

Unificando la visión del mundo (II)

Segunda estación. Calor y mecánica: el atomismo

La fuente de calor generado por fricción parece ser inagotable. Resulta innecesario añadir que cualquier cosa que un cuerpo o un sistema aislado de cuerpos pueda suministrar sin límite, difícilmente puede ser de naturaleza material; y me parece muy difícil o mejor imposible formarme una idea clara de algo capaz de ser excitado y comunicado en los experimentos que no sea movimiento.

Benjamin Thompson, conde de Rumford

Cada vez que se aproxima el verano comienzan a saltar las alarmas que nos previenen sobre los peligros que comportan los golpes de calor. ¿Qué sabemos sobre el calor? ¿Qué es eso de la temperatura? ¿Qué tiene que ver el calor con la Teoría del Todo sobre la que estamos indagando?

Varios son los fenómenos asociados al calor con los que estamos familiarizados: así, al mezclar agua caliente y agua fría obtenemos agua tibia, al calentar los cuerpos, estos no sólo se dilatan sino que, incluso, pueden cambiar de estado, fundiéndose o evaporándose, nos frotamos las manos a fin de aumentar su temperatura, etc.

Las primeras teorizaciones mediante las que se buscaba explicar estos fenómenos dotaban al calor de propiedades similares a las de un fluido, eso sí, un fluido especial. En el lenguaje coloquial aún quedan rastros de esta concepción y, por ello, es común

escuchar expresiones como: [...] *Ese cuerpo almacena mucho calor o acércate para que pueda darte un poco de calor.* En estas expresiones aparece siempre el calor con una connotación de cantidad: “algo” material se acumula en los cuerpos y puede transferirse de uno de ellos a otro. Ese “algo” acabaría conociéndose como calórico y haciendo uso de él y adjudicándole diversas propiedades —entre las que destaca la capacidad de las partículas de calórico para repelerse entre sí y para ser atraídas por la materia ordinaria— se pondría en pie una teoría mediante la cual se explicaban de forma coherente los fenómenos a los que antes hemos hecho alusión.

En efecto, en todo cuerpo existía una tensión entre dos fuerzas opuestas, de atracción y repulsión, cuyo equilibrio explicaba su estructura. El suministro de calórico alimentaba la repulsión y esta se manifestaba como un aumento de volumen (los objetos se dilatan al calentarlos) o, en caso extremo, como la rotura de la estructura inicial (el calentamiento convierte los sólidos en líquidos y a estos en gases). Por otra parte, los cuerpos con temperatura elevada, al contener un grado de calórico mayor que el que contienen los de temperatura más baja, ceden a estos parte de ese calórico al establecer contacto entre ambos, hasta alcanzar el equilibrio cuando el grado de calórico de los dos cuerpos se iguala, de forma similar a lo que lo que sucedía con los vasos comunicantes. La explicación del proceso mediante el que el frotamiento producía



Humphry Davy.

calor podía parecer, en principio, aceptable —la fricción y el roce de un cuerpo contra otro permitía la expulsión del calórico del interior y este pasaba de latente a manifiesto—, pero como apuntara el conde Rumford tras sus famosos experimentos de perforación de cañones, este proceso parecía ser inagotable...

Cobraría así cuerpo la idea de que el calor —su contenido y su grado— estaba asociado

al movimiento de partículas diminutas que constituían los cuerpos y que en última instancia la virulencia de ese movimiento —la energía cinética de esas partículas— era en el fondo lo sustancial del grado de calor de un cuerpo.

Así se expresaba Sir Humphry Davy en una de sus investigaciones sobre la naturaleza del calor:

[...] *La fricción y la percusión generan necesariamente movimiento o vibración de las partículas de los cuerpos. Podemos, pues, concluir razonablemente que este movimiento no es otra cosa que calor, o el agente repulsivo. El calor, entonces, o ese poder que impide el contacto completo de las partículas de los cuerpos, y que es además la causa de nuestra sensación de frío o calor, debe ser considerado como una forma peculiar de movimiento, probablemente una vibración de las partículas de los cuerpos, que tiende a separarlas. Puede ser así llamado con propiedad movimiento repulsivo.*

La ciencia del movimiento, la Mecánica, aparece así como explicación última de los fenómenos asociados al calor: una

nueva unificación, en términos de lo previamente explorado, parece posible.

La conclusión de esa tarea es ya una simple cuestión de tiempo; un nuevo mojón marca el progreso de la Teoría del Todo.

Miguel Hernández González
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia

Lavoisier, Rumford y Davy

El artículo que acompaña a éste abre la puerta a interesarnos por la vida de tres notables personajes que intervienen decisivamente en el apasionante relato de la Unificación de la Visión del Mundo: Antoine Lavoisier, Benjamin Thompson (conde Rumford) y Humphry Davy.

Lavoisier nació en la Francia prerrevolucionaria de 1743, hijo de un abogado que le proporcionó una excelente formación. Estudiante joven y ávido de gloria ganó a los 22 años un concurso de la Academie des Sciences para la iluminación de las calles de París. En 1768 es admitido a la Academia como químico adjunto por un artículo sobre análisis de muestras de agua. Pasó por todos los grados de la estructura académica y llegó a director en 1785. En el interin (1771), se había casado con una chica de 13 años, Marie Paulze, inteligente mujer que sería su gran colaboradora y la responsable de traducir sus trabajos al inglés, hecho decisivo para la extensión de sus ideas, habida cuenta de que el epicentro de la Ciencia de la época estaba en el Reino Unido.

