

Los efectos de la turbulencia cuántica

Una perturbación inducida en una nube de átomos fríos de rubidio produce un fenómeno ondulatorio similar al de la luz

Victória Flório | PUBLICADO EN ENERO DE 2018

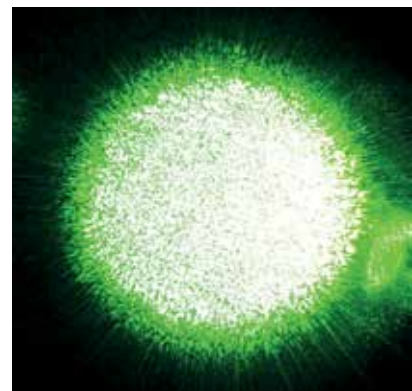
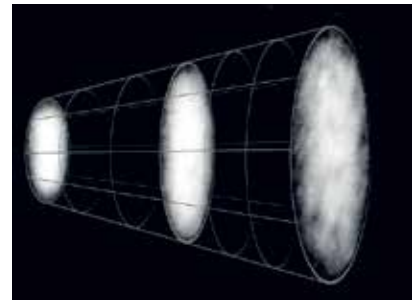
Cuando se los somete a las condiciones específicas que caracterizan a los sistemas cuánticos, tanto los átomos que componen una hoja de papel como los seres vivos, e incluso las estrellas, dejan de comportarse como partículas y pasan a manifestarse como ondas. En ese estado, la materia presenta efectos que violan la visión clásica y los átomos pueden traspasar barreras anteriormente infranqueables. En experimentos recientes, un equipo coordinado por científicos del Instituto de Física de São Carlos de la Universidad de São Paulo (IFSC-USP) constató que una nube de átomos del elemento químico rubidio, superenfriada y aislada, conserva aspectos de su comportamiento ondulatorio incluso después de haber sido perturbada mediante la generación de vórtices y evolucionar hacia una condición de turbulencia cuántica. Las muestras de átomos bajo esas condiciones son bastante conocidas y estudiadas, pero no se sabía cuál sería el resultado de la introducción de un gran desorden en ese tipo de sistemas.

En un artículo publicado en octubre en la revista *PNAS*, los científicos describen que a medida que la nube se expande surge un patrón granular denominado *speckle* o moteado, un fenómeno característico de la interferencia de ondas similar al que se produce cuando se proyecta un haz de luz láser sobre una pared u obstáculo. En el caso de la muestra de átomos de rubidio refrigerados, el *speckle*

presenta una forma de manchas en tres dimensiones. En cuanto al caso del láser proyectado sobre un obstáculo, el mismo es bidimensional. “Ésta fue la primera vez que se observó *speckles* tridimensionales”, explica el físico Vanderlei Bagnato, del IFSC, uno de los autores del artículo y coordinador del Centro de Investigación en Óptica y Fotónica (CePOF), uno de los Centros de Investigación, Innovación y Difusión (Cepid) de la FAPESP.

El grupo de la USP estudia un superfluido confinado, el condensado de Bose-Einstein, que está formado por una nube de cientos de miles de átomos de rubidio aislados en una jaula magnética. En ese sistema, los efectos cuánticos empiezan a aparecer cuando se lo enfría hasta temperaturas cercanas a una millonésima de grado por encima del cero absoluto, el cero Kelvin, o sea, $-273,15$ °C. En esa condición, el conjunto de átomos pierde toda viscosidad y se transforma en un superfluido, uno de los estados de la materia. Para introducir la turbulencia cuántica en la nube, los físicos aplican un campo magnético que induce la formación de vórtices. A continuación, desconectan la trampa magnética y registran la expansión del condensado. Durante ese momento de inestabilidad aparece el *speckle*.

El equipo científico de São Carlos fue uno de los pioneros en introducir turbulencia en el condensado de Bose-Einstein. En una labor conjunta con colegas de la Universidad de Florencia, en Italia,



Secuencia de manchas tridimensionales generada por turbulencia cuántica en el condensado de Bose-Einstein (arriba) que se asemeja al efecto producido por un láser al interponerse un obstáculo

los investigadores paulistas revelaron en 2009 que el condensado es un medio más sencillo para el estudio de la turbulencia en superfluidos que el helio líquido que se emplea usualmente. Este nuevo trabajo expande las posibilidades de estudio del comportamiento de los *speckles* tridimensionales y de la turbulencia cuántica. “Se trata de una nueva tesitura física, a partir de la cual podrían revelarse efectos aún no estudiados”, comenta Pedro Ernesto Tavares, primer autor del artículo en la revista *PNAS*. El patrón granular de manchas bidimensionales generado por láser actualmente se emplea en forma usual para caracterizar superficies de materiales. ■

Proyecto

CePOF-Centro de Investigación en Óptica y Fotónica (nº 13/ 07276-1); Modalidad Centros de Investigación, Innovación y Difusión (Cepid); Investigador responsable Vanderlei Salvador Bagnato (USP); Inversión R\$ 28.014.802,21 (para la totalidad del proyecto).

Artículo científico

TAVARES, P. E. S. et al. Matter wave speckle observed in an out-of-equilibrium quantum fluid. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*. v. 114, n. 8, p. 12691-5. 28 nov. 2017.