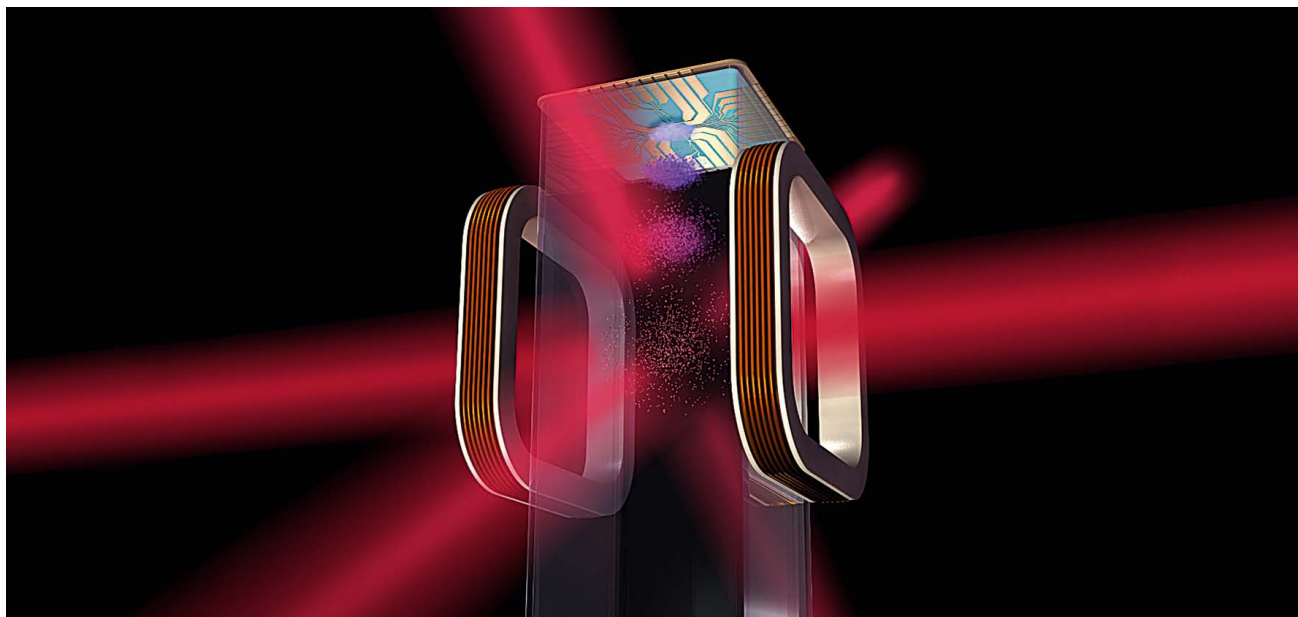


Crean materia cuántica en un laboratorio en órbita

La obtención de un condensado de Bose-Einstein en la Estación Espacial Internacional permitirá explorar diversos misterios de la física fundamental

ELIZABETH GIBNEY



EL LABORATORIO DE ÁTOMOS FRÍOS de la NASA usa láseres y otras técnicas para enfriar átomos atrapados en campos magnéticos hasta temperaturas cercanas al cero absoluto, como muestra esta recreación.

Desde hace 25 años, los físicos utilizan un exótico estado de la materia que surge en átomos ultrafríos para investigar el comportamiento cuántico a escala macroscópica. Y ahora pueden hacerlo en el espacio.

La hazaña (la creación de un condensado de Bose-Einstein) la han protagonizado físicos del Laboratorio de Átomos Fríos de la NASA (CAL, por sus siglas en inglés), valorado en 100 millones de dólares, que entró en funcionamiento a bordo de la Estación Espacial Internacional en junio de 2018. Los resultados constituyen una prueba de concepto que muestra que el laboratorio puede explotar satisfactoriamente la microgravedad del espacio para generar fenómenos que serían imposibles en la Tierra.

«Me parece un logro sencillamente asombroso», comenta Courtney Lannert, física teórica del Colegio Smith, en Northampton, Massachusetts. Los hallazgos se publicaron el 11 de junio en la revista *Nature*.

Comportamiento exótico

Creados por primera vez en 1995, los condensados de Bose-Einstein se originan al enfriar nubes de átomos hasta rozar el cero absoluto [véase «Trampa de láser para partículas neutras», por Steven Chu; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, abril de 1992]. A esta temperatura, prevalece la naturaleza cuántica ondulatoria de las partículas, que se funden en un único objeto cuántico macroscópico que los físicos pueden emplear para investigar comportamientos exóticos.

En la Tierra, la gravedad limita el estudio de estas nubes, puesto que se dispersan rápidamente a menos que los efectos gravitatorios se contrarresten con fuertes campos magnéticos. Sin embargo, en microgravedad, los condensados persisten durante más tiempo, lo que permite realizar investigaciones más precisas. Y dado que en el espacio pueden usarse trampas magnéticas débiles para atrapar los átomos, es posible reducir su temperatura aún más, en parte gracias a una técnica que enfría los condensados dejando que

se expandan. «La mayoría de los físicos cuánticos dirían que los experimentos con átomos fríos son geniales, pero para mejorarlos hay que trasladarlos al espacio», asegura Kamal Oudrhiri, director de la misión del CAL en el Laboratorio de Propulsión a Chorro de Pasadena, California.

Los investigadores emplearon los precisos láseres del CAL en condiciones de alto vacío para producir condensados que sobrevivieron más de un segundo a 200 billonésimas de grado sobre el cero absoluto, al nivel de algunos de los experimentos más exitosos llevados a cabo en la Tierra. En futuras pruebas, el equipo planea bajar hasta una temperatura récord de 20 billonésimas de grado y crear condensados que perduren 5 segundos, afirma Oudrhiri. Eso lo convertiría en el lugar más frío del universo conocido.

