

LOS IMPRESCINDIBLES DE LA CIENCIA / 9

RUDOLPH CLAUSIUS

EL NACIMIENTO DE LA TERMODINÁMICA



Rudolph Clausius (1822-1888), el fundador de la Termodinámica.

LUIS VEGA MARTÍN *

Es difícil descubrir en aquél oficial que dirigía un cuerpo de ambulancias germano en la guerra Franco-Prusiana (1870-1871) a uno de los más importantes científicos del siglo XIX. Su participación en la guerra, que le costaría heridas cuyas secuelas arrastraría el resto de su vida, era coherente con el fervor patriótico en el que había sido educado desde su nacimiento en Köslin, Prusia, (hoy Koszalin, en Polonia), y que inspiraba el proceso de unificación alemana dirigido por el canciller Bismarck. El oficial en cuestión se llamaba Rudolph Clausius y, por aquella época, ya había hecho aportaciones decisivas a la ciencia.

Hijo de un pastor protestante, Clausius nació el dos de enero de 1822, asistiendo en su juventud a la escuela que dirigía su propio padre. Cursa el Gymnasium en Stettin (hoy Szczecin) y sus estudios universitarios en Berlín, donde se graduó en 1844. En 1847 obtiene el grado de doctor por la Universidad de Halle con una tesis sobre los efectos ópticos de la luz en la atmósfera. Resulta interesante resaltar que su tesis contiene un importante error conceptual, pues trata de explicar el color azul del cielo y los colores rojos de los atardeceres a partir de la ley de la reflexión y la refracción de la luz, cuando lo cierto es que, por sí solos, no son estos fenómenos los que dan cuenta de los colores de la atmósfera, que sí se justifican a partir del fenómeno de la dispersión. No obstante, el tratamiento matemático del problema hecho por el joven Rudolph es sobresaliente, e indica con claridad que su talento se orienta hacia lo que hoy denominamos Física Teórica.

Enseguida Clausius obtiene trabajo como profesor de la Real Escuela de Ingeniería y Artillería de Berlín, además de tener un puesto de Privatdozent de la Universidad de esa capital. Un Privatdozent era un profesor que recibía

autorización de dar clases a los alumnos de la Universidad, pero sin cobrar de ella, de modo que eran los propios alumnos los que atendían sus honorarios. Es en esta época cuando escribe su más importante trabajo, que leería en la Academia de Berlín en febrero de 1850 y se publicaría en *Annalen der Physik* ese mismo año. Llevaba por título *Über die bewegende Kraft der Wärme*, que puede traducirse como *Sobre las fuerzas del movimiento provocado por el calor*. La versión inglesa, publicada al año siguiente, tiene el más explícito -y largo- título de *Sobre las fuerzas que provocan el movimiento generadas por el calor y las leyes de la naturaleza del calor que son deducibles de ellas*. El contenido de éste trabajo, trascendental, requiere una corta digresión.

En 1824 el ingeniero militar francés Sadi Carnot, por entonces con veintiocho años, publicó una memoria sobre la manera de diseñar máquinas con el máximo rendimiento posible. Bajo el título de *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego...*, Carnot propone una máquina ideal y obtiene algunos resultados

asombrosos, como el que su rendimiento es función, sólo, de la diferencia de temperaturas entre los focos caliente y frío de la misma. Este extraordinario trabajo -el único que publicaría- tuvo escasa resonancia entre sus contemporáneos y su autor murió, en una epidemia de cólera, trágicamente joven en 1832, sin tiempo para ver la reformulación de su memoria que haría Émile Clapeyron en 1834.

Clausius conoció el trabajo de Carnot a través de la obra de Clapeyron, y contaba ya con los resultados experimentales de James Joule sobre el llamado "equivalente mecánico del calor". Sobre esas bases propone que todos los procesos de intercambio de calor y trabajo pueden deducirse de dos axiomas que hoy llamamos Principios Primero y Segundo de la Termodinámica.

El Primer Principio contiene la Ley de la conservación de la Energía, para lo cual Clausius introduce una nueva magnitud que hoy llamamos "energía interna". El Segundo Principio, en su trabajo de 1850, Clausius lo establece de un modo preliminar y ambiguo, pe-

La historia lo reconoce como el insustituible fundador de la Termodinámica

ro hace referencia a otra nueva magnitud -el cociente entre la variación de calor en un proceso y la temperatura a la que posteriormente llamará el propio Clausius entropía, que es constante en procesos ideales.

A lo largo de los siguientes quince años Clausius publicará ocho trabajos relacionados con la comprensión del concepto de entropía y su papel en las transformaciones que involucran calor y trabajo. En 1865 establecerá de forma definitiva los dos principios que gobiernan la Termodinámica en una forma mucho más clara: en todos los procesos naturales reales la energía se conserva (1^o), y la entropía aumenta, tendiendo a un máximo (2^o).

Estos principios rigen en la naturaleza de manera absoluta, sin importar el tipo de proceso o fenómeno que se considere. El Segundo Principio, que admite muchas formas de expresarse, es, entre otras cosas, el que establece la única dirección del transcurrir del tiempo cronológico. También da cuenta tanto de hechos aparentemente triviales -que el hielo no se enfría para calentar el whisky en una copa-, como de acontecimientos cosmológicos del calibre de la llamada "muerte térmica del universo".

Clausius se casó en 1858 con Adelheid Rimpam y ocupó puestos académicos en Zürich, de 1855 a 1867, Würzburg, hasta 1869, y a partir de ese año en la Universidad de Bonn. En 1875 muere su mujer en el parto de su sexto hijo, que fue uno de los cuatro que sobrevivieron al propio Rudolph. La dedicación a sus hijos y las secuelas de sus heridas de guerra en una pierna hacen que su actividad investigadora, centrada por entonces en la teoría electrodinámica, fuera decreciendo. Murió en Bonn el veinticuatro de agosto de 1888.

Escasamente conocido por el público general, Clausius obtuvo en vida el reconocimiento de los más grandes científicos de su época, desde James Clerk Maxwell a William Thomson, pasando por Josiah Gibbs, y la historia lo reconoce como el insustituible fundador de la Termodinámica ●

* Profesor titular de Física Aplicada de la Universidad de La Laguna