

LAS NUMEROSAS CARAS DE LA ENERGÍA

La energía se manifiesta de múltiples formas, que se presentan en diferentes tipos. Si buscamos consensuar una forma de clasificar la energía, podríamos distinguir cuatro grandes grupos: la energía de movimiento o cinética, la energía de interacción o potencial, la energía radiante y la energía de masa en reposo.

Energía cinética

Kinesis en griego significa ‘movimiento’; de allí el nombre que se le ha asignado a la energía de todo aquello que se mueve. Por ejemplo, el viento produce cambios al mover las aspas de un molino de agua, o el disco de una amoladora al girar permite cortar una varilla de hierro o un trozo de ladrillo.

La cantidad de energía cinética de un cuerpo depende de su **rapidez** y de su **masa**. Un camión y un auto que se desplazan por una ruta con la misma rapidez tienen diferente energía cinética porque sus masas son distintas. Un mismo auto, cuando incrementa su velocidad, aumenta su energía cinética.

La expresión matemática para determinar la energía cinética es la siguiente:

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

En donde **m** es la masa del cuerpo, dada en kilogramos, y **v** es la velocidad del cuerpo, medida en m/s.

De esta expresión es fácil deducir que, si un cuerpo duplica su velocidad, su energía cinética se cuadriplica; si triplica su velocidad, su energía cinética aumenta nueve veces.

Un cuerpo en movimiento es capaz de cambiar la velocidad de otros, o de realizar un trabajo. Por ejemplo: una bola de *bowling* lanzada lleva una velocidad que por consecuencia derriba los bolos; un clavo se encaja en la madera porque el martillo que se usa va a una velocidad que permite golpearlo con la energía suficiente para efectuar ese trabajo.

La **energía térmica** (movimiento aleatorio de las moléculas) y la **energía acústica** (vibración rítmica de las moléculas) son también manifestaciones de la energía cinética. ¡Los diversos tipos de energía tienen mucho en común!



La energía cinética del disco permite el corte del material



La energía cinética de la bola derriba los bolos

La energía de interacción o potencial

La **energía potencial** es aquella que se encuentra almacenada en espera de ser utilizada. Se llama así porque en este estado tiene el *potencial* para realizar trabajo. Por ejemplo, un resorte comprimido tiene potencial para hacer un trabajo o, cuando se le da cuerda a un juguete, se está almacenando energía. También la energía química de los combustibles es energía potencial, así como cualquier

sustancia capaz de realizar trabajo por medio de una reacción química posee este tipo de energía. También está presente en los combustibles fósiles (por ejemplo, la nafta), en las pilas, en los enlaces entre átomos de las moléculas de los alimentos que ingerimos, en un limón que cuelga de la rama de un limonero y en un martillo alzado para golpear un clavo.

Energía potencial gravitatoria

Todo lo que tiene masa genera un campo gravitatorio. Por ejemplo, nuestra estrella el Sol, el planeta Marte o el planeta Júpiter. Cuanto mayor es la masa, más intenso es ese campo.

Dentro de cualquier campo gravitatorio (por ejemplo, el de nuestro planeta), todo cuerpo que está apoyado o suspendido ejerce una fuerza llamada *peso*, o se cae con movimiento acelerado si es libre de caer. Cualquier objeto que se suelte desde cierta altura caerá, ganando velocidad a medida que se acerque al suelo. Cuanto más alto esté, más energía potencial tendrá.

La fórmula para determinar el valor de la energía potencial de un cuerpo es la siguiente:

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

En donde **m** es la masa del cuerpo, **h** es la altura a la que se encuentra y **g** es el valor de la aceleración de la gravedad, que en nuestro planeta tiene un valor medio de 9.8 m/s².

Si un libro de 1 kilogramo de masa está en una estantería a 1 metro del suelo, su energía potencial será de 9,8 julios. Si cae, llegará al suelo con una energía cinética de 9,8 julios. Si tomamos el libro del suelo y lo colocamos en un estante ubicado a 2 metros sobre el suelo, nuestro libro tendrá ahora el doble de energía potencial, ya que la altura se ha duplicado. Ahora tiene 19,6 julios, la energía que tuvimos que proporcionarle para colocarlo en esa nueva posición.

