

## Capítulo 4

# ENERGÍA, SU UTILIZACIÓN, TRANSMISIÓN Y OBTENCIÓN



Fig. 4.1 ¿Será posible utilizar unos pocos conceptos para describir cambios, independientemente de la naturaleza de ellos?

### 4.1 Introducción

En los epígrafes 1.2.1 y 1.2.2 del primer capítulo y en el capítulo anterior, hemos visto que todos los cuerpos conocidos del universo –desde los átomos hasta los cuerpos celestes– tienen su origen en el agrupamiento en distintas proporciones y formas de protones, electrones y neutrones. Estos dan lugar a los 92 elementos que, a su vez, forman los más de 4 millones de sustancias, naturales y artificiales, actualmente conocidas y los tres estados de agregación en que se hallan los cuerpos en nuestro planeta. De este modo, con unos pocos conceptos –protón, electrón y neutrón, molécula y átomo– puede ser descrita la estructura de numerosos sistemas, así como explicadas muchas de sus propiedades. A su vez, en el segundo capítulo, al estudiar un tipo particular de cambio, el movimiento, nos planteamos la pregunta: ¿Será posible formular algunos pocos conceptos e ideas que permitan explicar la gran variedad de movimientos que existe (epígrafe 2.3)? La respuesta fue afirmativa. Como vimos, esos conceptos son fuerza y masa, y las ideas, las leyes de Newton.

Así, tras una enorme diversidad de sistemas y movimientos hemos encontrado cierta unidad. Motivados por ello, intentaremos ahora ir más allá. Extenderemos la pregunta planteada en relación con el movimiento mecáni-

co a otros cambios: *¿Será posible utilizar unos pocos conceptos e ideas para describir los cambios, independientemente de la naturaleza de ellos?*

**A 4.1** Confecciona un listado de cambios que tienen lugar en nuestro planeta, naturales y producidos por los seres humanos, que consideres de importancia para la vida del hombre. Indica, en cada caso, qué es lo que cambia. ¿Habrá algo en común en los orígenes de dichos cambios?

En nuestro derredor tienen lugar modificaciones de muy diversa índole: variaciones de temperatura, formación de vientos, cambios de los estados de agregación de los cuerpos, elaboración de alimentos, transformación y producción de materiales, empleo de múltiples equipos, etc. Pese a la diferente naturaleza de estos cambios, el origen de todos ellos, frecuentemente, lo asociamos con la palabra *energía*.

**A 4.2** Ilustra mediante ejemplos concretos los cambios mencionados en el párrafo anterior del texto. Argumenta la afirmación de que el origen de los cambios está frecuentemente asociado a la palabra *energía*.

En efecto, en todos los cambios se pone en juego *energía*. Ella proviene del Sol, de los combustibles habituales, de los combustibles nucleares, del agua que se encuentra almacenada en las represas, de las reacciones químicas en el interior de pilas y baterías, de los alimentos que consumimos y el oxígeno del aire que respiramos, etc. Si no fuese por la *energía* que de muy diversas formas y diariamente se pone en juego, cesaría toda actividad de la sociedad, desaparecería la vida, finalizaría todo cambio en nuestro planeta.

**A 4.3** Desarrolla los ejemplos citados en el párrafo anterior del texto, relativos al origen de la *energía*.

**A 4.4** Argumenta la importancia que tiene el tema de la *energía* en la vida diaria y para la humanidad.

**A 4.5** Apoyándote en las cuestiones anteriormente discutidas, plantea preguntas en las que, en tu opinión, sería de interés profundizar durante el estudio del tema de la *energía*.

Después de reflexionar sobre los cambios y la *energía*, otras veces los estudiantes han considerado que sería de interés profundizar en cuestiones como las siguientes:

*¿Qué es energía? ¿En qué época surgió y se desarrolló dicho concepto? ¿Cuáles son los tipos principales de energía? ¿Cómo se utiliza? ¿Cómo se transmite? ¿De qué modo se obtiene? ¿Cómo ahorrar energía? ¿Cuáles son sus principales fuentes?*

**A 4.6** Indaga sobre la época en que se elaboraron las principales ideas acerca de la *energía* y sobre los científicos que las desarrollaron.

## 4.2 Energía y sus formas principales

**A 4.7** Intenta dar una respuesta inicial a la primera de las preguntas planteadas: ¿Qué es energía?

Resulta difícil expresar lo que es energía en unas pocas palabras. No obstante, teniendo en cuenta las situaciones analizadas anteriormente, pudiéramos decir que:

El concepto de *energía* caracteriza la capacidad de los sistemas para cambiar las propiedades de otros sistemas, o las suyas propias. Mientras mayor sea el cambio producido, mayor será la energía puesta en juego.

**A 4.8** Ilustra detalladamente, mediante ejemplos concretos, la caracterización de energía dada en el texto.

A lo largo del capítulo iremos enriqueciendo esta idea inicial acerca de lo que es energía. Por ahora, puntalicemos lo siguiente: La energía se pone de manifiesto a través de los cambios, pero si un sistema no origina transformaciones, no significa que no posea energía. Esto se hace evidente, por ejemplo, en los combustibles, los cuales pueden producir cambios o no en dependencia de cómo los utilizemos. A principios del siglo xx, Einstein demostró que, en realidad, cualquier cuerpo tiene una colosal cantidad de energía, solo que la mayor parte de ella no suele ponerse de manifiesto.

### 4.2.1 Diferentes formas de energía

**A 4.9** Reflexiona acerca de la capacidad de los sistemas para producir cambios. Intenta identificar unas pocas variedades o formas en que se presenta dicha capacidad (formas de energía).

Al analizar detenidamente el origen de múltiples cambios, podemos concluir que la capacidad de los sistemas para producirlos, o energía, se presenta en algunas formas básicas. Una de ellas está relacionada con el movimiento de los cuerpos y, por consiguiente, se denomina *energía de movimiento* o, más comúnmente, *energía cinética* ( $E_c$ ). En efecto, todo cuerpo que está en movimiento respecto a otros, tiene la capacidad de provocar alteraciones en ellos (fig. 4.2).

**A 4.10** Ilustra mediante ejemplos la realización de cambios provocados por el movimiento de unos cuerpos respecto a otros.



Fig. 4.2 Generación de electricidad aprovechando la energía cinética de los vientos.

**A 4.11** ¿Puede determinado cuerpo poseer energía cinética respecto a unos cuerpos y no poseerla respecto a otros? Argumenta tu respuesta.

**A 4.12** Indaga acerca del origen y significado del término “cinético”.

**A 4.13** De qué magnitudes dependerá la energía cinética de los cuerpos. Ilustra tus suposiciones mediante ejemplos de la vida. Planifica y lleva a cabo alguna actividad práctica para apoyar dichas suposiciones.

Señalemos que la energía cinética está asociada no solo al movimiento de los cuerpos como un todo, sino también al movimiento de las partes o elementos que lo constituyen. Por ejemplo, mientras mayor sea la temperatura de un cuerpo, o lo que es lo mismo, a mayor energía cinética promedio de los átomos y moléculas que lo forman, mayores serán las transformaciones que dicho cuerpo puede provocar en otros.

**A 4.14** Argumenta la afirmación de que mientras mayor sea la velocidad de los átomos y moléculas que forman un cuerpo, mayores serán los cambios que puede originar.

Hay situaciones en que un objeto está en reposo respecto a otro y, a partir de determinado momento, uno de ellos, o los dos, adquieren cierta velocidad, poniendo así de manifiesto que poseían energía o capacidad para producir cambios, en forma latente o potencial (fig. 4.3). El caso más común de esto es el de un cuerpo que sostenemos a cierta altura sobre el suelo. Basta con que lo soltemos para que adquiera cierta velocidad, e incluso se produzcan otras modificaciones, en el aire que lo circunda, en sí mismo y en el cuerpo con el que choca. Otro ejemplo de lo anterior, es el de un arpón en una pistola de caza submarina que está lista para disparar. Cuando se acciona el disparador, el arpón adquiere cierta velocidad y la pistola experimenta un retroceso, lo cual evidencia que

poseían energía. Esta segunda forma de energía, que tiene su origen en las fuerzas ejercidas entre dos o más objetos, se llama *energía potencial* ( $E_p$ ). Ella depende de dos factores: las fuerzas entre los cuerpos y las separaciones de ellos.



