de calor entregada el aumento de temperatura es más rápido y mucho mayor. Esto hace pensar que existe alguna característica propia del material que está relacionada con la capacidad de modificar en más o en menos su temperatura. Los científicos la llaman **calor específico**, y la definen como la cantidad de calor necesaria para producir un aumento de temperatura de  $1^{\circ}\text{C}$  en un material determinado. Para comparar el calor específico de dos materiales diferentes, hay que analizar cómo cambia la temperatura de cada uno cuando son calentados. De acuerdo con lo que hemos estudiado, para que la comparación sea válida deben cumplirse estas dos condiciones: la masa de cada material debe ser la misma, y la cantidad de calor entregado debe ser igual en ambos casos.

Veámoslo en una situación concreta: si se entrega la misma cantidad de calor a dos masas iguales, una de hierro y otra de aluminio, por ejemplo, puede observarse que la variación de temperatura experimentada por el hierro es el doble de la variación sufrida por el aluminio. Por lo tanto el valor del calor específico del hierro es la mitad del calor específico del aluminio.

El agua tiene un elevado calor específico: esto significa que en comparación con la mayoría de los materiales, al recibir calor cambia poco su temperatura. El calor específico del hielo es casi la mitad del calor específico del agua líquida. Los metales están en el otro extremo, sobre todo en el caso del mercurio la plata y el cobre: sus calores específicos son muy bajos y al recibir calor su temperatura se incrementa rápidamente.



## Autoevaluación

Me enfrento con un tema nuevo, leo el texto pero hay muchas cosas que no logro entender. El tema, sin embargo, me resulta atrayente. ¿Qué hago para llegar a comprenderlo?

- Lo leo dos o tres veces.
- Voy destacando las ideas que me parecen más importantes.
- Consulto las dudas con algún compañero.
- Le pregunto lo que no entiendo al docente.
- Busco alguna otra posibilidad. ¿Cuál podría ser?

# Las formas de propagación del calor

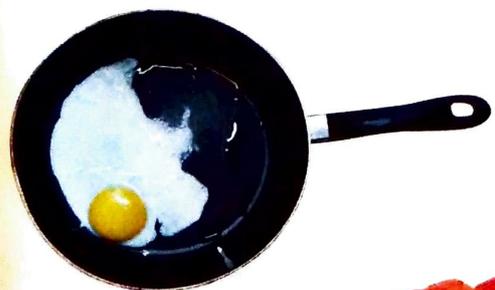
Cuando nos referimos al equilibrio térmico, señalamos que un cuerpo puede intercambiar calor con otro objeto, o con el ambiente. Los científicos distinguen tres formas de transmisión del calor, llamadas **formas de propagación del calor**, y son la conducción, la convección y la radiación.

## La conducción

Hasta no hace mucho, una gran parte de las ollas usadas para cocinar tenían asas de metal. Cuando se las retiraba de la hornalla, había que cubrir las asas con un repasador para evitar quemarse las manos. Las asas se calentaban pese a que no se encontraban en contacto con el fuego: el calor les llegaba desde el cuerpo de la olla, con el que sí estaban en contacto. Esta forma de transferencia del calor de un cuerpo a otro se llama **conducción**. Si el recipiente se dejaba al fuego por poco tiempo, solo se calentaban las partes de las asas más cercanas al cuerpo de este. Esto nos lleva a pensar que, durante la conducción, el calor "avanza" gradualmente por cada asa desde el punto de contacto con el cuerpo de la olla.

Para evitar recurrir al repasador, muchas ollas venían con sus asas cubiertas con agarraderas cilíndricas de madera. En las ollas actuales, las asas se construyen con materiales que casi no cambian su temperatura cuando el recipiente se pone a calentar.

Estas situaciones nos permiten diferenciar dos tipos de materiales: los que conducen el calor y los que dificultan su marcha. Los primeros se denominan **conductores térmicos**, y los otros, **aislantes térmicos**. Entre los materiales que son muy buenos conductores térmicos están los metales, sobre todo la plata, el cobre y el oro. Entre los aislantes térmicos se pueden mencionar la cerámica, el corcho, el telgopor, la lana, muchos plásticos y, sobre todo, el aire. Los líquidos suelen ser malos conductores térmicos.