Energía potencial elástica

La energía potencial elástica es la que tienen los cuerpos sometidos a la acción de fuerzas elásticas o recuperadoras. Un cuerpo elástico es aquel cuerpo deformable que recupera su forma y tamaño originales después de deformarse. Cuando un arquero tensa la cuerda de su arco, el sistema arco-cuerda almacena energía potencial elástica que, al ser liberada, se comunica como energía cinética a la flecha.

La ecuación matemática que nos permite determinar el valor de la energía potencial elástica es:

$$E_{p(\text{elástica})} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

En donde **k** es la constante propia del material elástico y **x** es la deformación expresada en unidades de longitud, por ejemplo, en centímetros.

Los cuerpos elásticos acumulan energía potencial elástica. Cuanto mayor es la deformación, mayor es la cantidad de energía acumulada.

Energía potencial eléctrica

Así como un objeto tiene energía potencial de acuerdo a su posición en un campo gravitatorio, una carga tiene energía potencial eléctrica dentro de un campo eléctrico debido a la posición que ocupa dentro de este campo. Por ejemplo, si en un punto cualquiera del espacio se coloca una carga positiva q_1 , cualquier otra carga positiva q_2 que se traiga a su cercanía experimentará una fuerza de repulsión y por tanto tendrá energía potencial, calculable según la expresión:

$$E_{pe} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d}$$

En donde:

- E_{pe} es la energía potencial eléctrica. En el Sistema Internacional (S.I.) se mide en julios (J).
 - q_1 y q_2 son los valores de las dos cargas puntuales. En el S.I. se miden en culombios (C).
 - d es el valor de la distancia que las separa. En el S.I. se mide en metros (m).
 - k es la constante de la ley de Coulomb.
- Para el vacío su valor es aproximadamente $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ utilizando unidades en el S.I.

Energía potencial química

La materia está formada por átomos y moléculas que resultan de la unión eléctrica de los átomos. Llamamos **energía potencial química** a la que está presente en las fuerzas de unión que mantienen juntos a los átomos o iones de una molécula o compuesto químico, y que es susceptible de ser liberada a través de distintos procesos. Por ejemplo, la nafta y el azúcar “guardan” energía potencial química en sus moléculas. Cuando las uniones se rompen o se modifican, la energía “guardada” puede transformarse o transferirse, y aprovecharse de distintas formas.

Energía radiante

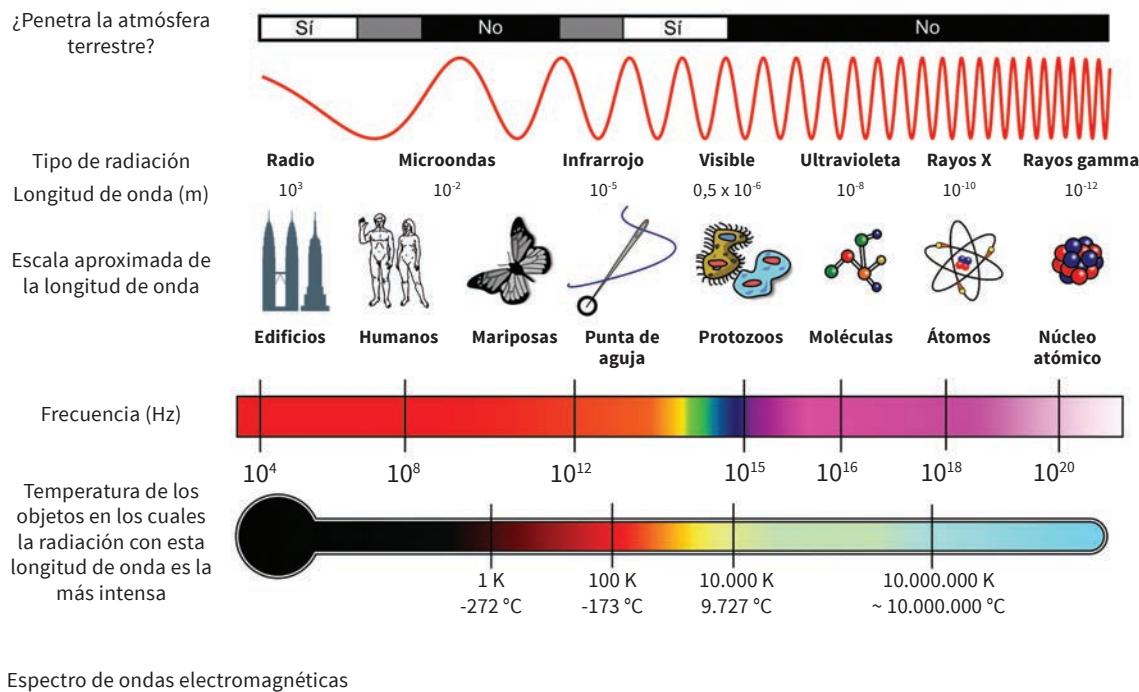
Llamamos **radiación** a la emisión continua de energía desde la superficie de cualquier cuerpo. Esta clase de energía se denomina **radiante** y es transportada por ondas electromagnéticas. Todas estas ondas tienen idéntica naturaleza y diferente frecuencia; algunos ejemplos son la luz que alumbría el lugar en que estamos, la señal de nuestra emisora de radio favorita, las que se encuentran en el horno de microondas de la cocina de un restaurante, las que recibe una antena de telefonía móvil, las que se emplean para obtener una placa radiográfica...