Fig. 4.3 Energía potencial debida a la interacción entre: a) un paracaidista y la Tierra; b) un arco y una flecha.

**A 4.15** Ilustra mediante ejemplos, la realización de cambios a partir de la energía potencial de dos o más cuerpos.

**A 4.16** ¿Puede un conjunto de dos o más cuerpos que no interactúan entre sí poseer energía potencial? Argumenta tu respuesta.

**A 4.17** Un tipo de energía potencial es la energía potencial “gravitatoria”, es decir, debido a la interacción de los cuerpos con la Tierra. ¿De qué magnitudes dependerá dicha energía? Ilustra tus suposiciones mediante ejemplos de la vida. Planifica y lleva a cabo alguna actividad práctica a fin de apoyar dichas suposiciones.

Como sabes, los átomos y moléculas que constituyen los cuerpos están en permanente movimiento, pero también se atraen entre sí. Por eso, además de energía cinética, tienen energía potencial. Puesto que entre los protones y neutrones que integran los núcleos de los átomos, también se ejercen fuerzas de atracción; ellos igualmente poseen energía de interacción. Son precisamente partes de esas energías las que se ponen en juego al “quemar” combustibles habituales y nucleares.

Hemos visto que los cuerpos como un todo pueden tener energía cinética y energía de interacción y, además, que también poseen energía asociada a las moléculas y átomos que los constituyen. Para diferenciar la energía del cuerpo como un todo de la que poseen sus moléculas y átomos, a esta última se le denomina *energía interna*.

**A 4.18** Detalla de qué se compone la energía interna de los cuerpos.

La otra forma básica en que se manifiesta la energía es la *radiación*. Un ejemplo de ella, sumamente importante para la vida en nuestro planeta, es la energía de la radiación solar. Como sabes, la radiación procedente del Sol se propaga por el espacio cósmico en todas direcciones e incide sobre los cuerpos celestes, entre ellos nuestro planeta, provocando importantes cambios (fig. 4.4). En realidad, la mayoría de los cambios que han ocurrido y ocurren en la Tierra, ya sean naturales o artificiales, tienen su origen último en la energía de la radiación solar: las variaciones de temperatura a lo largo del año, la evaporación del agua para luego caer en forma de lluvia, la formación de los vientos, la fotosíntesis de las plantas, la formación de los combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón, madera), el empleo de paneles solares, etc. Otros ejemplos de radiaciones, que también producen cambios de suma importancia para el hombre, son: las señales de radio y televisión, las radiaciones láser, los rayos X y los rayos gamma. Todas ellas son portadoras de energía y tienen la capacidad de producir cambios.



Fig. 4.4 La radiación solar provoca innumerables cambios, por ejemplo, en las plantas, en nuestra piel, en los productos en un secador.

**A 4.19** Argumenta la idea de que, incluso, la energía eléctrica que utilizamos diariamente procede de la radiación del Sol.

**A 4.20** Describe algunos de los cambios que provocan radiaciones como: las señales de radio y televisión, las radiaciones láser, los rayos X y los rayos gamma.

**A 4.21** Resume en un esquema o cuadro sinóptico, las formas básicas en que se presenta la capacidad para producir cambios, o energía.

## 4.2.2 Cálculo de la energía cinética y de la energía potencial gravitatoria

Como ya sabes, la capacidad de los cuerpos para provocar cambios debido a su movimiento, es decir, la energía cinética de ellos, depende de

dos magnitudes: velocidad y masa. En efecto, los científicos calculan la energía cinética de un cuerpo respecto a otro mediante la ecuación  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ , donde  $m$  es su masa y  $v$ , el valor de su velocidad relativa al cuerpo tomado de referencia. Por medio de la ecuación anterior, podemos determinar, por ejemplo, nuestra energía cinética relativa al suelo cuando caminamos. Así, para una persona de 70 kg que camina con velocidad de 1 m/s tenemos:  $E_c = \frac{1}{2} \cdot 70 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 35 \text{ joule}$  (35 J). El *joule* es una de las unidades más comúnmente empleadas para expresar cantidades de energía. Se denomina así en honor al físico británico James Prescott Joule (1818-1889), quien realizó trabajos fundamentales relacionados con la energía. Para obtener el resultado en *joule* se requiere expresar la masa en *kilogramo* y la velocidad en *metros sobre segundo*.

**A 4.22** Calcula las energías cinética respecto al suelo de: a) un ciclista común, b) un corredor de 100 m de alto rendimiento, c) un auto que se mueve por una carretera. Compara dichos valores de energía con el de una persona que camina normalmente.

**A 4.23** Determina la energía cinética de una pelota en un lanzamiento habitual de un pitcher.

Los átomos y moléculas que forman los cuerpos están en movimiento y, por tanto, poseen energía cinética. La masa de estas partículas es muy pequeña, debido a lo cual la energía cinética que por término medio le corresponde a cada una, también es muy pequeña. Pero el número de átomos o moléculas en los cuerpos es tan grande, que la energía cinética *total* es considerable. Por ejemplo, en condiciones habituales la energía cinética total de las moléculas contenidas en un litro de aire es, aproximadamente, 170 J. Este valor aumenta con el ascenso de la temperatura y disminuye con su descenso.

**A 4.24** En un litro de aire, para cada uno de los gases que lo integran, las moléculas tienen, en promedio, la misma energía cinética total. Considerando esto, razona por qué las moléculas de oxígeno poseen, en promedio, menor velocidad que las de hidrógeno.

En el subepígrafe anterior vimos que la energía potencial de dos o más objetos depende de dos factores: *fuerzas* y *separaciones* entre ellos. Un ejemplo de esto es la energía potencial del sistema formado por la Tierra y un cuerpo cerca de su superficie, la cual habitualmente se calcula mediante la ecuación  $E_p = mgh$ , donde  $m$  es la masa del cuerpo,  $g$ , la intensidad de la gravedad y  $h$ , la altura del cuerpo sobre la superficie de la Tierra. El producto  $mg$  representa, como ya conoces, la fuerza entre el cuerpo y la Tierra, y  $h$  es la distancia que lo separa de la superficie de esta. Cuando la masa del

cuerpo se expresa en kilogramo y la distancia a la superficie de la Tierra en metro, el resultado se obtiene en *joule*.

**A 4.25** Calcula la energía potencial gravitatoria de una persona que trabaja, a cierta altura, en un poste de la red eléctrica.

**A 4.26** Compara la energía potencial gravitatoria correspondiente a un cuerpo situado a cierta altura sobre la superficie de la Tierra, con dicha energía en caso que el cuerpo se encontrara a la misma altura sobre la superficie de la Luna.

**A 4.27** ¿De qué magnitudes dependerá la energía potencial de un arpón en una pistola de caza submarina de resorte? Argumenta tus suposiciones. Planifica y lleva a cabo alguna actividad práctica con un resorte para apoyar dichas suposiciones.

### 4.2.3 Transformación y conservación de la energía

Hemos visto que la energía se presenta en algunas formas básicas: *cinética* o debida al movimiento, *potencial* o debida a las interacciones y energía de *radiación*. La energía puede ser, además, relativa a los cuerpos como un todo, o *interna*, es decir, estar asociada a los átomos y moléculas que los constituyen. Por otra parte, las numerosas situaciones que hemos analizado ponen de manifiesto una regularidad: siempre que desaparece energía en una de sus formas, reaparece en otra. Examinemos algunos ejemplos más, a fin de precisar esta idea.