El metal usado en el cuerpo de la sartén es un muy buen conductor térmico. El asa, en cambio, está construida con un aislante para no quemarse.



El aire es un muy buen aislante térmico. Los ladrillos huecos se valen de esta propiedad para mantener la temperatura del interior de la casa.

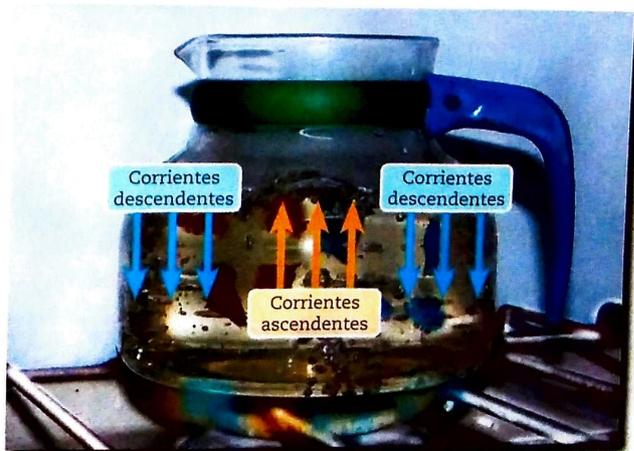
Los conductores térmicos se utilizan en distintos tipos de recipientes de cocina, en los radiadores de automóviles, en la parte inferior de las planchas y en otros elementos de uso doméstico e industrial. Los aislantes térmicos, además de usarse en asas y mangos para utensilios de cocina, se emplean en las paredes de las casas, en la confección de ropa de abrigo y en recubrimientos interiores de hornos.

## La convección

Hay otra forma de transferencia de energía térmica que es característica de los materiales líquidos y los gaseosos. Se la puede observar mediante un experimento sencillo, para el cual hay que conseguir un recipiente transparente que pueda ponerse al fuego. En su interior se vierte agua y unas cuantas pelotitas de papel de tamaño reducido. Al calentar el agua con las pelotitas, estas últimas comenzarán a moverse, pues serán arrastradas por **corrientes ascendentes y descendentes** que se establecen dentro del agua. Como se ve en una de las figuras de abajo, las corrientes transportan el calor desde la zona inferior hacia la superior. Estas corrientes solo se detienen cuando se llega al equilibrio térmico, es decir, cuando toda el agua se halla a la misma temperatura.

El proceso en el que se "transporta" el calor por medio de corrientes ascendentes y descendentes en el interior de un gas o un líquido se llama **convección**.

También es posible ver corrientes de convección sobre un motor encendido o encima de cualquier otra fuente de calor. Mirando a través de esa zona, las imágenes parecen temblar; el fenómeno se debe a que el aire caliente está ascendiendo. Los pilotos de parapentes, por ejemplo, aprovechan las corrientes de aire caliente ascendente de la atmósfera para ganar altura.



Las corrientes de convección que aparecen en líquidos y gases transfieren el calor desde la parte inferior hacia la superior.

## La radiación

Al igual que otras estrellas, el Sol está continuamente emitiendo energía en forma de luz visible y también de otros rayos que son invisibles. Cuando una parte de estos rayos es absorbida por la Tierra, provocan un aumento de su temperatura. Por esa misma razón, una moneda dejada al Sol también se calienta. Además, como resultado de esa absorción, tanto la Tierra como la moneda liberan parte de la energía que absorbieron en forma de un tipo de rayos invisibles, que se llaman **rayos infrarrojos**. La fotografía que se presenta en la página 44 ha sido obtenida con una película que no capta la luz visible, sino que es sensible a los rayos infrarrojos. Por eso las partes que aparecen de color rojo corresponden a las zonas en las que la emisión infrarroja es mayor.