Todo el campo de radiación conforma lo que llamamos **espectro electromagnético**, que corresponde a la distribución energética de todas las ondas electromagnéticas.

Todos los cuerpos **emiten** radiación según sea su temperatura absoluta. Para que la radiación sea visible, la temperatura debe ser alta ($T > 850 \text{ K}$). Si observamos la llama de una vela, podemos identificar diferentes colores; el azul será el que corresponde a la temperatura mayor.



La llama de una vela emite radiación en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias



Los cuerpos que emiten radiación pierden energía; por el contrario, los que la absorben ganan energía y aumentan su temperatura.

Energía de la masa en reposo

Albert Einstein (1879-1955) reveló que la propia masa tiene una energía asociada que puede ser liberada si se destruye la materia. El modelo matemático es la famosa ecuación:

$$E = m \cdot c^2$$

Una cantidad muy pequeña de masa en reposo equivale a una enorme cantidad de energía radiente. Es algo bastante fácil de comprobar si tenemos en cuenta que el factor c^2 (velocidad de la luz al cuadrado) tiene un orden de magnitud de 90.000 billones. Por ejemplo, un kilogramo de masa convertido en energía aportaría lo suficiente para que un acondicionador de aire funcione 300.000 años, o para que un auto recorra 180.000 veces la distancia que corresponde a una vuelta al mundo.

CLASIFICACIÓN TECNOLÓGICA DE LA ENERGÍA

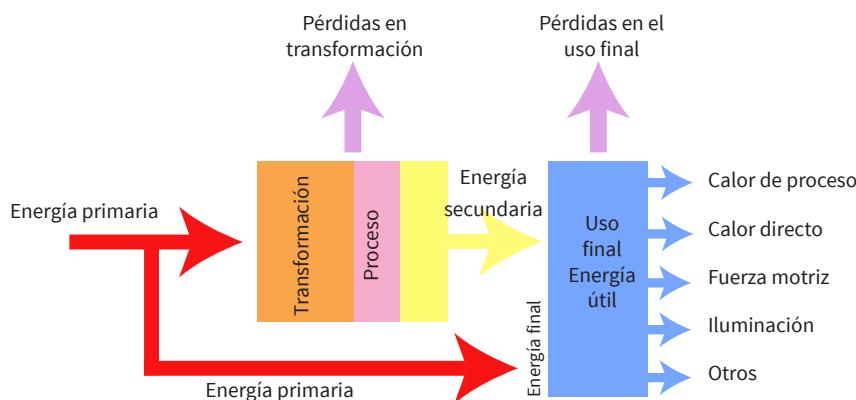
Un sistema que provee energía para que funcione un dispositivo se denomina **fuente de energía**. Con este nombre agrupamos los recursos o medios que pueden ser transformados en algún tipo de energía para luego ser consumida.

Si bien el origen de casi todas las fuentes de energía es el Sol, que “recarga los depósitos de energía”, podemos clasificarlas atendiendo a los siguientes criterios: según su utilización, su origen, su disponibilidad y sus efectos sobre el medioambiente.

➤ Según la forma de su utilización

La **energía primaria** es la que se extrae, se capta o se produce a partir de portadores energéticos naturales, independientemente de sus características y siempre que su obtención no conlleve transformaciones energéticas. Un ejemplo es la utilización de la energía del agua.

