

# Del 'vapor' a la cuántica

► **Física** / Más de 80 expertos internacionales que trabajan en termodinámica cuántica se reúnen esta semana en Mallorca para intercambiar conocimientos entre los diferentes grupos de estudio de esta materia. **Elena Soto**

En pocos períodos de la historia de la Humanidad la ciencia ha estado tan relacionada con sus aplicaciones y a la inversa como en la Revolución Industrial. El vapor que movió a las máquinas empujó también a la investigación, impulsando gran parte del desarrollo tecnológico y de la comprensión de los principios que rigen los intercambios de energía. El esfuerzo por entender estos nuevos aparatos y perfeccionarlos no solo favoreció su eficiencia sino que llevó a la aparición de una nueva rama de la física, la termodinámica y al descubrimiento de sus leyes.

Los principios de la termodinámica se encuentran entre las más

importantes generalizaciones en física y se descubrió que, además, de poderse aplicar a las máquinas de vapor, también eran válidos para los sistemas vivos. Estos principios son lo más parecido en ciencia a un *dogma de fe* y si algo parece ir en su contra tiene todas las papeletas para ser falso. El astrofísico Arthur Eddington afirmó «si su teoría está en contra de la segunda ley de la termodinámica, no puedo darle esperanzas» y Einstein reconocía su valor diciendo: «Es la única teoría física de contenido universal que estoy convencido que jamás será desechada».

La termodinámica es una teoría fenomenológica (basada en obser-

vaciones experimentales) que estudia a nivel macroscópico las relaciones entre las distintas formas de energía y cómo ésta puede convertirse en movimiento. Aunque existieron incursiones anteriores, su consolidación se produjo en el siglo XIX, permitiendo establecer un criterio claro para entender la temperatura, lo que hizo posible la aparición de la escala absoluta de temperaturas o escala Kelvin, asignando un valor de 0°K (- 273,15 °C) a la temperatura a la que no se puede extraer más calor del sistema. Los trabajos de investigadores como Carnot, Mayer, Joule, Clausius o Kelvin, entre otros, permitieron llegar a los principios clave de la

termodinámica y, aportaciones cruciales, como las de Boltzmann, derivaron las propiedades termodinámicas globales a partir de la mecánica de las partículas, lo que llevó a formular la interpretación estadística de la termodinámica que proporcionaría las piezas necesarias para que científicos, como Planck o Einstein comenzaran con la construcción del edificio de la mecánica cuántica.

A partir de razonamientos deductivos, siguiendo un método experimental, las cuatro leyes de la termodinámica describen los sistemas físicos macroscópicos. La primera es la ley de la conservación de la energía. La segunda postula que la entropía de un sis-

tema aislado, una medida de su desorden, nunca puede decrecer. La tercera ley habla de la imposibilidad de alcanzar la temperatura de cero absoluto en un número finito de operaciones. Y, finalmente, la ley cero introduce el concepto de equilibrio térmico, permitiendo definir el concepto de temperatura; cuando dos objetos se encuentran en equilibrio térmico con un tercero, ambos están en equilibrio entre sí.

El descubrimiento de estos cuatro principios para sistemas clásicos fue un gran avance de la física del siglo XIX, sin embargo, para sistemas cuánticos, el papel de estos principios todavía es poco conocido.

SIGUE EN PÁGINA 2



**VIENE DE PORTADA**

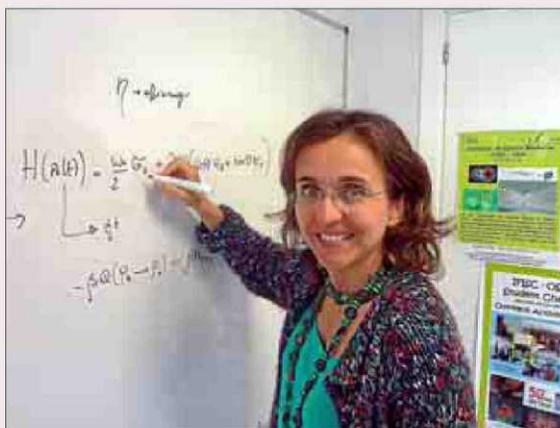
¿Qué sucede cuándo la termodinámica aplicada a sistemas macroscópicos –para un gran número de partículas– se va a pequeña escala, es decir, a nivel cuántico? Actualmente, se pueden manipular sistemas de unidades fundamentales de átomos y de iones y, si se desciende de grandes números a un mínimo de partículas que se pueden controlar ¿qué puede decirnos la termodinámica y cómo se puede modificar?