Cuando se lanza una pelota verticalmente hacia arriba, va perdiendo velocidad, hasta que finalmente esta se hace cero al alcanzar la altura máxima. En ese instante, su energía en forma de movimiento ha desaparecido; sin embargo, aparece en forma de energía potencial de la Tierra y la pelota, es decir, en forma de energía potencial gravitatoria. Durante la caída de la pelota ocurre el proceso inverso, la energía potencial va desapareciendo y al mismo tiempo apareciendo en forma cinética. La situación descrita ilustra un caso en que la energía de los cuerpos como un todo *se transforma* (cambia de forma), pasa de su forma cinética a su forma potencial y viceversa.

**A 4.28** Eleva un cuerpo a cierta altura sobre el suelo y, luego, déjalo caer. Determina el valor de su velocidad al llegar al suelo. Puntualiza las suposiciones que has tenido que hacer para resolver el problema. ¿Qué sucede con la energía al quedar el cuerpo en reposo en el suelo?

Supongamos ahora que la pelota es de goma y que la dejamos caer. Luego de repetidos choques con el suelo, queda en reposo (fig. 4.5). Esta vez, ambas formas de energía, cinética y potencial gravitatoria, desaparecen por completo. ¿Es que en este caso la energía no reaparece en ninguna

otra forma? Un análisis más detenido muestra que sí, tanto durante el descenso, como durante el ascenso, la pelota va desplazando cierta cantidad de aire, comunicándole movimiento. Por otra parte, cada vez que choca con el suelo, se comprime y después se dilata nuevamente. Si hiciéramos esto con nuestras manos repetidas veces, advertiríamos que, aunque ligeramente, la temperatura de la pelota se eleva. Es de esperar, pues, que al chocar con el suelo, su temperatura también se eleve, aunque por supuesto, aún más ligeramente. Ello significa que la energía cinética total de las moléculas que forman la pelota, aumenta algo. De este modo, al menos una parte de la energía desaparecida, reaparece, en particular en forma de energía cinética del aire a través del cual se mueve la pelota, y de las moléculas de esta. Un análisis todavía más cuidadoso, tal vez revelaría otras formas en que reaparece parte de la energía. Este ejemplo ilustra, además de las transformaciones de la energía, la *transmisión* de parte de ella a otros cuerpos, en este caso el aire.

**A 4.29** Se lanza un cuerpo sobre la mesa y, luego de recorrer cierta distancia, se detiene. Describe las transformaciones de energía que tienen lugar.

**A 4.30** Diseña y lleva a cabo una actividad, a fin de determinar, aproximadamente, la velocidad con que puedes lanzar una pelota verticalmente hacia arriba. Puntualiza las suposiciones que has tenido que hacer para resolver el problema. Analiza las principales fuentes de incertidumbre en el resultado obtenido.

Consideremos, por último, algunas transformaciones en las que interviene en primer plano la energía de radiación. En el subepígrafe 4.2.1 examinamos numerosos cambios relacionados con la radiación solar. Uno de los más comunes es simplemente la elevación de temperatura de los cuerpos cuando incide sobre ellos. En estos casos, tiene lugar una transformación de energía de radiación proveniente del exterior en energía interna de los cuerpos. Por otra parte, sabemos que también ocurre el proceso inverso: basta pasar cerca de una pared que ha estado varias horas expuesta a la radiación solar, para advertir la radiación en nuestra piel. Situaciones como la anterior ilustran la transformación de energía de radiación emitida por unos cuerpos en energía interna de otros y de energía interna en energía de radiación transmitida al exterior. Pero la cadena de transformaciones de energía iniciada por la radiación solar suele ser mucho más larga y compleja que la descrita. Tales son los casos, por ejemplo, del denominado ciclo del agua, de la formación de los vientos, de la fotosíntesis de las plantas. Te proponemos hacer un examen detallado de las transformaciones de energía que tienen lugar en estas situaciones.

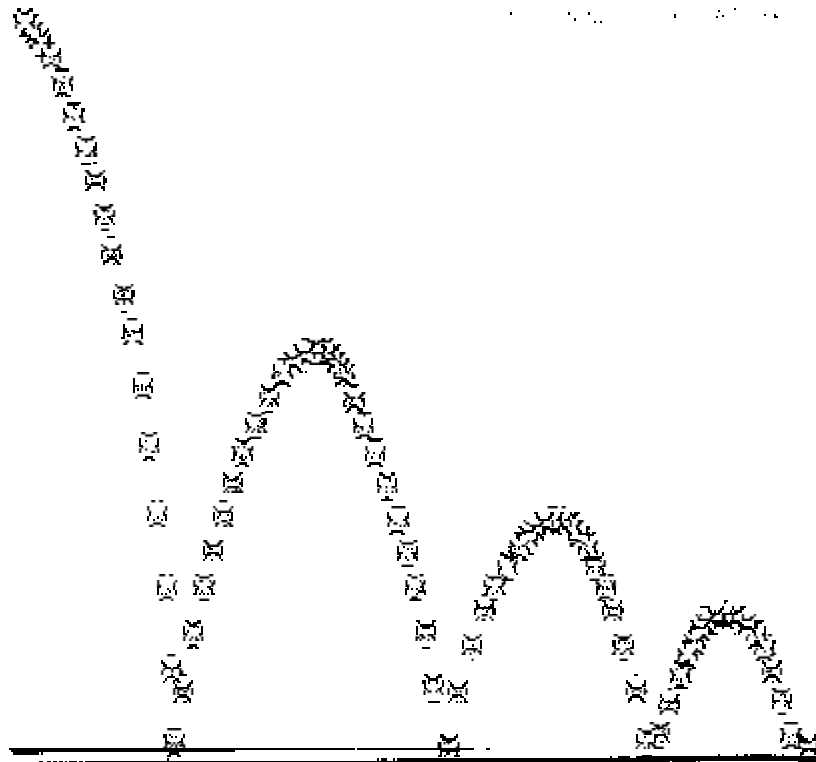


Fig 4.5 Luego de repetidos choques con el suelo la pelota queda en reposo.

**A 4.31** Sintetiza mediante un esquema la cadena de transformaciones de energía que tiene lugar en los siguientes casos: a) el ciclo del agua, b) la formación de vientos, c) la fotosíntesis de las plantas.

Pudiéramos, también, intentar ir más atrás en las cadenas de transformaciones consideradas en este epígrafe y preguntarnos: ¿De dónde proceden las energías de la pelota que se ha lanzado verticalmente hacia arriba, de la pelota que se ha elevado a cierta altura y de la propia radiación solar?

**A 4.32** Estima la energía que requiere una persona para subir cuatro pisos por unas escaleras. ¿Por qué podemos afirmar que dicho valor es superior al de su energía potencial al llegar al cuarto piso?

El análisis realizado en este epígrafe puede ser resumido del modo siguiente:

La energía cambia constantemente de forma, se transmite de unos sistemas a otros, pero no desaparece.

Esta conclusión constituye parte del contenido de una de las leyes fundamentales relativas a la naturaleza: la *ley de transformación y conservación de la energía*.

**A 4.33** Explica desde el punto de vista de la energía, por qué en una pendiente el consumo de combustible de un camión es mayor durante la subida que durante la bajada.

### **4.3 ¿Mediante qué vías se transforma y transmite la energía?**

En los apartados anteriores se han respondido, parcialmente, dos de las preguntas planteadas en la introducción de este capítulo: *¿Qué es energía?* y *¿Cuáles son sus tipos principales?* También empezamos a responder la pregunta *¿Cómo se utiliza?* Ahora la cuestión básica será: *¿De qué modos se transforma y transmite la energía?*

Durante el estudio de este capítulo has analizado numerosas situaciones desde el punto de vista de la energía. A partir de ellas no te será difícil identificar las siguientes vías, mediante las cuales se transforma y transmite: aplicación de fuerzas, calentamiento, radiación. A continuación, examinamos cada una de ellas más detalladamente.

**A 4.34** Describe ejemplos de transformación y transmisión de energía mediante cada una de las vías mencionadas en el texto.