La **energía secundaria** se refiere a los productos resultantes de la transformación o elaboración de recursos energéticos naturales primarios (por ejemplo, petróleo crudo, agua o gas natural) o, en determinados casos, a partir de otra fuente energética ya elaborada. Nos referimos a procesos de transformación físicos, químicos o bioquímicos que modifican sus características iniciales (como una refinería de petróleo, una central hidroeléctrica o termoeléctrica, etc.). La electricidad y la nafta son ejemplos de fuentes energéticas secundarias.



Utilización de las energías primarias y secundarias

➤ Según su origen: fuentes renovables o no renovables

Son fuentes **renovables** aquellas que son inagotables o que se renuevan a un ritmo mayor al que se consumen. Por ejemplo, la energía solar, la del viento (eólica), la energía producida por la atracción gravitatoria de la Luna (mareomotriz), la de la Tierra (geotérmica) o el biogás (que se genera por la descomposición de la materia orgánica).

Son fuentes **no renovables** aquellas que no se renuevan a corto plazo y, por tanto, se agotan. Se trata de la energía convencional proveniente de combustibles como el uranio, el gas natural, el carbón y el petróleo.



Aerogenerador que transforma la energía del viento en electricidad



Pozo de petróleo

➤ Según su grado de disponibilidad: convencionales o alternativas

Llamamos fuentes **convencionales** a aquellas cuyo uso se ha extendido y que proporcionan la mayoría de la energía que utilizamos los seres humanos, por ejemplo, los combustibles derivados del petróleo.

¿Sabías qué...?

El astrofísico ruso Nikolái Kardashov propuso en 1964 una escala para medir el grado de evolución tecnológica de una civilización. Estableció tres categorías llamadas “Tipo I, II y III”, basadas en la cantidad de energía utilizable que una civilización tiene disponible: la civilización Tipo I ha logrado el dominio de los recursos de su planeta; la II, de su sistema planetario y la III, de su galaxia. Al día de hoy, nuestra civilización no alcanza a ser Tipo I. En 1973, el astrofísico Carl Sagan calculó que la humanidad es una civilización Tipo 0,7 en relación con el modelo propuesto por Kardashov.

Las fuentes no convencionales o **alternativas** son aquellas cuya utilización está menos extendida que la de las anteriores, si bien cada vez adquieren más importancia, sobre todo, en el caso de las energías eólica y solar.

➤ Según sean limpias o contaminantes

En los casos de la energía solar, eólica y la del agua (hidráulica, mareomotriz, geotérmica), no quedan residuos al utilizarlas.

Las contaminantes no renovables son todas las derivadas de combustibles fósiles o radiactivos.

Las contaminantes renovables se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible. Por ejemplo, madera u otra materia vegetal sólida, bioetanol, biogás, biodiésel o residuos urbanos.

Todas las combustiones emiten dióxido de carbono, un gas de efecto invernadero, y a menudo este proceso no es limpio ya que arroja hollines y otras partículas sólidas.

**Actividades**

- 1 Nombren las fuentes de energía que conozcan.
- 2 Para clasificar las distintas fuentes de energía, se pueden utilizar varios criterios:
 - a) Según sean o no renovables.
 - b) Según su grado de disponibilidad: convencionales o alternativas.
 - c) Según sea la forma de su utilización: energías primarias o utilizadas directamente y energías secundarias o finales, que son aquellas que han sufrido un tipo de transformación anterior a su uso.
 Utilizando los criterios expuestos en a), b) y c), clasifiquen las fuentes de energía que han mencionado.
- 3 Identifiquen cuáles son nuestras necesidades energéticas y qué fuentes utilizamos para cubrirlas.

CUESTIÓN DE MEDIDA

La energía es una propiedad de los sistemas. Hay sistemas que tienen más energía que otros. Por ejemplo, dados dos toboganes, uno el doble de alto que el otro, un niño tendría el doble de energía en lo más alto del primero que en lo más alto del segundo.