Un laboratorio del tamaño de un lavavajillas

Este condensado no es el primero que se obtiene en el espacio. Algunos experi-

mentos realizados en cohetes que se adentran temporalmente en el espacio (y otros que utilizan torres de caída libre en la Tierra) han proporcionado indicios sobre la manera en que se comporta esta fase de la materia en condiciones de microgravedad. Pero el CAL es el primero de estos laboratorios que se halla en ese entorno de forma permanente, señala Maren Mossman, física de la Universidad Estatal de Washington en Pullman, y podría ser el primero de una serie de laboratorios de átomos fríos ubicados en el espacio. Su éxito no estaba garantizado, subraya: el CAL ha encajado instrumentos que suelen ocupar un laboratorio entero en un volumen del tamaño de un lavavajillas.

Y estos resultados no son más que el comienzo. Mossman forma parte de un equipo que emplea el CAL para crear estados de Efimov, grupos de partículas que no se unen de dos en dos, pero sí de tres en tres, y que llevan tiempo fascinando a los físicos.

Otros grupos también han iniciado experimentos para inducir fenómenos que solo son posibles en el entorno de la Estación Espacial Internacional. El equipo de Lannert, por ejemplo, ha empezado a producir burbujas de condensado de 30 micrómetros de diámetro. Sometidas a la gravedad de la Tierra, estas se acumularían y adoptarían forma de cuenco o de tortita. Las características de las burbujas, que son finas y no tienen bordes, deberían llevarlas a generar remolinos, o vórtices,

con comportamientos novedosos, asegura la investigadora. «Esa forma no puede darse a no ser que se elimine la fuerza de la gravedad. Por el momento, las perspectivas son buenas, en el sentido de que la trampa hace lo que esperamos que haga.»

«Cirugía cardíaca» en el espacio

Aun siendo ya el experimento más complejo jamás realizado en la Estación Espacial Internacional, la instalación fue sometida a una asombrosa actualización en el mes de enero. En ocho días, las astronautas de la NASA Christina Koch y Jessica Meir instalaron un interferómetro atómico, un proceso que Oudrhiri compara con realizar una operación de corazón en el espacio.

El interferómetro divide las nubes en dos estados cuánticos (de modo que es como si cada átomo existiera en dos lugares a la vez), que luego vuelven a unirse para generar un patrón de interferencia. Este permite medir con gran sensibilidad las fuerzas alrededor del condensado, lo cual puede servir a los físicos para poner a prueba las leyes fundamentales de la naturaleza o para buscar la energía oscura. Los ensayos que se efectuaron en mayo (cuando el CAL, controlado remotamente, era el único laboratorio de átomos fríos activo en Estados Unidos, debido al confinamiento por el coronavirus) muestran que el interferómetro funciona según lo previsto, afirma Oudrhiri.

La naturaleza compacta del CAL obligó a hacer concesiones respecto a sus

posibilidades: no es el laboratorio ideal para cualquier experimento, ya que debe ajustarse a las necesidades de múltiples proyectos, señala Lannert. «Pero el sacrificio merece la pena», añade. Además, permite a los físicos llevar a cabo estos experimentos sin necesidad de contar con grandes laboratorios. «Somos una pequeña universidad de humanidades, así que es tremendamente emocionante poder obtener datos con este instrumento.»

Elizabeth Gibney es periodista especializada en física de Nature.

Artículo original publicado en Nature.com el 11 de junio de 2020. Traducido con el permiso de Nature Research Group © 2020

Con la colaboración de **nature**

PARA SABER MÁS

Observation of Bose-Einstein condensates in an Earth-orbiting research lab. David C. Aveline et al. en *Nature*, vol. 582, págs. 193-197, 11 de junio de 2020.

EN NUESTRO ARCHIVO

El condensado de Bose-Einstein. Eric A. Cornell y Carl E. Wieman en *JyC*, mayo de 1988.

El gas más frío del universo. Graham P. Collins en *JyC*, febrero de 2001.

Mecánica cuántica de los condensados de Bose-Einstein. Arturo Polls, Jordi Boronat y Ferran Mazzanti en *JyC*, febrero de 2001.

GENÉTICA EVOLUTIVA

Vinculan un gen neandertal con la percepción del dolor

Las personas que han heredado de los antiguos homínidos mutaciones que alteran los nervios suelen experimentar más dolor

EWEN CALLAWAY

La vida de los neandertales no era nada fácil. Subsistían a duras penas a lo largo de Eurasia occidental, cazando mamuts, bisontes y otros animales peligrosos. Ahora, un estudio pionero aparecido en *Current Biology* revela que, a pesar de su dura existencia, tenían una predisposición biológica para percibir el dolor con mayor intensidad. Los investigadores han descubierto que nuestros antiguos parientes portaban tres mutaciones en un gen que codifica la proteí-

na Na_v1.7, que transmite las sensaciones dolorosas hasta la médula espinal y el cerebro. También han demostrado que, en una muestra de ciudadanos británicos, los que han heredado la versión neandertal de la Na_v1.7 suelen sentir más dolor que los demás.

«Es un primer ejemplo del modo en que empezamos a comprender la fisiología neandertal, tomando como referencia personas actuales», comenta Svante Pääbo, del Instituto Max Planck de Antropología

Evolutiva de Leipzig, quien ha dirigido el estudio con Hugo Zeber, del Instituto Karolinska, cerca de Estocolmo.

Una proteína que controla el dolor

Los científicos han tenido acceso únicamente a unos pocos genomas de neandertal, y la mayoría de ellos han sido secuenciados con una baja resolución. Esto ha dificultado la identificación de mutaciones que se produjeron después de que su linaje se separase del de los humanos