La segunda Conferencia de Termodinámica Cuántica, organizada por el Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos, IFISC (CSIC-UIB), reúne esta semana en Palma a más de 80 expertos internacionales en esta materia y busca ser un punto de referencia para los investigadores que trabajan en la termodinámica en régimen cuántico, en relación con la teoría de la información cuántica y la física estadística.

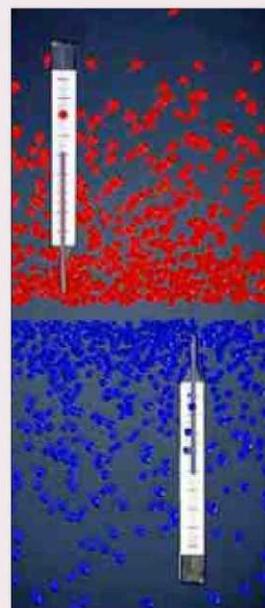
En los últimos años se han producido grandes avances en el control y observación del calor, el trabajo y la información en experimentos en los sistemas cuánticos. Los avances tecnológicos permiten ir a escalas muy pequeñas manipulando los átomos individualmente y surge el interés de construir nanomáquinas a partir de estos sistemas, por lo que los efectos cuánticos comienzan a tener un papel cada vez más fundamental.

«Este encuentro tiene tres grupos de trabajo», explica Roberta Zambrini, investigadora del IFISC (CSIC-UIB) y miembro del comité organizador de la conferencia. «El primero estudia cuestiones fundamentales sobre la naturaleza del equilibrio y la emergencia del estado térmico de equilibrio en el contexto de la física cuántica. El segundo grupo está relacionado con la teoría de la información y la termodinámica y el tercero tiene que ver con las implementaciones, es decir comenzar a realizar experimentos de termodinámica que sean cuánticos. Actualmente en los laboratorios ya se pueden manipu-

**MALLORCA, CENTRO DE LA TERMODINÁMICA CUÁNTICA**



**Investigación.** A la izquierda, Roberta Zambrini, investigadora del IFISC (CSIC-UIB). A la derecha, recreación artística de temperaturas positivas y negativas, a una temperatura absoluta negativa, la distribución de energía de las partículas se invierte en comparación con lo que ocurre a una temperatura positiva. IMÁGENES IFISC/LMU-MPO MUNICH



Investigadores del IFISC (CSIC-UIB) que forman parte del comité organizador de la Conferencia. IFISC

lar sistemas cuánticos individuales por lo que se ha de decidir cómo se puede implementar un experimento en estas escalas y los tipos de resultados que se obtienen».

«La termodinámica fue el esqueleto fundamental de la Revolución Industrial y, en la actualidad, la termodinámica cuántica, está relacionada con numerosas tecnologías, que van desde las celdas solares al ordenador cuántico», comenta Zambrini, «pero hay que entenderla, un reto que hoy en día ya es posible porque disponemos de la capacidad experimental de poder estudiar estos sistemas».

«Se está apostando por este campo de estudio, hay varios proyectos europeos y grupos de trabajo centrados en esta área», añade, «por eso hace un par de años un grupo de investigadores se organizó para pedir a la Comunidad Europea la financiación de un tipo de acción que se llama COST».

Las acciones COST (*European Cooperation In Science and Technology*), son iniciativas en las que la C E apoya a los científicos para que se centren en una temática concreta con el objetivo de aprovechar al máximo las interacciones a nivel internacional, sacando el máximo grado de comprensión de un tema. Las hay dedicadas a numerosos campos del conocimiento y una de ellas está dirigida a la termodinámica cuántica. Esta segunda conferencia, la primera tuvo lugar en Berlín en enero de 2014, está financiada por este programa.

En el marco de este encuentro se ofrecerán diversas charlas y reuniones con expertos, tanto teóricos como experimentales. «Se financia que la gente se encuentre y comunique lo que está investigando», destaca Zambrini, «además, el programa COST busca involucrar al colectivo de jóvenes y de mujeres marcando unas cuotas mínimas –el 40% de los que imparten ponencias tienen que ser jóvenes y el 25% mujeres–. El aspecto de género es muy importante porque el número de investigadoras en la física fundamental es desproporcionadamente pequeño».