#### **4.3.1 Trabajo**

Para la realización de sus labores, el hombre primitivo empleaba herramientas simples (hacha, arco y flecha, arado, etc.) y la fuerza de sus músculos. Después, hace unos 5 000 años, comenzó a utilizar la fuerza ejercida por animales. Se estima que a mediados del siglo XIX, más del 90 % del trabajo aún era realizado por hombres y animales. Luego, para aplicar fuerzas empezó a valerse cada vez más ampliamente de máquinas que emplean combustibles, como las de vapor y los motores de combustión. Por consiguiente, históricamente el trabajo estuvo vinculado con la *utilización de energía* –ya sea de hombres, animales o combustibles– y la *aplicación de fuerzas* (fig 4.6). Esta noción de trabajo se extendió a la ciencia.

Trabajo es el proceso en el cual se transforma y transmite energía mediante la aplicación de fuerzas.

**A 4.35** Desde la antigüedad, para aumentar o disminuir la fuerza aplicada y variar su dirección, el hombre se ha valido de ciertos dispositivos denominados “máquinas sim-



Fig. 4.6 ¿Qué es el trabajo?

ples”: palanca, plano inclinado, polea, torno. Describe ejemplos concretos de utilización de dichos dispositivos.

Es necesario aclarar que desde el punto de vista de la ciencia, se realiza trabajo no solo cuando el hombre, directamente o valiéndose de animales y máquinas, origina transformaciones de energía a fin de producir algo. Igualmente se realiza durante la caída de un cuerpo desde cierta altura, o cuando en un televisor, los electrones son acelerados hacia su pantalla. En estos casos también se transforma o transmite energía por medio de la aplicación de fuerzas.

**A 4.36** Describe ejemplos diferentes a los del texto en que se transforme o transmita energía mediante trabajo.

**A 4.37** Analiza las siguientes situaciones y decide en cuáles se realiza trabajo: a) se lanza un bloque sobre la superficie de una mesa horizontal y, al cabo de cierto tiempo, se detiene; b) un bloque se encuentra en reposo apoyado sobre una mesa; c) se levanta una maleta desde el piso hasta cierta altura; d) se eleva la temperatura de un cuerpo a la llama de un mechero; e) la Tierra se mueve alrededor del Sol; f) un cuerpo está cayendo desde cierta altura; g) se golpea con un martillo un pedazo de metal y este eleva su temperatura; h) un bloque se mueve sobre una mesa horizontal sin fricción con velocidad constante; i) un cuerpo de metal colocado al sol eleva su temperatura; j) una maza choca con una pared y la destruye.

El análisis de múltiples situaciones pone de manifiesto que para la realización de trabajo se requiere que los puntos donde están aplicadas las fuerzas se desplacen. Por otra parte, mientras mayores sean las fuerzas y los desplazamientos, mayor será la energía transformada o transmitida y, en consecuencia, el trabajo realizado. Por eso, en algunos casos elementales, los científicos determinan la energía transformada o transmitida por medio de la aplicación de fuerzas, es decir, mediante trabajo, empleando la ecuación  $W = F \cdot d$ , donde  $W$  (inicial de la palabra *work*, que significa trabajo en idioma inglés) representa el trabajo,  $F$ , la fuerza aplicada y  $d$ , el desplazamiento de su punto de aplicación.

**A 4.38** Apoya mediante ejemplos diferentes al del texto, la afirmación de que mientras mayores sean la fuerza aplicada y el desplazamiento de su punto de aplicación, mayor será el trabajo realizado.

**A 4.39** En las pruebas deportivas de lanzamiento (bala, disco, jabalina, martillo), la fuerza que puede aplicarse es limitada. Intenta argumentar, utilizando la ecuación para el cálculo del trabajo mecánico, qué debe hacerse para lograr una mayor energía cinética del cuerpo que se lanza. Analiza dicho argumento en el caso concreto de algunas de las modalidades de lanzamiento.

**A 4.40** Se lanza un bloque sobre una mesa horizontal y luego de recorrer cierta distancia, se detiene. Auxiliándote de la ecuación  $W = F \cdot d$ , determina la velocidad con que fue lanzado el bloque. Sugerencia: puedes determinar la fuerza de fricción entre el bloque y la superficie de la mesa empleando un dinamómetro. Analiza las principales fuentes de error en el resultado obtenido. ¿Pudiera emplearse un procedimiento similar para determinar la velocidad que llevaba un vehículo antes de frenar bruscamente?

En los dos subepígrafos siguientes, examinaremos otras vías mediante las cuales es posible variar la energía interna de los cuerpos sin necesidad de aplicar fuerza sobre ellos.

### 4.3.2 Calentamiento o calor

Desde épocas muy remotas, para producir cambios, los hombres utilizaron no solo fuerzas, sino también el *calentamiento*, en particular mediante el fuego, primero para cocinar los alimentos y más tarde para forjar y fundir metales (fig. 4.7). Posteriormente, el calentamiento ha sido empleado para realizar trabajo con ayuda de máquinas de vapor y turbinas de vapor.

**A 4.41** Indaga acerca de la época en que los seres humanos comenzaron a: a) utilizar el fuego, b) forjar y fundir metales, c) emplear máquinas y turbinas de vapor.

La experiencia muestra que al poner en contacto dos cuerpos que tienen diferentes temperaturas, la de uno disminuye y la del otro aumenta. Esto sugiere que durante el calentamiento, se transmite energía de los átomos o moléculas de un cuerpo, a los de otro. Al calentar un cuerpo, puede aumentar la energía cinética de sus partículas (elevar su temperatura), la energía potencial de ellas (cambiar su estado de agregación) o ambas cosas. El calentamiento conduce, en general, a una elevación de la energía interna de los cuerpos.

Llamaremos *calentamiento o calor* al proceso mediante el cual se transmite energía de cierto cuerpo a otro (o de una parte a otra del mismo cuerpo), que tiene distinta temperatura, por medio de sus átomos y moléculas. Es un modo de variar la energía interna de los cuerpos sin aplicar fuerzas sobre ellos.



Fig. 4.7 Para producir cambios los hombres utilizaron no solo fuerzas, sino también el calentamiento.

**A 4.42** Ilustra mediante una representación esquemática, la transmisión de energía que tiene lugar al poner en contacto dos cuerpos con diferentes temperaturas.

**A 4.43** Describe e ilustra mediante ejemplos, en qué consisten el calentamiento por conducción y el calentamiento por convección.

**A 4.44** Suspende un cilindro metálico por medio de una banda de papel. Coloca el cilindro así suspendido, en la llama de una hornilla y observa lo que ocurre. Repite la experiencia, pero esta vez, utilizando un cilindro de madera. ¿Cómo se explica lo observado?

**A 4.45** ¿Por qué el congelador se sitúa en la parte superior de los refrigeradores?

El calentamiento puede dar lugar a cambios en los estados de agregación de los cuerpos, al desplazamiento de ellos (como en las máquinas y turbinas de vapor), o a otros efectos. Pero el caso más simple de calentamiento es aquel en que se produce solo una variación de temperatura del cuerpo. ¿De qué factores dependerá la variación de temperatura en este caso? Para concretar la situación consideremos el calentamiento del agua de un recipiente.

La experiencia cotidiana muestra que la elevación de la temperatura del agua depende de la energía que se le transmite y de su masa. La forma más simple de estas dependencias puede ser expresada matemáticamente como sigue:  $\Delta T = Q/m$ , donde  $\Delta T$  es la variación de temperatura,  $m$ , la masa de agua y  $Q$ , la energía transmitida. De la ecuación anterior se desprende que la energía transmitida al agua es  $Q = m\Delta T$ .

**A 4.46** Argumenta, desde el punto de vista de la estructura atómico-molecular de los cuerpos, la idea de que la variación de temperatura de un cuerpo depende de la energía que le transmitimos y de su masa. Apoya dicha idea con ejemplos de la vida cotidiana.

**A 4.47** Teniendo en cuenta la ecuación  $Q = mDT$ , planifica y lleva a cabo un experimento para determinar cuál de dos hornillas (por ejemplo, una de gas y otra eléctrica, o una de gas de la calle a distintas horas del día) transmitirá mayor cantidad de energía al agua de un recipiente.