Lavoisier es considerado el fundador de la Química moderna. Sus contribuciones fueron muchas y muy diversas, pero interesa aquí destacar que desmontó la teoría del flogisto, al explicar la combustión como el resultado, no de la liberación de un principio hipotético de fuego, el flogisto, sino de la combinación de la sustancia que quema y el oxígeno. Identificó por primera vez la composición química del agua y del aire, y estableció el llamado “principio de conservación de la masa” que, aunque erróneo en último extremo, permitió el decisivo avance en el estudio de las reacciones químicas. Sus libros “Método de nomenclatura química” en el que establece la nomenclatura que usamos aún hoy, y el “Tratado elemental de química” serían los puntos de referencia de esta ciencia durante el siguiente siglo.

En este último libro se contiene una lista de elementos que no pueden ser descompuestos en otros (oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, fósforo, mercurio, zinc y azufre). Lo interesante para nosotros es que incluye también en esta relación la luz y el calórico, que él creía que eran sustancias.

Lavoisier fue un importante funcionario, que participó activamente en la Revolución. Acusado por Marat durante el Terror, fue guillotinado en la Plaza de la Concordia en 1794 y su cuerpo arrojado a una fosa común.

Al otro lado del Atlántico, entre tanto, en Woburn, Massachussets, (nada menos que en Elm Street) había nacido Benjamin Thompson (1753). Su vida se vio marcada por ser fiel a los británicos cuando comenzaron las guerras de independencia. Previamente había garantizado su posición económica casándose con una rica viuda, por lo que en 1775, vendiendo sus posesiones y abandonando a su familia, se embarca para Inglaterra. Con una personalidad arrolladora y un carácter cambiante, gana la amistad de importantes responsables de la corte inglesa, y tras conocer por casualidad al Duque de Baviera en un viaje a Francia, termina siendo su asesor civil y militar. En Munich terminará propiciando una especie de estado del bienestar (se dedicó a emplear a los mendigos para que trabajaran para los militares, al tiempo que le subía el sueldo a estos). La industria bélica floreció y la rica Baviera vivió un momento espléndido de su historia. Entre sus actuaciones figura la construcción de unos jardines ingleses a las afueras de Munich que aún existen como una de las atracciones de la ciudad.

Es en Munich donde Thompson hará sus observaciones sobre la evaporación del agua necesaria para enfriar los cañones que se construían en el arsenal. Sus medidas al respecto le llevaron a proponer un equivalente mecánico del calor y, aunque sus cálculos



B. Thompson, Conde Rumford.

están muy alejados de los valores que después obtendría Joule, son el primer intento serio de demostrar la no existencia del calórico. Por sus contribuciones a Baviera sería nombrado Conde Rumford.

Enriquecido, a su vuelta a Londres contribuye a la fundación de la Royal Institution, mientras pone su interés en el desarrollo de una serie de inventos que le hicieron tan conocido como polémico. Entre ellos figura la chimenea sin humo, la cama plegable y una serie de mejoras en las lámparas. También ganó polémica fama como nutricionista con un controvertido ensayo en el que establecía las ventajas del café sobre el te (¡en Inglaterra!).

Curiosamente, se casó de nuevo con otra viuda, en este caso la de Lavoisier, Marie

Paulze que fue por tanto esposa del defensor del calórico y del primer gran oponente de la teoría.

Al poco de fundarse la Royal Institution, Rumford se fijó en un joven que había adquirido cierta notoriedad por su propuesta de usar el óxido nítrico (el gas hilarante) como método anestésico. El joven en cuestión era Humphry Davy, al que sus pruebas a este respecto (experimentaba consigo mismo) habían estado a punto de costarle la vida. Y Rumford le hizo entrar en la Institution.

Hijo de un leñador, Davy empezó a trabajar en una farmacia (en aquellos tiempos en ellas se extraían muelas y se hacía cirugía menor) y su curiosidad le llevó al estudio antes referido. Una vez en la Royal Institution desarrollaría una brillantísima carrera científica. Su interés se centró especialmente el efecto de las corrientes eléctricas en las sustancias químicas, utilizando la recientemente inventada pila de Volta. Es considerado el fundador de la Electroquímica.

Sus mediciones sobre el calor, verificando las intuiciones de Rumford son una contribución imperecedera a la Física, aunque habría que esperar largos años a que Sadi Carnot, primero, y Joule y Helmholtz, después, establecieran con claridad que calor y trabajo son dos formas de energía.

Davy contribuyó también a la Física de otra manera. Ayudó a un joven llamado Michael Faraday al que contrató para la Royal Institution. Cerca de su muerte afirmaría que había sido su mayor descubrimiento y no le faltaba razón: Faraday es uno de los científicos más grandes de todos los tiempos.

Luis Vega Martín
Departamento de Física
Fundamental y Exp. Universidad de La Laguna