

## LIBRO II

### EL SENTIDO DE LOS FENÓMENOS NATURALES (1)

«La Naturaleza no fía.»

---

## CAPÍTULO V

### LAS AFLUENCIAS DE ENERGÍA

---

#### § 25.—LA MEMORIA DE SADI CARNOT.

El hijo mayor del organizador de la victoria, Sadi Carnot, muerto en la flor de su edad, en 1832, publicó en 1824 una Memoria, cuyo éxito fué extraordinario. Titulábase ese trabajo modestamente «Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollarla» (2). Contenía puntos de vista novísimos y considérase, generalmente, como el punto de partida de la termodinámica,

---

(1) *Revue de Paris*, 1.º Enero 1907.

(2) Ha sido editada en facsimil por Hermann, 1903.

una de las Ciencias más fecundas que vió nacer el siglo XIX.

En su historia de la mecánica, el profesor Ernesto Mach admira las geniales concepciones del joven politécnico; declara que todos los demás descubrimientos que han enriquecido á la ciencia del calor hubieran podido hacerse por no importa quién y hubieran entrado normalmente en el curso del desarrollo normal de los estudios físicos, pero que para encontrar el principio de Carnot era menester la chispa del genio en uno de esos cerebros privilegiados que la Naturaleza produce tan raramente y que franquean á la humanidad una etapa decisiva.

Esta afirmación entusiasta tiene alguna exageración, sin que esta indicación ataque por ello á la gloria del sabio francés. Además del principio que lleva su nombre, descubrió, en efecto, también el principio de la equivalencia mecánica del calor, cuya paternidad se atribuye á Meyer (1842). En los papeles de Sadi Carnot se ha encontrado la perfecta expresión de este último principio, que la muerte no le permitió publicar. Su hermano Hipólito Carnot depositó en 1878 en los archivos de la Academia de Ciencias el manuscrito que contiene la exposición de este descubrimiento; muy anterior á 1832, fecha de su muerte, este manuscrito es posterior á 1824.

El interés de la Memoria de 1824 está en el empleo, indispensable en toda Ciencia en sus comienzos, del método global de investigación (1). En presencia de una máquina de vapor y despistado por la variedad de fenómenos que se sucedían en ella, el joven ingeniero debió decirse: «He aquí un conjunto demasiado complicado para que vaya á seguirlo, sin perderme, en todos sus detalles; comencemos por indagar lo que entra y lo que sale; esto será siempre un primer paso en el estudio completo de los hechos». Y con poco esfuerzo comprobó que entra en el motor el vapor cálido y que sale enfriado.

Hubiera podido deducir inmediatamente que un gasto de calor producía trabajo y se habría encontrado en el camino del principio de la equivalencia, al que llegó más tarde. Felizmente, detúvose en la consideración de las temperaturas inicial y final del fenómeno; notó que en todas las máquinas á vapor la producción del trabajo está unida á un descenso de temperatura, al transporte del calórico de un cuerpo cálido á un cuerpo frío, de una fuente de calor á una fuente fría, y tuvo el gran mérito de reconocer la importancia y generalidad de la observación. «Según este principio, dijo, no

(1) Véase la introducción de mi *Tratado de Biología*.

basta para originar la potencia motriz producir calor, sino que es preciso también procurar frío; sin él sería inútil el calor.»

El calor no trabaja sino pasando de una temperatura alta á otra más baja. He ahí lo que Sadi Carnot comprendió antes que nadie; los derechos de ningún físico prevalecerán sobre los suyos tratándose de las máquinas á vapor sobre el valor motriz del calor. Pero después de un siglo el mundo marcha, el hombre ha utilizado nuevas formas de energía, la electricidad, por ejemplo, y el principio establecido por Carnot para el calor ha venido á ser susceptible de una generalización que no pudo prever su autor.

Se ha conservado, sin embargo, el nombre de Carnot á este principio, que sería mejor llamarle «principio de evolución», como han propuesto Jean Perrin (1) y Langevin. El principio de Carnot no es, en efecto, sino la aplicación del principio general de evolución al caso particular del calor.

(1) *Traité de Chimie physique*.—Paris, Gauthier-Villars, 1903.