Supongamos que en un jarro se tienen dos litros de agua, es decir, 2 kg, y que al calentarla en una hornilla su temperatura se eleva de 25 °C a 100 °C. De acuerdo con la ecuación anterior, la energía transmitida al agua por la hornilla será  $Q = 2 \text{ kg} \cdot 75 \text{ °C} = 150$  kilocaloría (150 kcal). La *caloría* y la *kilocaloría*, junto con el *joule*, son unidades de energía ampliamente utilizadas. La kilocaloría es mil veces mayor que la caloría, por eso, el resultado anterior también puede expresarse como 150 000 cal. Si en la ecuación precedente la masa se expresa en *gramo*, el resultado se obtiene en *caloría*, en cambio, si se expresa en kilogramo, se obtiene en *kilocaloría*.

**A 4.48** Determina en kilocalorías (kcal), aproximadamente, la cantidad de energía que hace falta para: a) preparar una taza de café “instantáneo”, b) preparar un cubo con agua tibia. ¿Serán estas cantidades de energía iguales a las que en cada caso se ponen en juego en la hornilla? Argumenta tu respuesta.

**A 4.49** Planifica y lleva a cabo un experimento para estimar la cantidad de energía que transmite la hornilla de la cocina de tu casa, por ejemplo, en 1 minuto.

Cabe preguntarse: ¿Qué relación existe entre el *joule* y la *caloría*? Inicialmente la energía transmitida a un cuerpo mediante trabajo, es decir, aplicando fuerzas, se medía en *joule*, mientras que la transmitida por calentamiento se medía en *caloría*. Joule determinó la equivalencia entre ambas unidades de medición de la energía. En uno de sus experimentos elevó la temperatura de cierta cantidad de agua haciendo mover dentro de ella unas paletas, es decir, realizando trabajo, y encontró que 1 J produce la misma elevación de temperatura que 0,24 cal, o la inversa, que 1 cal produce igual elevación de temperatura que 4,2 J. De acuerdo con esto, la energía transmitida a los dos litros de agua del ejemplo anteriormente examinado en el texto, puede expresarse, indistintamente, como 150 000 cal, o 630 000 J. Como puedes apreciar, esta es una energía considerablemente grande.

**A 4.50** Expresa en joule la cantidad de energía necesaria para: a) preparar una taza de café instantáneo, b) preparar un cubo con agua tibia. ¿A qué altura sobre el piso podría elevarse un cuerpo de 20 kg con tales energías?

Para evaluar la energía transmitida mediante calentamiento, hemos empleado agua y la ecuación  $Q = m\Delta T$ . ¿Podría utilizarse esta misma ecuación si la sustancia no fuese agua? Los experimentos muestran que no. Resulta que todas las sustancias no elevan su temperatura con la misma facilidad. Así, por ejemplo, al *transmitir iguales cantidades de energía* a idénticas masas de agua y aceite vegetal, la temperatura del aceite se eleva aproximadamente el doble que la del agua. Esto significa que la ecuación ofrecería un valor para el agua y otro distinto para el aceite, pese a que las cantidades de energía transmitidas son iguales. A fin de obtener el resultado correcto en el caso del aceite, la ecuación debe escribirse  $Q = 0,5 m\Delta T$ .

**A 4.51** Argumenta por qué en el caso del aceite, la cantidad de energía invertida en elevar su temperatura debe calcularse mediante la ecuación  $Q = 0,5 m\Delta T$  y no  $Q = m\Delta T$ .

En general, para evaluar la energía transmitida a un cuerpo cuando solo varía su temperatura, se utiliza la ecuación:

$$Q = cm\Delta T$$

donde  $c$  es un coeficiente denominado *calor específico*, el cual depende del material.

*Calor específico* es la magnitud que caracteriza la propiedad de los materiales de variar su temperatura en mayor o menor grado al transmitirles energía en forma de calentamiento.

En la tabla 4.1 se muestran los valores de calor específico de algunos materiales. El agua es una de las sustancias que requiere mayor energía para elevar su temperatura.

**A 4.52** ¿Cuál de las sustancias relacionadas en la tabla de calores específicos varía su temperatura con mayor facilidad? Argumenta tu respuesta.

**A 4.53** Teniendo en cuenta el concepto de calor específico, explica por qué el agua es el líquido más conveniente para el enfriamiento de los motores de los automóviles?

### 4.3.3 Radiación

La tercera vía mediante la cual se transmite energía de un cuerpo a otro, es la radiación. Ella es emitida en un lugar y absorbida en otros. A diferencia del *trabajo* y el *calentamiento*, la transmisión de energía por *radiación* no requiere que los cuerpos entren en contacto directo o que se comuniquen mediante algún otro cuerpo. La velocidad de propagación de

la radiación electromagnética es muy grande, en el vacío y en el aire aproximadamente 300 000 km/s y en otros medios solo algo menor.

Tabla 4.1  
CALORES ESPECÍFICOS DE ALGUNAS SUSTANCIAS

Sustancia	$c$ (kcal/kg °C)	$c$ (J/kg °C)
Agua	1,00	4 200
Queroseno	0,51	2 100
Aceite vegetal	0,48	2 000
Aluminio	0,22	920
Vidrio de laboratorio	0,20	840
Hierro	0,11	460
Cobre	0,09	380
Plomo	0,03	140

**A 4.54** Ilustra mediante un dibujo esquemático la transmisión de energía mediante radiación.

**A 4.55** Precisa algunas diferencias entre la transmisión de energía mediante trabajo y calentamiento, y su transmisión por radiación.

**A 4.56** Ejemplifica algunos tipos de radiación.

**A 4.57** Cuando estamos a la sombra de una nube y de pronto esta deja pasar la luz del Sol, inmediatamente percibimos una sensación de calor en nuestra piel. Discute la posibilidad de que en este caso, la elevación de temperatura se haya producido por conducción o convección.

Los tipos de radiación dependen de los objetos que las emiten. Así, por lo general, las radiaciones utilizadas en las comunicaciones (ondas de radio y televisión, microondas), son emitidas por electrones que se mueven en las antenas; las denominadas infrarrojas o térmicas (cuyo efecto principal es la elevación de temperatura) son generadas por átomos y moléculas en movimiento térmico; las luminosas (visibles o luz) se deben a los electrones de las capas más externas de los átomos; las radiaciones ultravioletas y los rayos X, a los electrones de capas más internas; por su parte, las radiaciones gamma, radiactivas y cósmicas tienen su origen en procesos que ocurren en los núcleos de los átomos. Con frecuencia, las radiaciones, y con ellas la energía que portan, son absorbidas por objetos similares a los que le dieron origen. Por ejemplo, la radiación infrarroja comunica energía de movimiento a los átomos y moléculas, elevando la temperatura de los cuerpos, mientras que las luminosas, las ultravioletas y los rayos X, la transmiten a los electrones que forman dichos átomos y moléculas. A su vez, estas radiaciones no son absorbidas por los núcleos de los átomos, en tanto que las radiaciones gamma sí.

**A 4.58** Resume en un esquema o cuadro, la relación que existe entre los diferentes tipos de radiación y los objetos que por lo general los emiten y absorben.

**A 4.59** ¿Qué tipos de radiaciones han sido utilizadas por el hombre desde épocas remotas?

**A 4.60** Indaga acerca de la época en que se descubrieron las radiaciones utilizadas en las comunicaciones (radiaciones electromagnéticas), los rayos X y los rayos gamma.

**A 4.61** Menciona ejemplos de la vida diaria donde se ponen de manifiesto los distintos tipos de radiación mencionados en el texto y los usos que el hombre hace de ellos.

**A 4.62** Indaga acerca de las radiaciones que pueden resultar particularmente perjudiciales para la salud de los seres humanos y los efectos que ellas producen.

Todos los cuerpos que nos rodean, constantemente están emitiendo y absorbiendo radiaciones, fundamentalmente infrarrojas y luminosas. La facilidad para emitir y absorber tales radiaciones depende de ciertas características de ellos. Por ejemplo, mientras más elevada sea su temperatura, mayor es la cantidad de energía que emiten; por otra parte, un cuerpo cuya superficie es plateada absorbe y emite radiación peor que otro cuya superficie se ha cubierto con “negro de humo” (fig. 4.8).

