

## 25. El principio de mínima energía

Friedrich Herrmann. Universidad de Karlsruhe, Alemania  
Georg Job. Universidad de Hamburgo, Alemania  
Nelson Arias Ávila. Universidad Distrital, Bogotá, Colombia

### *Tema:*

A la pregunta de cuál es la causa de muchos procesos hay una respuesta corriente. El proceso ocurre porque así se llega a un estado de menor energía:

- Un péndulo llega al reposo en su posición más baja,
- una burbuja (pompa de jabón) se vuelve esférica,
- una esponja se llena de agua,
- una concentración de carga se esparce en un conductor,
- átomos excitados de un gas emiten fotones,
- núcleos pesados tienden al decaimiento,
- iones positivos y negativos se ordenan de cierta manera al formar una red cristalina.

### *Defectos:*

Sin decirlo explícitamente, todas estas afirmaciones se explican con la suposición de que cada sistema tiende a un estado de mínima energía y llegará a dicho estado a condición de que no sea obstaculizado por circunstancias particulares. Sin embargo, formulada de esta manera, la afirmación no tiene sentido, porque si un sistema alcanza un estado de mínima energía, entonces, debido a la conservación de la energía el sistema complementario, es decir, el ambiente, debe adquirir un valor máximo de energía. Entonces, aplicando el mismo argumento al ambiente resultaría la afirmación opuesta. Por consiguiente, la afirmación no puede ser válida de manera general. Pero, ¿para cuáles sistemas es válida? La respuesta viene de la termodinámica. El sistema debe, como lo expresó Gibbs (1839-1903) en 1873, ser cerrado, con una excepción: la energía necesaria para mantener constante la entropía debe poder salir del sistema. Entonces, la entropía producida ( $S_{\text{prod.}}$ ) al interior del sistema aparece solamente en su exterior, y con ella sale la energía  $TS_{\text{prod.}}$ , donde  $T$  es la temperatura del ambiente. Ya que  $S_{\text{prod.}}$  y  $T$  son siempre positivos, el sistema pierde energía. Recordemos que cualquier otro intercambio de energía está prohibido. Visto así, el principio de mínima energía es sencillamente una consecuencia del segundo principio de la termodinámica, aplicado a una clase particular de sistemas.

### *Origen:*

En mecánica se suele prescindir de las propiedades térmicas de la materia. Palancas, rodillos, resortes, cuerdas, etc. se tratan como objetos que no se calientan, es decir, objetos cuya temperatura y entropía son invariantes. La entropía generada por fricción se atribuye tácitamente al ambiente o se imagina que se transporta al ambiente. Si se consideran todas las otras partes que intercambian energía como partes del mismo sistema, la condición formulada por Gibbs se cumple, y se tiene razón diciendo que la energía tiende a un valor

mínimo. Lo análogo es válido para sistemas correspondientes a otros campos de la Física: la hidrodinámica, la electrodinámica, etc. Ya que no se menciona el rol de la entropía, da la impresión de ser un principio independiente.

*Eliminación:*

Al igual que en otras situaciones, la relación establecida con la entropía induce a construcciones sustitutivas cuestionables. El problema básico que está causando un sinfín de dificultades (ver los artículos 1, 22, 23, 24, 25, 27 y 30 de esta serie) y se opone a cualquier solución, es el dogma de que el calor es una forma particular de energía; dogma cuidado con dedicación durante siglo y medio y anclado en el primer principio de la termodinámica. Solamente estando dispuestos a una revisión en este punto se puede esperar una reformulación adecuada.