

Nueva vía para crear 'cristales de tiempo'

Con la ayuda de un supercomputador, científicos de las universidades de Granada y Tubinga (Alemania) han descubierto una forma de generar cristales de tiempo, un estado de la materia con estructura periódica que se repite en el tiempo. Se trata de un estudio teórico basado en las transiciones de fase que ocurren en extrañas fluctuaciones de sistemas de muchas partículas.

SINC

25/11/2020 11:26 CEST



Investigadores de la Universidad de Granada que han participado en el nuevo estudio sobre los cristales de tiempo. / UGR

Los [cristales de tiempo](#) son un nuevo estado de la materia propuesto en 2012 por el premio Nobel de física **Frank Wilczek** del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, EE UU). Dentro de ellos, los átomos repiten un patrón a través del tiempo, a diferencia de los cristales normales (como la sal o un diamante) donde su estructura se repite en el espacio.

Los autores proponen un ruta inexplorada hasta
ahora para construir cristales de tiempo
basándose en la observación de la ruptura

espontánea de la simetría de traslación temporal
en fluctuaciones raras dentro de sistemas de
muchas partículas

En 2017 científicos estadounidenses lograron observar experimentalmente [cristales de tiempo discretos](#) (con valores bien definidos), aplicando una fuerza externa periódica sobre iones atrapados en sistemas cuánticos.

Ahora, científicos de la **Universidad de Granada (UGR)** y la Universidad de Tubinga (Alemania) han descubierto una forma de crear **cristales de tiempo continuos** (con valores dentro de un rango) a partir de fluctuaciones extremas en sistemas de muchas partículas. El estudio lo publican en la revista [Physical Review Letters](#).

Los autores demuestran que ciertas transiciones de fase (como lo son el paso de sólido a líquido o a gas) que aparecen en estas fluctuaciones raras (como lo es ver nevar en verano) de sistemas físicos permiten romper espontáneamente la simetría de traslación en el tiempo. Su propuesta es que este inusual fenómeno natural permite crear los cristales de tiempo.

Test en el superordenador PROTEUS

De momento se trata de un estudio teórico, pero sus planteamientos se han puesto a prueba con éxito mediante simulaciones en el superordenador [PROTEUS](#) del Instituto Carlos I de Física Teórica y Computacional de la UGR, uno de los más potentes de España.

El coautor **Pablo Hurtado** de la UGR contextualiza el estudio: “La relatividad de Einstein nos enseñó que el tiempo es de alguna manera flexible, y que está inextricablemente unido al espacio en un todo que conocemos como **espacio-tiempo**. Pero esta unificación es parcial, ya que el tiempo sigue siendo especial en muchos sentidos”.

“Los ejemplos abundan –recuerda–: podemos movernos adelante y atrás entre dos puntos cualesquiera en el espacio, pero sin embargo no podemos visitar el pasado. El tiempo tiene una flecha (que apunta hacia donde

aumenta la entropía), mientras que el espacio no la tiene. Pero las simetrías del tiempo también exhiben peculiaridades interesantes”.

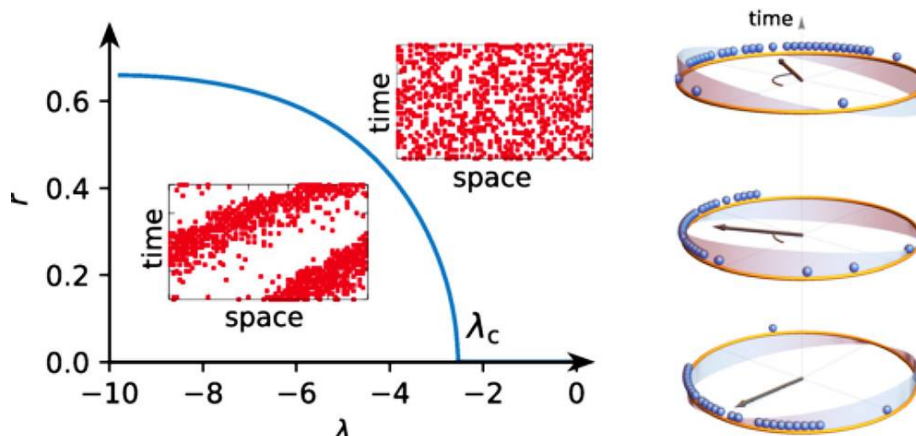
Usando simulaciones y herramientas de análisis espectral, lo que han demostrado los investigadores es la relación entre las llamadas transiciones de fase dinámicas (DPT) y los cristales de tiempo, eventos raros se pueden convertir en típicos mediante una transformación de la dinámica microscópica de las partículas

En su artículo, los científicos proponen la ruta inexplorada hasta ahora para construir cristales de tiempo basándose en la observación de una ruptura espontánea de la simetría de traslación temporal en las fluctuaciones de sistemas de muchas partículas.

Estas denominadas **transiciones de fase dinámicas (DPT)**, por sus siglas en inglés) aparecen en el espacio de trayectorias, cuando se condiciona a un sistema físico a realizar una fluctuación rara (o improbable) de ciertos fenómenos observables, como por ejemplo la corriente de partículas.

Usando herramientas de análisis espectral, lo que han demostrado los investigadores de forma inequívoca es la relación entre estas DPT y los cristales de tiempo. Curiosamente, estos eventos raros se pueden convertir en típicos mediante una transformación de la dinámica microscópica de las partículas que, a su vez, se puede interpretar en términos de la dinámica original complementada con un campo externo 'inteligente'.

En su estudio, el equipo analiza como funciona este campo, que actúa empaquetando a las partículas, empujando a las de detrás y frenando a las de delante en un modelo de fluido fuera del equilibrio y sujeto a un campo de empaquetamiento que presenta una transición de fase de tipo cristal de tiempo.



Esquema de creación de cristales del tiempo utilizado en el estudio. / R. Hurtado-Gutiérrez et al./Physical Review Letters

De esta forma se **rompe la simetría de traslación temporal**, mostrando un movimiento periódico coherente y robusto, además de un orden espacio-temporal de largo alcance. Esto permite que el comportamiento de cristal temporal, que antes era muy improbable, se pueda aprovechar de forma práctica.

En el estudio también se discute como crear estos cristales de tiempo en el laboratorio a partir de fluidos coloidales en trampas ópticas y bajo campos de empaquetamiento externos generados con pinzas ópticas.

Ciencia básica y aplicada

“Estos resultados son importantes porque, a nivel fundamental, abren un camino inexplorado para entender mejor el tiempo y sus simetrías, mientras que, a nivel práctico, nos enseñan nuevas formas de crear cristales de tiempo”, destacan los autores.

“Y esto –concluyen– es especialmente relevante en campos como la **metrología** para el diseño de relojes más precisos, o en **computación cuántica**, donde los cristales de tiempo pueden utilizarse para simular estados fundamentales o diseñar ordenadores cuánticos más robustos frente a la llamada [decoherencia](#), con las posibilidades tecnológicas que esto conlleva”.

Referencia:

Ruben Hurtado-Gutiérrez, Federico Carollo, Carlos Pérez-Espigares y Pablo I. Hurtado. "Building continuous time crystals from rare events". [Physical Review Letters](#), 2020.

Derechos: **Creative Commons**.

TAGS

CRISTALES DE TIEMPO | RELATIVIDAD | TIEMPO | ESPACIO-TIEMPO |
FÍSICA CUÁNTICA |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