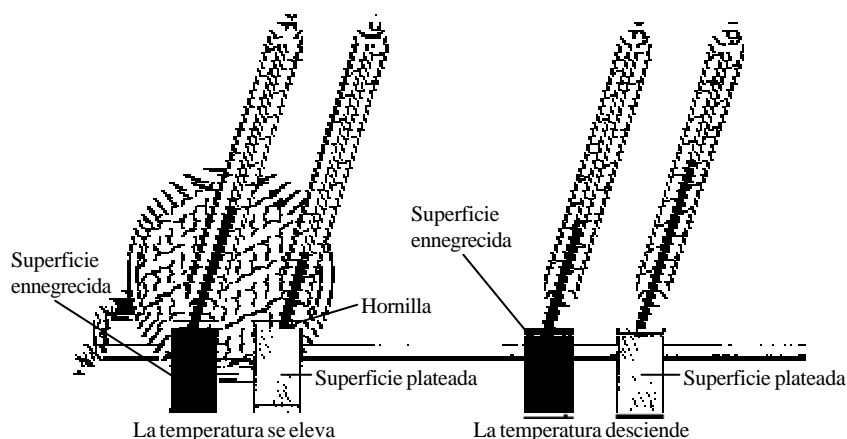


Fig. 4.8 El cuerpo ennegrecido absorbe o emite las radiaciones con más facilidad y, en consecuencia, su temperatura aumenta o disminuye más rápidamente.

**A 4.63** ¿Por qué en verano es más conveniente utilizar ropa clara que oscura?

**A 4.64** Los techos de algunas casas, están recubiertos con un papel plateado. ¿Qué objetivo tiene esto?

El tipo de radiación emitida por los cuerpos depende también de ciertas características: temperatura, material de que están formados, etc. Así, a temperatura ambiente e incluso a varios cientos de grados, la radiación

no es visible; sin embargo, con la elevación de temperatura pueden emitir no solo radiación infrarroja, sino también luminosa. Cuando la temperatura de la espiral de una hornilla eléctrica o de un pedazo de acero calentado a la llama de un soplete sobrepasa los 500 °C, comenzamos a percibir una radiación roja; hacia los 900 °C, el rojo se torna más brillante (rojo vivo). Si la temperatura del cuerpo es de miles de grado, la radiación que vemos es amarilla e incluso blanca. Los filamentos de las lámparas de incandescencia tienen una temperatura que oscila entre 1 800 °C y 2 600 °C; la temperatura de las capas externas del Sol (que son las visibles) es de unos 6 000 °C.

**A 4.65** ¿Qué temperatura es de esperar que tenga el filamento del bombillo de una linterna cuando la accionamos? ¿Por qué el bulbo del bombillo apenas se calienta?

La radiación es la principal vía mediante la cual se transmite energía de unos lugares a otros a escala de todo el universo. En particular, sin la radiación procedente del Sol, como ya conoces, sería imposible la vida en nuestro planeta. En el interior profundo del Sol y de otras estrellas, donde las temperaturas son de más de 10 millones de grados, ocurren procesos nucleares, principalmente, la formación de helio a partir de hidrógeno. Ello da lugar a la transformación de energía interna de los núcleos de estos átomos en energía de radiación, fundamentalmente de radiación gamma. Dicha radiación no sale del Sol, ya que es absorbida por capas más exteriores. De él emanan, ante todo, radiaciones infrarrojas, luminosas y ultravioletas. Cada segundo, el Sol transmite al espacio  $3,8 \cdot 10^{26}$  J de energía en forma de radiación. Solo una ínfima parte de esta colosal cantidad de energía, llega a nuestro pequeño planeta.

Alrededor del 30 % de la radiación solar que incide sobre la Tierra, es reflejada (devuelta), sobre todo por las nubes, las zonas de nieve y hielo, y los desiertos. La otra parte es absorbida por la atmósfera, las aguas y tierras, y las plantas. Una buena parte de esta energía se invierte en la evaporación de agua. En Cuba, cada centímetro cuadrado de superficie horizontal de suelo recibe diariamente, como promedio, unos 1 800 J de energía en forma de radiación solar. Por supuesto, el valor correspondiente a determinado día depende de la época del año, de la nubosidad y de otros factores.

**A 4.66** Indaga sobre la absorción por la atmósfera terrestre de parte de la radiación ultravioleta que procede del Sol.

**A 4.67** Determina la cantidad de energía que diariamente recibe cada metro cuadrado de suelo cubano en forma de radiación solar. Calcula a cuántos kilogramos de petróleo

equivale dicha cantidad. (De cada kilogramo de petróleo pueden obtenerse alrededor de 48 000 000 J.)

**A 4.68** Estima la cantidad de energía que procedente del Sol llega cada día a suelo cubano. ¿A cuántas toneladas métricas de petróleo equivale? (Una tonelada métrica es equivalente a 1 000 kg.)

## 4.4 ¿De qué modo y de dónde se obtiene la energía?

### 4.4.1 Obtención de energía útil

Parte de la energía que utilizamos diariamente es obtenida directamente mediante la *combustión* de ciertas sustancias. Así, para tibar agua, hervirla, o preparar los alimentos, la mayoría de nosotros emplea simplemente la llama originada por la combustión de gas o queroseno. Cabe señalar que no toda la energía puesta en juego durante la combustión es *útil*, cierta cantidad inevitablemente se invierte en elevar la temperatura del aire circundante y de la propia hornilla, aunque ese no sea nuestro deseo. Aquella parte de la energía empleada en producir otros cambios diferentes a los que nos hemos propuesto se denomina *energía disipada*.

**A 4.69** Trata de exponer con tus palabras el significado de los términos energía útil y energía disipada. Auxíliate de un diccionario para esclarecer el significado de los adjetivos “útil” y “disipada”.

Muchas veces, la energía útil que necesitamos no es térmica, sino cinética, o de movimiento. Tal es el caso de los medios de transporte y de las piezas de las maquinarias empleadas en múltiples labores. En estos casos, primero suele obtenerse energía térmica a partir de la combustión y luego, parte de ella, se transforma en energía cinética. Ilustremos esto con ayuda de un experimento simple.

Se calienta, mediante un mechero de alcohol, un tubo de ensayo que contiene un poco de agua y se ha cerrado con un tapón de goma (fig. 4.9a). Al poco tiempo, el tapón sale despedido (fig. 4.9b). Parte de la *energía térmica* de la llama se transmite al agua del tubo de ensayo elevando su temperatura. Luego, cuando el agua hierve, la energía que se le transmite se invierte en hacerla cambiar de estado. Finalmente alcanzamos nuestro propósito: una parte de la energía es transformada en *energía cinética del tapón*. En el experimento descrito, la proporción de energía útil respecto a la energía inicial puesta en juego, es todavía menor que cuando nos proponíamos simplemente elevar la temperatura del agua de un recipiente.

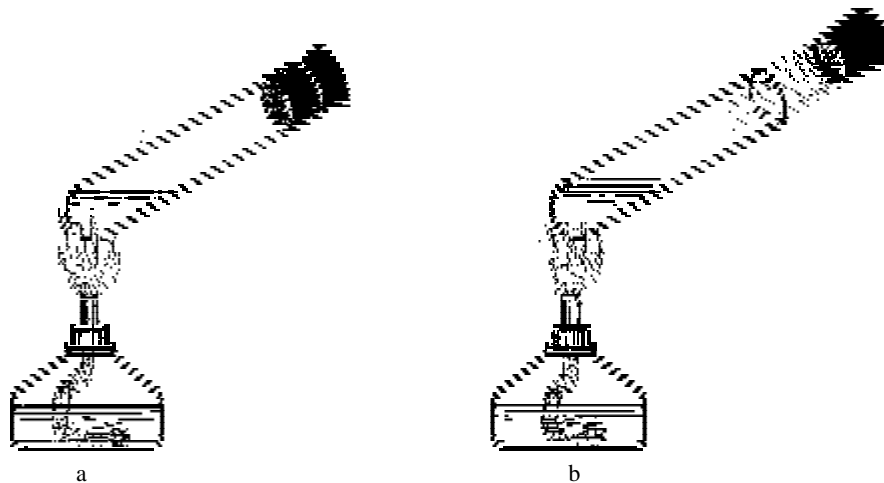


Fig. 4.9 Parte de la energía del vapor es transformada en energía cinética del tapón.