Toda magnitud que puede ser medida o calculada necesita de una unidad que se ha convenido utilizar para hacer comparaciones. En lo que respecta a la energía, la más familiar en la vida cotidiana es el **kilovatio hora** que aparece en la factura de electricidad, dado que es más fácil de manejar para esta tarea que la correspondiente al Sistema Internacional, que es el **joule** o **julio** (J). Mientras el kilovatio hora (3.600.000 J) es una unidad grande, que aproximadamente equivale a 1 hora continua de funcionamiento de una fotocopiadora (o 10 horas de un ventilador de techo, o casi 100 horas de una lámpara de bajo consumo), el joule es una unidad pequeña, de allí que frecuentemente usemos prefijos que indican por cuánto la multiplicamos. Por ejemplo, usamos el *kilojoule*, que vale 1000 joules, o el *megajoule*, que representa 1.000.000 joules.

Por definición, un joule es la energía transferida cuando una fuerza de 1 newton (N) produce un desplazamiento de 1 metro (en la dirección en que fue aplicada la fuerza).

Cuando nos referimos al valor energético o valor calórico de un alimento, aparece otra unidad: la **caloría**, o el múltiplo más habitual: la **kilocaloría** (1 kcal = 1000 calorías). Recordemos que es la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua.

En la actualidad, en la generación y disponibilidad de energía eléctrica, aparecen unidades muy grandes como el **gigavatios hora** (1.000.000 kilovatios hora).



La central hidroeléctrica de Itaipú, en la frontera entre Paraguay y Brasil, es una de las mas grandes del mundo con una capacidad de 14 gigavatios



Actividades

Diferentes procesos involucran diferentes cantidades de energía. La tabla que se adjunta a modo de ejemplo da cuenta de ello.

Sistema/Proceso	Cantidad de energía
Energía de un fotón de luz visible	4×10^{-21} J
Equivalente energético de la masa de un electrón	5×10^{-14} J
Equivalente energético de la masa de un protón	$1,5 \times 10^{-10}$ J
Aleteo de una abeja	8×10^{-4} J
Energía necesaria para levantar 10 cm una masa de 1 kg	1 J
Energía cinética de una persona caminando	6×10^1 J
Energía cinética de una persona corriendo	1×10^3 J
Energía de una pila AA de 1,5 v	2×10^3 J
Energía cinética de un ciclista en ruta	5×10^3 J
Energía cinética de un auto medio a 100 km/h	5×10^5 J
Energía potencial de 1000 litros de agua a 4 m de altura	$3,9 \times 10^4$ J
1 kilovatio hora	$3,6 \times 10^6$ J
Energía potencial de un hombre en la cima de la montaña más alta del mundo	7×10^6 J
Consumo diario de energía de una mujer joven	8×10^6 J
Consumo diario de energía de un hombre joven	10×10^6 J
Combustión de 1 litro de nafta	5×10^7 J
Consumo eléctrico bimestral de una familia	$1,5 \times 10^9$ J
Bomba atómica de Hiroshima	8.4×10^{13} J
Consumo mensual de energía eléctrica en la Argentina	4×10^{16} J
La Tierra girando sobre su eje	3×10^{29} J
Energía liberada por el Sol en un minuto	$2,3 \times 10^{28}$ J
Energía cinética de la Tierra en su órbita	$2,7 \times 10^{33}$ J
Energía liberada en una explosión supernova	1×10^{44} J

- 1 Teniendo en cuenta los órdenes de magnitud aportados por la tabla, comparan la energía necesaria para elevar los 1000 litros de agua con la que puede aportar una pila.
- 2 ¿A cuántos kilovatios hora equivale la energía potencial de un hombre en la cima más alta del planeta: 8848 m? ¿Cuál es la masa supuesta para el montañista?
- 3 ¿Cuántos kg de uranio 235 se transformaron en energía durante la detonación de la bomba de Hiroshima?
- 4 ¿A cuántos litros de nafta corresponde la energía cinética de un auto que viaja a 100 km/h?
- 5 ¿A cuántos kilovatios hora corresponde el consumo eléctrico mensual de la Argentina?
- 6 ¿A cuántos consumos eléctricos mensuales de la Argentina equivale la energía liberada por el Sol en un minuto?
- 7 ¿Al aleteo de cuántas abejas corresponde la energía aportada por una pila?
- 8 ¿Qué cantidad de nafta puede proveer la energía que necesita una persona durante un día?
- 9 ¿Cuántas veces más energía tiene la Tierra trasladándose en torno al Sol que girando sobre su propio eje?
- 10 Comparen la energía que libera el Sol en un segundo con la que se libera en una explosión supernova.