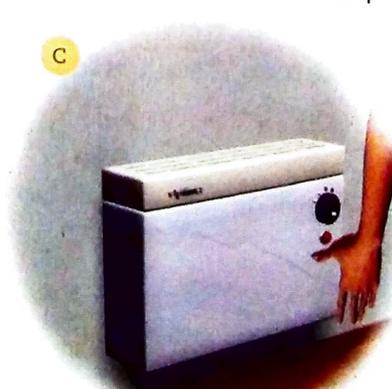
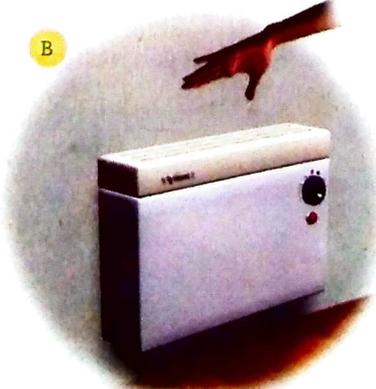
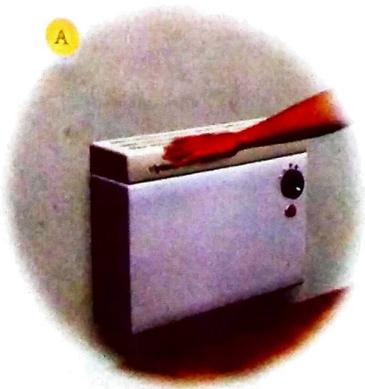
En nuestra experiencia cotidiana frecuentemente nos encontramos ante muchas otras fuentes de rayos infrarrojos, tales como una plancha, un motor en funcionamiento o un fuego encendido. ¿Cómo podemos darnos cuenta de que están emitiendo esos rayos? Sencillamente: al acercarnos a ellas, sin tocarlas, sentimos que “desprenden calor”. Esta forma de entregar calor se llama **radiación**. El caso de los rayos procedentes del Sol muestra que para que este fenómeno se produzca no es necesario que haya un medio entre la fuente emisora y el cuerpo que las recibe, pues en el espacio prácticamente hay vacío, es decir, ausencia de materia. Esta es una gran diferencia con las otras dos formas de transmisión del calor, ya que la conducción y la convección siempre requieren un medio material para ocurrir o, dicho de otro modo, no suceden en el vacío.

Cuando un cuerpo absorbe radiación, ¿a qué se debe el aumento de su temperatura? Para responder a esta pregunta, hay que volver a considerar el modelo de partículas. Hemos visto que el aumento térmico está relacionado con el incremento de la energía cinética de aquellas. En este caso, ¿de dónde proviene la energía ganada por las partículas? De la radiación absorbida por el cuerpo. Esto pone de manifiesto que la radiación es energía que “viaja”...

## Formas de transmisión combinadas

En la mayor parte de los casos, los cuerpos no transfieren calor de una única manera, sino que lo hacen de varias formas a la vez. Veamos: ya hemos explicado que el suelo terrestre se calienta cuando absorbe la radiación proveniente del Sol. Una parte del calor se transfiere por conducción al aire circundante que está en contacto con el suelo. Como resultado de ese calentamiento, se establecen corrientes ascendentes de convección dentro del aire.

Otro ejemplo conocido es el siguiente: imaginate que después de regar algunas macetas, apoyás en el suelo la manguera. Esta queda bajo el sol con restos de agua en su interior. Una hora después, cuando volvéis, notás que la manguera está caliente. ¿A qué se debe que esta haya aumentado su temperatura? La forma de transferencia de calor que participó de ese proceso es la radiación. Si decidís continuar con el riego, vas a notar que el primer chorro de agua que sale de la manguera también está caliente. ¿Qué forma de transferencia de calor intervino en el proceso de calentamiento del agua del interior de la manguera? Como el agua estaba en contacto con ella, el calor se transmitió por conducción.



Tal como muestra la figura, las formas de propagación del calor de una estufa pueden percibirse colocando una mano en distintos lugares. El calor de una estufa llega a nosotros por conducción (A), convección (B) o radiación (C).



## Hora de ir al laboratorio

Ahora que conocés las formas de propagación del calor, estás listo para realizar una experiencia para comprobar cómo los distintos materiales absorben la energía solar. Para eso, te proponemos que leas la propuesta de la página 182