**A 4.70** Argumenta detalladamente por qué en el experimento anteriormente descrito, la energía útil es mucho menor que la energía inicial puesta en juego.

El experimento de la figura 4.9 ilustra el principio general de funcionamiento de todas las *máquinas térmicas* (máquinas de vapor, turbinas de vapor, motores de combustión interna): transformación mediante combustión de energía potencial interna en energía térmica y de esta en energía cinética. Mediante máquinas térmicas funcionan los vehículos automotrices y se obtiene la mayor parte de la energía eléctrica que utilizamos en nuestro país.

**A 4.71** Indaga acerca del funcionamiento de la máquina de vapor, así como sobre la época en que se inventó y la repercusión histórica que tuvo.

**A 4.72** Indaga acerca del funcionamiento de las turbinas de vapor y de los motores de combustión interna, así como sobre la época en que se inventaron.

En las situaciones descritas anteriormente, la energía útil es obtenida mediante combustión (de gas, keroseno, alcohol, etc.). Cabe pues preguntarse: ¿Y de dónde procede la energía que se origina durante la combustión?

Las moléculas de los combustibles comunes reaccionan con las del oxígeno del aire, dando lugar a moléculas diferentes. Un ejemplo muy simple de esto es la reacción de combustión del carbono puro:  $C + O_2 = CO_2$ . Cuando los átomos de las moléculas iniciales se reagrupan en moléculas de dióxido de carbono, disminuye la energía potencial de ellos. Esta energía potencial perdida aparece, fundamentalmente, en forma de energía de mo-

vimiento de las moléculas y de energía de radiación. Así, en la combustión anterior, por cada gramo de carbono se invierten 2,7 g de oxígeno, con lo cual se transforman alrededor de 400 millones de joule (94 250 kcal) de energía potencial interna en energía térmica y de radiación.

**A 4.73** Sintetiza en un esquema las transformaciones de energía que tienen lugar, al obtener energía cinética mediante combustión.

**A 4.74** Menciona ejemplos de combustibles frecuentemente empleados para obtener radiación, en particular luminosa.

**A 4.75** Describe, con ayuda de un dibujo esquemático en el cual representes las moléculas y átomos, la reacción de combustión del carbono con el oxígeno.

**A 4.76** Para la combustión de 1 g de carbono se requieren unos 2 L de oxígeno. Si se sabe que en determinado volumen del aire que nos rodea, el oxígeno ocupa el 21 %, calcula el volumen de aire necesario.

#### 4.4.2 Eficiencia energética y potencia

Dos conceptos de gran importancia en los procesos de obtención de energía útil, en particular en el funcionamiento de las máquinas térmicas, son *eficiencia energética* y *potencia*.

El concepto de *eficiencia energética* caracteriza la proporción de *energía útil* obtenida en determinado proceso (“salida” del sistema), respecto a la *energía inicial* puesta en juego (“entrada” al sistema). Mientras mayor sea dicha proporción y menor la de energía disipada, mayor será la eficiencia del proceso. En la tabla 4.2 se relacionan los valores aproximados de la eficiencia energética de algunos sistemas.

Tabla 4.2  
**EFICIENCIA ENERGÉTICA DE ALGUNOS SISTEMAS**

Sistema	Eficiencia energética (%)
Primera máquina de vapor	0,2
Máquina de vapor de finales del s. XIX	17
Cuerpo humano	25
Motor de combustión interna de gasolina	25
Motor de combustión interna diésel	35
Turbina de vapor de termoeléctrica	40
Turbina de hidroeléctrica	85
Bicicleta	95

**A 4.77** ¿A qué crees tú que se deba la baja eficiencia de las máquinas térmicas (máquinas de vapor, motores de combustión, turbinas de vapor) en comparación con las turbinas de las centrales hidroeléctricas?

**A 4.78** ¿Cómo entender el concepto de eficiencia energética en el caso del cuerpo humano? ¿Cómo pudiera calcularse su valor? Interpreta en este caso los términos de “entrada” y “salida.”

**A 4.79** Indaga acerca del invento de la rueda. ¿Por qué su utilización ha permitido elevar enormemente la eficiencia energética de los medios de transporte terrestres?

Los procesos de obtención de energía útil se diferencian no solo por su mayor o menor eficiencia, sino también por la rapidez con que tienen lugar. Por ejemplo, en igual intervalo de tiempo, un motor grande sube hasta cierta altura mayor cantidad de agua que otro pequeño; un automóvil, cuyo acelerador se presiona más, aumenta su velocidad más rápidamente; una hornilla de gas con su válvula bien abierta, calienta el agua de una olla en menor tiempo; etcétera.

*Potencia (P)* es la magnitud que caracteriza la rapidez con que se transforma o transmite la energía. Para calcularla se halla la razón entre la energía transformada o transmitida (*E*) en determinado intervalo de tiempo (*t*) y dicho intervalo ( $P = E/t$ ).

La unidad de potencia, joule/segundo (*J/s*), se denomina *watt* y se designa con la letra *W* en honor a James Watt (1736-1819), ingeniero escocés, quien introdujo numerosas mejoras a la máquina de vapor, dirigidas a elevar su eficiencia y potencia.

En la tabla 4.3 se dan los estimados de potencia de algunos sistemas de interés.

**A 4.80** ¿Qué significa la afirmación de que la potencia de una lámpara fluorescente es de 20 W?

Tabla 4.3  
VALORES DE POTENCIA DE ALGUNOS SISTEMAS

Sistema	Potencia media aproximada (W)
Corazón humano a ritmo normal	3
Lámpara fluorescente ahorradora	20
Persona corriendo moderadamente	400
Corredor de 100 metros planos	1 000
Plancha eléctrica	1 000
Pesista durante un levantamiento	6 000
Motor de automóvil	100 000
Mayores centrales termoeléctricas	1 300 000 000

**A 4.81** Reflexiona acerca del origen de los “apagones” no programados en las “horas pico”.

**A 4.82** Determina la potencia media de un hombre común durante un día.

**A 4.83** Determina, aproximadamente, tu potencia útil en los siguientes casos: a) al subir por escaleras lo más rápidamente posible a un cuarto piso; b) al salir corriendo rápidamente y alcanzar la máxima velocidad posible.

### **4.4.3 “Ahorro” de energía y preservación del medio ambiente**

**A 4.84** Hemos visto que la energía se transforma y se transmite de unos sistemas a otros, pero que se conserva. ¿Por qué entonces se habla de la necesidad de “ahorrar energía”?

Cómo sabes, los seres humanos utilizaron la combustión, principalmente de la leña, desde tiempos remotos. Pero hasta mediados del siglo XIX, el consumo mundial de combustibles era pequeño comparado con el actual, por una parte, debido a la menor población del planeta y, por otra, a que más del 95 % de la energía necesaria para las labores productivas y el transporte todavía se obtenía directamente de los animales y de los propios hombres. Sin embargo, un siglo después, alrededor de 1960, la situación de la energía empleada en las labores productivas y el transporte se había literalmente invertido: más del 95 % de ella provenía de los combustibles, fundamentalmente *combustibles fósiles* (petróleo, carbón, gas natural).

**A 4.85** Intenta precisar en qué época comenzaron a utilizarse ampliamente los diferentes combustibles fósiles.

**A 4.86** Indaga acerca de la formación de los denominados combustibles fósiles. ¿Por qué esta fuente de energía no es renovable?

A fines del siglo XX la población del planeta era unas 6 veces mayor que en 1800, y el consumo mundial de energía había crecido aún mucho más, aproximadamente 80 veces. La mayor parte de esa energía procedía de los combustibles fósiles. Cabe señalar, además, que el 80 % de ella era utilizada por solo el 20 % de los habitantes, es decir, por una minoría.