## § 26.—AFLUENCIAS DE ENERGÍA Y TRANSFORMADORES.

El ejemplo familiar de los saltos de agua va á permitirnos presentar el problema accesible á todo el mundo. Traducida á lenguaje hidráulico, la observación de Carnot sería sencillísima. «Un molino, una turbina, no podrían actuar por el agua á un nivel constante; lo que produce el trabajo en el molino ó en la turbina no es el agua misma, sino la caída de ella. No basta un lago para producir movimiento; es menester además un lugar situado más bajo que el nivel del lago y donde el agua del lago pueda caer.»

Todo eso sabíase antes de Carnot, y habría podido decir sencillamente que la temperatura es comparable para la máquina á vapor á lo que es el nivel del agua para una máquina hidráulica. Una máquina á vapor supone una diferencia de temperatura entre dos fuentes, como una máquina hidráulica supone una diferencia de nivel entre dos depósitos.

Entre un primer lago situado á 100 metros de altura y otro á 50 solamente, una caída de agua provee de trabajo, en tanto que el agua del superior no llega á fuerza de bajar á alcanzar el nivel de aquél, engrosado por el líquido reci-

bido y á elevar el inferior. Una vez que se efectúa la nivelación de ambos, cesa toda afluencia y todo trabajo también, á menos que se encuentre un nuevo lugar un poco más bajo, por el que pueda resbalar el líquido acumulado en los dos lagos.

Por el momento dejo á un lado la evaporación del lago inferior: esta agua evaporada, cayendo como lluvia sobre el superior, podría crear una nueva desnivelación y una nueva posibilidad de afluencia y de trabajo. Me atengo á la consideración de dos lagos, entre los que no se producirá otro fenómeno que una afluencia, que un gasto de energía bajo una sola forma. Esto es una cosa artificial, imposible en la realidad; pero para analizar con sencillez la naturaleza tan compleja, hay que emplear procedimientos de este orden: todo análisis es artificial.

Con esta restricción provisional podemos traducir íntegramente la fórmula de Carnot en lenguaje hidráulico, que nos parecerá de tal modo evidente que veremos en ella la expresión de una verdad vulgarísima y sin alcance. «Con el agua de un nivel fijo no puede producirse trabajo; para que se efectúe un trabajo son precisos dos niveles diferentes, y únicamente del nivel superior hacia el inferior habrá una afluencia productora de trabajo; en fin,

el nivel definitivo de equilibrio será intermedio entre los dos niveles primitivos.» Todo esto para la ciencia hidráulica es tan conocido, que no lo tomaremos más en cuenta. Sin embargo, hay que distinguir. Si se han definido anteriormente los dos niveles de los lagos por medidas geométricas, independientemente del problema de la afluencia, la observación de la corriente permite enunciar un teorema físico: el agua va naturalmente de arriba abajo. Si, al contrario, como lo hacen ordinariamente los geógrafos, se ha tenido en cuenta el sentido de la corriente para definir la diferencia de nivel, la precedente proposición se convierte en una tautología.

Lo mismo sucede con el calor. Medimos hoy las temperaturas con el termómetro, como medimos las longitudes con el metro; pero antes de la invención del termómetro, antes de observar las dilataciones de los cuerpos por el calor, el hombre debió instintivamente definir como «cuerpos más calientes» los que eran capaces de calentar los «cuerpos más fríos» y suministrarles calor. Carnot, al descubrir que el calórico pasa siempre del cuerpo más caliente al más frío, no hizo más que encontrar la definición primitiva é instintiva de la temperatura de los cuerpos. He aquí, pues, dos formas de energía, la hidráulica y la térmica, en las que pueden encontrarse cualidades mensurables, el

nivel y la temperatura, talmente unidas al sentido de la afluencia, que la comprobación de ese aflujo basta para definir la diferencia de nivel ó de temperatura.

Para la energía hidráulica esto no es sino un caso particular de la ley general de la caída de los cuerpos. Abandonado á sí mismo, un cuerpo cae siempre del nivel superior al inferior. Pero la caída hidráulica nos suministra la palabra «afluencia», que provoca una imagen; se dice «afluencia de calor ó de calórico», como se dice «afluencia eléctrica» ó «corriente eléctrica»; se ha definido también para la electricidad una cualidad mensurable que se llama «potencial». La afluencia de electricidad ó corriente eléctrica va siempre del potencial más elevado al más bajo, como el agua afluye del nivel superior al inferior, y el calor del cuerpo más cálido al más frío. Si se saben medir directamente los potenciales de dos cuerpos electrizados, se puede prever de antemano en qué sentido se efectuará de uno á otro la afluencia de electricidad. Si no se han medido de antemano los potenciales de los dos cuerpos, el sentido de la corriente indicará al contrario la diferencia de aquéllos.

