

21. Equivalencia entre calor y trabajo

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

Tema:

El calor, para algunos (1), es energía desordenada, para otros (2) es la energía cinética del movimiento caótico de las moléculas, un tercer grupo (3) piensa que es la energía cinética y potencial del movimiento térmico de las moléculas. Hay quienes creen que es la energía que se suministra a un cuerpo por contacto térmico (4), o que es una abreviación para la expresión $\Delta U - W$ (5), también se encuentra que es la energía latente TS (6), o la integral $\int TdS$ (7), o que es un concepto cuestionable y superfluo (8). ¿Qué es el calor en realidad?

Defectos:

La pregunta es tan antigua como la Física misma. La respuesta que dio Rudolf Clausius (1822 -1888) en 1850 con su primer principio, plantea la equivalencia entre calor y trabajo, es esencialmente válida hasta el día de hoy pero un tanto ambigua.

Origen:

Clausius utilizaba dos conceptos para el calor: el “calor contenido” en un objeto ΔH , que él imaginaba como energía del movimiento molecular, y el “calor suministrado” al objeto Q , donde la relación $Q = \Delta H$ era válida solamente en casos especiales. Entre las definiciones arriba mencionadas es fácil reconocer “descendientes” de estos dos “calores”. La variedad de opiniones es resultado de la carencia de una magnitud energética que reúna todos los aspectos que se pueden atribuir razonablemente al concepto “calor”, por lo cual se debe renunciar a una u otra propiedad según el aspecto que se quiera analizar o enfatizar. El hecho de que, a pesar de esta ambigüedad, se obtengan siempre los mismos resultados permite concluir que la equivalencia, exigida por Clausius, no es relevante. ¿Para qué sirve entonces?

Eliminación:

Renunciando a esta aserción (la equivalencia entre calor y trabajo), es posible replantear algunos conceptos ganando en claridad y brevedad. Dicha equivalencia no es necesaria para formular la ley de la conservación de la energía, ni tampoco para definir el calor. Es fácil realizar una “metrización fundamental”, como dicen algunos epistemólogos, del concepto de calor. Normalmente, este procedimiento se utiliza en Física solo para la definición de algunas magnitudes básicas, como la longitud, la duración o la masa. Se establece un proceso para definir la igualdad y los múltiplos de los valores, y se define la unidad. Pero también es posible aplicar este método para definir muchas otras magnitudes como la energía, el momento, el momento angular, la cantidad de sustancia y la entropía, o para la metrización de conceptos como cantidad de calor, cantidad de datos o cantidad del desorden o de casualidad.

Es sorprendente que al proceder de esta manera, el concepto común de calor – no el de la ciencia– no sea una magnitud energética, sino que coincida directamente con la entropía S de Clausius (9). Este proceso casi lúdico permite una extensa simplificación de la termodinámica, es posible deshacerse simultáneamente de conceptos como entalpía, energía libre, degradación de la energía, magnitud del proceso y función de estado. El hecho de que una equivocación, no en los procesos de cálculo de una ciencia sino en su semántica, pueda tener tantas repercusiones, debería advertir a los teóricos, cuya atención se centra normalmente solo en los cálculos, y debería alertar a los pedagogos, quienes deben enfrentarse a sus consecuencias.

Referencias:

- (1) Dyson, F. J. *What is Heat?* Scientific American, 1954. p. 58.
- (2) Pohl, R.W. *Mechanik, Akustik, Wärmelehre*. Berlin: Springer-Verlag, 1962. p. 193.
- (3) Gerthsen, C., Kneser, O. und Vogel, H. *Physik*. Berlin: Springer-Verlag, 1986. p.193.
- (4) Kittel, C. *Physik der Wärme*. Frankfurt: Wiley & Sons, 1973. p. 133.
- (5) Born, M. *Physikal. Zeitschr.*, **22**, 1921. p. 218.
- (6) Steinour, H. *Heat and Entropy*. J. Chem. Educ., **25**, 1948. p.15.
- (7) Falk, G. und Ruppel, W. *Energie und Entropie*. Berlin: Springer-Verlag, 1976. p. 92.
- (8) Barrow, G.M. *Thermodynamics should be built on energy-not on heat and work*. J. Chem. Educ., **65**, 1988. p.122.
- (9) Las siguientes suposiciones, junto con la elección de una unidad, son suficientes para una metrización inequívoca del calor:
 - Cada objeto contiene calor, cuya cantidad no puede disminuir si está aislado térmicamente.
 - Dos objetos idénticos en su composición y estado contienen cantidades idénticas de calor.
 - El contenido de calor de un objeto compuesto es igual a la suma de los contenidos de calor de sus partes.