**A 4.87** Reflexiona acerca de las causas de que durante los pasados dos siglos el crecimiento del consumo mundial de energía haya sido mucho mayor que el de la población.

De este modo, durante las últimas décadas, la base energética fundamental del planeta han sido los combustibles fósiles, cuyo consumo, a causa del crecimiento de la población mundial y de su empleo desmedido, ha

ido en aumento. De mantenerse semejante situación, las reservas, en particular de petróleo, quedarán agotadas en un futuro próximo. La conciencia de esta realidad está a su vez influyendo en la progresiva elevación de los precios del petróleo.

Por tanto, la necesidad de “ahorrar energía” responde, en primer lugar, a la urgencia de economizar la principal fuente de energía útil en la actualidad: los combustibles fósiles.

**A 4.88** Averigua cómo ha variado el precio del petróleo en los últimos años.

**A 4.89** ¿En qué debieran consistir, en esencia, las propuestas de ahorro de energía? Considera las fases de producción, transmisión y utilización de la energía.

**A 4.90** Propón una serie de medidas que contribuyan a “ahorrar” energía en la casa.

Además del interés que tiene disminuir el uso de estos combustibles debido a su agotamiento y encarecimiento, existe aún otra razón para ello: la necesidad de preservar el medio ambiente. Dos serios problemas aparecieron en el pasado siglo: el aumento de la concentración de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera y la formación de lluvias ácidas.

Como ya conoces, durante la combustión de carbón, petróleo y sus derivados, y gas natural se genera  $\text{CO}_2$ . En los últimos cien años la concentración de este gas en la atmósfera se ha incrementado 1,3 veces, intensificando el denominado *efecto invernadero* en nuestro planeta. De continuar aumentando su cantidad en la atmósfera, puede producirse una elevación significativa de la temperatura global de la Tierra, con graves consecuencias para la humanidad.

**A 4.91** Indaga acerca de lo que se denomina efecto invernadero.

**A 4.92** Reflexiona sobre las consecuencias que puede traer el calentamiento global de la Tierra.

Conjuntamente con el dióxido de carbono, las termoeléctricas y vehículos de motor habituales emiten a la atmósfera dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, los cuales dan lugar a ácido sulfúrico y ácido nítrico. Estas sustancias son luego arrastradas por las lluvias, originando las llamadas lluvias ácidas, las cuales en algunas regiones del planeta alcanzan una acidez, incluso, similar a la del vinagre.

**A 4.93** Indaga acerca de las consecuencias de las lluvias ácidas.

Tanto el problema del agotamiento de los combustibles fósiles como el de la contaminación debido a su utilización, pueden ser enfrentados mediante el empleo de fuentes alternativas de energía, que sean *renovables* y

“limpias”. Ejemplos de estas son, la radiación solar, los saltos de agua, los vientos, las mareas y las olas.

**A 4.94** Esclarece el significado de los términos fuente de energía renovable y fuente de energía limpia.



**A 4.95** Indaga acerca del empleo de la radiación solar como fuente de energía en Cuba.

**A 4.96** Profundiza en las limitaciones que tiene en la actualidad el empleo de fuentes de energía alternativas a las convencionales.

## 4.5 Actividades de sistematización y consolidación

1. Confecciona un listado de los conceptos e ideas esenciales estudiados en este capítulo.
2. Elabora un esquema o cuadro sinóptico que refleje las relaciones entre los conceptos e ideas esenciales estudiados.
3. Resume los principales factores que originan el denominado problema energético.
4. Responde, resumidamente, las preguntas planteadas en la introducción. ¿En cuáles sería de interés profundizar? Plantea nuevas cuestiones que sería interesante estudiar.
5. Eleva un cuerpo que cuelga de un hilo (péndulo) a cierta altura con respecto a su posición inicial. Determina la velocidad que lleva cuando, luego de soltarlo, pasa por dicha posición. ¿Qué suposiciones has tenido que hacer para resolver el problema? Explica, desde el punto de vista de la energía, por qué si dejamos oscilar el cuerpo, inevitablemente se detiene luego de transcurrido cierto tiempo.
6. Estima la energía cinética mínima que se requiere para poner en órbita una nave espacial.
7. El chofer de un auto frena bruscamente al ver un peatón. ¿Cuál fue la variación de la energía cinética del auto? ¿Qué sucedió con la energía del auto al detenerse?
8. Utilizando un martillo golpea reiteradas veces primero un pedazo de acero y luego, otro de plomo con similar fuerza. ¿En qué caso será mayor el trabajo realizado por el martillo sobre los cuerpos? Argumenta tu respuesta.
9. ¿Realiza trabajo un levantador de pesas mientras las mantiene en alto?
10. Utilizando el razonamiento y la ecuación  $W = F \cdot d$ , comprueba que la expresión para la energía potencial gravitatoria de un cuerpo que se eleva cerca de la superficie de la Tierra a una altura  $h$  es, como se planteó en el epígrafe 4.2.2,  $E_p = mgh$ .

11. ¿Por qué si se calientan iguales masas de agua y de queroseno por medio de idénticos calentadores, la temperatura del queroseno se eleva más que la del agua?
12. Utilizando un tubo de ensayo de 25 cm<sup>3</sup>, diseña y lleva a cabo una experiencia para estimar la cantidad de energía suministrada por la llama de un fósforo.
13. Precisa la relación que tienen los conceptos de trabajo y calentamiento o calor, con el concepto de energía.
14. Describe la idea básica de los experimentos llevados a cabo por Joule para establecer la equivalencia entre las cantidades de energía transmitidas a un cuerpo mediante trabajo y mediante calentamiento.
15. Una de las variantes más simples de calentador solar consiste en una caja, cuyo interior se recubre con negro de humo y en la que se coloca un serpentín hecho con un tubo de material transparente por el que circula agua. La caja se cierra con un vidrio a través del cual pasa la radiación solar. Describe las funciones principales de los diferentes elementos de esta variante de calentador.
16. Si como hemos visto, mediante innumerables ejemplos, la energía (capacidad para producir cambios) pasa de un cuerpo a otro, cambia de forma –de cinética a potencial, y viceversa, de interna a cinética, y a la inversa, etc.– y se transmite de unos cuerpos a otros, pero se conserva, entonces, ¿por qué se habla de “producción” de energía y de “gasto” de energía?
17. Un hombre común consume diariamente a través de los alimentos unas 3 000 kcal. ¿En qué se invierte esa energía?
18. ¿Por qué podemos desplazarnos significativamente más rápido en bicicleta que corriendo, si en ambos casos la energía cinética se obtiene a cuenta de nuestro organismo?
19. Imagina la siguiente secuencia de transformaciones de energía: energía potencial gravitatoria del agua de una represa de una hidroeléctrica → energía cinética del agua que sale de la represa → energía de las turbinas de la hidroeléctrica → energía de la corriente eléctrica originada → energía de las aspas de un ventilador. ¿Será igual la energía potencial gravitatoria puesta en juego para mover las aspas del ventilador, que la energía cinética real de dichas aspas? Argumenta tu respuesta detalladamente. ¿Cuáles pudieran considerarse la “entrada” y la “salida” en la secuencia anterior?
20. ¿Qué significa que la eficiencia energética de un motor de gasolina es del 25 %? ¿A dónde va a parar la energía no utilizada?

- 
- 
21. ¿Cómo entender los términos de “entrada” y “salida” al calentar un jarro con agua?
  22. Diseña y realiza una actividad a fin de estimar la potencia de la hornilla de tu casa.
  23. Profundiza acerca del por qué de las campañas de ahorro de energía, especialmente eléctrica, en muchos países y en particular en Cuba.
  24. El uso de biomasas (por ejemplo, bagazo, paja y cogollo de la caña; biogás producto de vertimientos y biodegradables) contribuye al ahorro de los combustibles fósiles, pero dicha fuente de energía no puede considerarse “limpia”. Argumenta por qué.