La conclusión es que, para las energías de que venimos hablando, las mediciones efectuadas de antemano permiten adivinar en qué

sentido será la afluencia natural que restablezca el reposo. En otros casos no puede emplearse la misma expresión de afluencia, y sin embargo, puede predecirse en qué sentido se efectuará de un cuerpo á otro el transporte natural de energía. Supongamos que, en una misma recta, se mueven en el mismo sentido dos móviles de velocidades diferentes: el dotado de mayor velocidad, cuando alcance al más lento, le comunicará su velocidad, mientras que lo contrario no podrá ocurrir. Habráse efectuado un transporte de movimiento del cuerpo más rápido al más lento (1).

Atengámonos á las formas de energía en las que se puede hablar de afluencia; éstas permiten un lenguaje que hiriendo la imaginación parece más claro.

Las afluencias de energía no son nunca fenómenos sencillos. Una corriente eléctrica calienta el conductor que atraviesa y produce así un trabajo térmico; la afluencia de calor de un cuerpo cálido á uno frío dilata á éste y produce un trabajo mecánico; un salto de agua rompe los ribazos del torrente, actúa sobre un molino y calienta la misma agua, etc. He ahí transformaciones naturales, inevitables. Hay otras que se

(1) De ahí otra manera de expresar el principio de Carnot para el calor: las temperaturas se conducen como las velocidades. (V. *Las leyes naturales*, op. cit.)

provocan y producen por el hombre. Si sacamos partido de las diversas formas de energía que se presentan en la Naturaleza, es por las transformaciones que sabemos hacerlas efectuar. Un salto de agua sirve para mover una turbina: la turbina actúa en una dínamo, que suministra una corriente eléctrica de que uno se sirve para producir luz, calor, movimiento, reacciones químicas. El calor de una combustión, afluyendo en el condensador de una máquina de vapor, alimenta las industrias mecánicas, etc.

Después de haber hablado de las afluencias de energía que sufren la menor transformación posible, es menester nos fijemos en el caso, muy interesante para nosotros, en que sobre el trayecto de una afluencia ha sido colocado un transformador por el hombre. La principal obra del siglo XIX fué, en efecto, fabricar, utilizar y medir las provisiones de energía de forma térmica, eléctrica, mecánica, etc., y establecer la equivalencia entre tal provisión térmica y tal mecánica, entre tal otra eléctrica y tal química, etc. Quemando kilogramos de carbón se obtienen los caballos de vapor, y un salto de agua carga los acumuladores que actúan en los automóviles ó en los globos.

La Memoria de Carnot sobre las máquinas á vapor—es decir, sobre los transformadores de energía calórica en energía mecánica—nos ha

enseñado que esos transformadores no funcionan sino á cambio de un descenso de temperatura. Podemos traducir esta observación á nuestro lenguaje imaginado diciendo: «Un transformador termo-mecánico no funciona sino sobre el trayecto de una afluencia de calor, y esa afluencia prodúcese siempre desde el punto cálido al frío». Formulado así el principio, se generaliza. Un transformador de energía hidráulica no trabaja sino sobre el recorrido de un salto de agua yendo de un nivel superior á uno inferior. Un transformador de energía eléctrica no trabaja sino gracias á una corriente eléctrica que va del potencial más elevado al más bajo, etc.

Á cada una de estas afirmaciones pueden oponerse objeciones inmediatas, cuya solidez no es más que aparente. Tenemos un sencillo ejemplo en el dominio de la hidráulica. Si se abre un pozo artesiano, el agua salta de abajo arriba, y puede haciéndolo así mover un molino. He ahí un transformador hidro-mecánico que trabaja en el curso de un trayecto de agua entre un nivel inferior y un nivel superior. Nuestro principio general parece desmentirse (1); pero

(1) No es más que en apariencia. Se trata de una corriente de agua y no se está obligado á considerarla desde el punto de vista del nivel. Puede decirse que el molino así dispuesto funciona sobre un surtidor con velocidad decreciente, lo que entra en el principio general de evolución.

sabemos hoy que el agua salta de abajo arriba en un pozo artesiano porque antes ha caído de arriba abajo en los límites lejanos de la capa subterránea. El fenómeno inicial ha sido un descenso de agua, y el ascenso no es sino una consecuencia del mismo. No importa que el artificial surtidor de agua reproduzca en pequeño los pozos artesianos: se ve aquí permanente una afluencia de agua del depósito superior en el tubo descendente, hasta el sitio en que el tubo, acodado de pronto y vuelto hacia arriba, convierte un transformador de agua que cae en agua que sube. Igualmente puede convertirse un surtidor ascendente, por medio de una bomba cualquiera, movida por un motor, en un transformador que ha sido puesto en actividad, en una palabra, por una afluencia de energía ascendente según el principio general. Siempre que se nos ofrezca un hecho en contradicción con este principio, encontraremos siempre, al remontarnos á su origen, un *primum movens* que funciona sobre una corriente de energía que desciende.

§ 27.—HAY QUE GASTAR DE ANTEMANO.

La medida de las provisiones de energía, tal como sabemos hacerla hoy en las diversas ramas de las ciencias físicas, llévanos á emplear

las palabras *gasto* y *provecho*, como se las emplea en los aprovisionamientos familiares. Toda afluencia de energía de un nivel superior hacia un nivel inferior, representando una disminución de la provisión disponible, se considerará siempre como un *gasto*. Llegamos así á esta fórmula pintoresca de nuestro principio general: «Todo fenómeno en el que se produce un trabajo, comienza por un gasto de energía. Hay que pagar de antemano. La Naturaleza no fia». En la máquina á vapor se comienza por gastar carbón y oxígeno (energía química), para producir energía térmica, que se gasta suministrando energía mecánica, que á su vez podrá gastarse, produciendo energía eléctrica si se quiere, y así sucesivamente.

## CAPÍTULO VI

FENÓMENOS QUE COMIENZAN Y FENÓMENOS  
QUE CONTINÚAN

## § 28.—LAS APROPIACIONES.

Todo fenómeno comienza por un gasto de energía, pero ¿qué es un fenómeno que comienza? Nosotros no creemos hoy en un reposo absoluto, y no sabremos admitir, en el sentido riguroso, la producción de verdaderos comienzos. Lo que vemos, tanto en la naturaleza viva como en la naturaleza bruta, no son nunca fenómenos que comienzan, sino fenómenos que continúan. Las transformaciones actuales se explican por transformaciones anteriores que ellas continúan y prolongan, al propio tiempo que preparan las futuras.

Sin embargo, considerando una sola forma de energía, se puede hablar de reposo. El agua en una botella inmóvil está en reposo hidráulico; lo que no impide que sea el asiento de movimientos más pequeños, invisibles para nosotros que pueden ser sensibles bajo forma térmica y

apreciables por el termómetro. Una locomóvil está en reposo mecánico cuando no funciona, pero sus piezas se óxidan lentamente (fenómeno químico) y las moléculas de su acero están en un estado de movimiento incesante hacia una estructura cristalina que determinará cualquier día la ruptura de los ejes. Recíprocamente, una provisión de carbón está en reposo químico cuando está sobre el ténder, que hace sesenta kilómetros por hora; es, pues, un fenómeno químico el que comienza cuando el mecánico lo introduce en el horno.

Sabemos así, á veces, qué es un fenómeno que comienza, y en tales casos nuestro principio nos lleva á decir: todo fenómeno empieza por una afluencia de energía descendente. ¡Hay que gastar de antemano! Un guijarro, separado de un precipicio de seiscientos metros de profundidad por una barrera de un milímetro de altura, no saltará por sí mismo por ella á pesar del poquísimos esfuerzo necesario y de la gran cantidad de energía de caída que resultaría de ello. La Naturaleza no fía; hay que pagar de antemano el trabajo que subirá nuestro guijarro sobre la valla. Ese pequeño gasto producirá en seguida, sin embargo, un resultado seiscientos mil veces más considerable.

Cuando se sabe, por un precio módico, determinar la afluencia de una provisión considera-



ble de energía retenida tras una esclusa natural, se dice que se ha procurado un fenómeno. Eso es lo que se hace al abrir una llave de agua ó de vapor, al mover la manecilla de un conmutador eléctrico, al prender con una cerilla un montón de paja, al tomar por arma una rama, etc.

El hombre ha sacado siempre un inmenso provecho de esas apropiaciones, y gracias á ellas podemos almacenar enormes provisiones de energía tras una barrera insignificante y utilizarlas á nuestro antojo. La milésima parte de la energía que pone á disposición la abertura de la barrera, hubiera bastado para hacer esa abertura, y sin embargo, la barrera no se franquea sola; hay que pagar de antemano. Una chispa, que basta para producir un incendio, produce trillones de chispas; sin embargo, conservamos provisiones inmensas de explosivos ó combustibles, seguros de que no se inflamarán si no se les suministra desde luego la pequeña cantidad de energía descendente que debe contribuir al fenómeno. Las provisiones de energía más cómodas para nosotros son justamente aquellas que sabemos colocar tras un obstáculo mínimo, que no podrá franquearse sin un aporte exterior de trabajo. De un modo general, no conocemos provisiones de energía en reposo, de energía que no afluya, sino la colocada tras un obstáculo que impida su curso. El obstáculo

puede ser grande ó pequeño, pero en todos los casos la ley es la misma: es menester, para romper el estado de reposo, una afluencia de energía descendente, un gasto.

#### § 29.—EL RENDIMIENTO.

El principio de Carnot aplícase igualmente á los fenómenos que continúan, como son, en realidad, todos los fenómenos que conocemos. En una serie de fenómenos encadenados entre sí, jamás se produce aumento de una provisión de energía sin que se haya hecho previamente un gasto *al menos* considerable bajo una forma ú otra.

He dicho un gasto *al menos* considerable, pues la energía no se pierde, como tampoco la materia. Se encuentra siempre, en las diversas formas en que se ha transmutado, el equivalente de *toda* la energía medida al principio. Pero hay casos en que todo el gasto no se encuentra en la ganancia realizada; hay escapes, pérdidas, atendiendo á que el transformador no suministra únicamente el resultado que se le pide. De ahí el problema tan importante del *rendimiento*. Puesto que fabricamos transformadores de energía para nuestro uso, debemos preocuparnos de sacar el mayor partido posible y el rendimiento máximo de una provisión de energía.

Tenemos aquí un torrente que desciende de una altura de 500 á la de 60 metros. Á la de 250 ponemos un molino de arcaduces, cuya rueda, de cuatro metros de diámetro, transporta el agua de 250 metros á un nivel de 246. Hemos de preocuparnos ante todo de que toda el agua disponible á los 250 metros pase por los arcaduces; el agua que cae fuera es inútil para el molinero y puede producir hasta perjuicio desgastando los bordes. Únicamente el agua transportada de 250 á 246 metros por los arcaduces será la que pueda utilizarse para la molienda. Así, sobre una provisión de energía representada por un salto de agua de 500 á 60 metros por una diferencia de nivel de 440, nuestro molino habrá solamente utilizado y transformado un salto de 4 metros, y de ese salto, la única cantidad de agua que hubiera transportado por sus arcaduces. Lo demás no se utilizará por el molinero.

Para las máquinas á vapor, Carnot estudió también el rendimiento, y precisamente á ese problema está consagrada la mayor parte de su Memoria. En una máquina á vapor efectúase, por ejemplo, una afluencia de calórico entre  $120^{\circ}$  y  $40^{\circ}$ . Si esa máquina ha de procurarnos un trabajo mecánico, consideramos como pérdida toda afluencia que no haya de producir el trabajo deseado. Pero en esta máquina son los cambios de volumen del vapor lo que produce el traba-

jo mecánico. De ahí esta regla de Carnot: «La condición necesaria para el máximum (de rendimiento) es que no se haga en los cuerpos empleados para producir la potencia motora del calor, cambio alguno de temperatura que no se deba á un cambio de volumen».

Un sencillísimo ejemplo aclarará esta regla. En el fondo de un cañón de fusil ponemos, tras una bala, formando pistón, una pequeña cantidad de agua. Siendo la temperatura exterior de  $15^{\circ}$ , calentamos el fondo del cañón hasta  $120^{\circ}$ , manteniendo la bala en su lugar. Si no disparamos la bala, el transformador no será más que uno; el calórico comunicado al agua fluirá poco á poco hacia el exterior, por conductibilidad. El cañón se enfriará y habrá una producción, una afluencia de calórico de  $120^{\circ}$  á  $15^{\circ}$ , sin producción de trabajo mecánico. La posibilidad para nuestro instrumento de emplearse como transformador resulta de la presión desarrollada por la bala. Permaneciendo el proyectil fijo, la presión se desvanece poco á poco, á medida que el cañón se enfría por conductibilidad. Si disparamos la bala, en cambio, el vapor se detiene cambiando de volumen y pasa de  $120^{\circ}$  á  $15^{\circ}$  al lanzar el proyectil. Evidentemente, cuanto menos afluya el calórico por conductibilidad, mayor será el valor balístico del instrumento. Tendrá todos los casos intermedios

entre la fuerza balística nula, que resulta de un enfriamiento del aparato por simple conductibilidad, y la fuerza *máxima*, que se obtiene evitando cuidadosamente todo enfriamiento sin cambio de volumen. El rendimiento del transformador, como hemos dicho ya, depende de las precauciones de que se rodea su funcionamiento.

### § 30.—LOS ALMACENES DE ENERGÍA.

No estamos igualmente dotados para almacenar las provisiones de diversas formas de energía. Los constructores saben hacer depósitos estancados de donde no salen ni los líquidos ni los gases aun fuertemente comprimidos. No sucede lo mismo con la energía térmica: el calor se extiende por conductibilidad ó irradiación, no pudiendo aprovecharse: si no descargamos el fusil á vapor, se descargará por sí mismo al enfriarse. No sabemos impedir que el calor se difunda entre los cuerpos ambientes, ni conservarle para utilizarle en tiempo oportuno como provisión. Por encima de todas nuestras precauciones se disipa más ó menos pronto, sin que haya necesidad por eso de ninguna provisión. Así, desde el punto de vista del almacenaje, el calor es para nosotros una forma inferior de la energía.

No es ella sola la que presenta semejante inconveniente; en un resorte de ballesta tendido muchísimo tiempo, una parte de la energía balística se pierde; á menos que el resorte no sea de excelente calidad, tiende á doblarse y á no erguirse con vigor; una parte de su potencia se ha empleado en modificar el estado íntimo del acero y su estructura molecular.

En todos los transformadores de la energía conocidos por el hombre hay siempre pérdidas más ó menos sensibles, debidas á los fenómenos de transformación, además de las que tratamos nosotros de producir.

El molinero pierde toda la energía del salto de agua, menos la que resulta transportada á los arcaduces de la rueda. Aun en la energía utilizada hay también una parte perdida. Es imposible, en efecto, que los ejes de las ruedas no se calienten por frotación. Ese calor, inútil al molinero y con frecuencia perjudicial, gasta una parte de la energía recogida en los arcaduces. Si nuestro molino se mueve por una bomba elevadora utilizando un salto de 4 metros, le será difícil elevar 4 metros una cantidad de agua igual á la que recibe; elevará siempre un poco menos á causa del trabajo perdido en los roces.

Ese trabajo perdido para el molinero no se perderá en realidad; se transformará en una

cantidad equivalente de calor que producirá, por ejemplo, una evaporación mayor; preparará una lluvia que podrá ser una nueva fuente de energía mecánica. Pero no será necesariamente el molinero el que se aproveche de ella.

## CAPITULO VII

### EL LUGAR DEL CALOR EN LOS FENÓMENOS NATURALES

---

#### § 31.—AFLUENCIAS SIN TRANSFORMACIÓN.

Ningún transformador da un rendimiento perfecto; particularmente, hay siempre desperdicio bajo forma de calor, aunque sea la energía motora el calor. Una piedra que cae se calienta y calienta el cuerpo sobre que choca; una corriente eléctrica no puede atravesar un conductor sin elevar su temperatura: una reacción química no se producirá nunca sin desprendimiento de calor. No sabemos producir trabajo sin producir calor y, recíprocamente, no podemos nunca transformar por completo todo calor en trabajo. En una máquina á vapor, una parte del calor se pierde siempre por conductibilidad é irradiación. En todo fenómeno, cualquiera que sea, hay siempre una cierta cantidad de energía que, irreductiblemente, se transforma en calor. Además, el calor que no se transforma no puede sufrir naturalmente más que un descenso de temperatura. Compréndese, pues, en general, que el