

UNED investigación

Una tesis abre la puerta para reconciliar la gravedad con la Física Cuántica

El trabajo de tesis de Begoña Mula Martín, estudiante de tercer ciclo en el Departamento de Física Fundamental de la UNED, considera desde un punto de vista matemático qué sucederá con las fuerzas del vacío cuando el propio espacio-tiempo esté curvado.

El vacío no es lo mismo que la nada. Esta frase es más profunda de lo que parece inicialmente, pero ¿cómo la podemos entender? A los físicos les gustan las analogías, porque les ayudan a pensar. Para razonar sobre el vacío, el profesor Rodríguez Laguna usa una metáfora basada en el mar, que será nuestro vacío. “Imaginémoslo azotado por el oleaje, que en nuestra analogía representa las partículas, la materia ordinaria viajando y chocando en todas direcciones. Ahora, eliminemos poco a poco el oleaje. Al hacerlo, vamos reduciendo la energía asociada. Y cuando no podamos eliminar nada más podremos decir que la energía será la mínima posible. ¿Qué hacemos entonces? El mar en calma, que en nuestra metáfora es el análogo del vacío. **El vacío, por lo tanto, no es más que el estado de mínima energía del universo.** Pero eso no significa que no tenga una estructura y unas propiedades interesantes de estudio. Sin embargo, las metáforas no deben ser estiradas más allá de sus límites naturales. El vacío tiene una naturaleza cuántica muy diferente y nuestras intuiciones a veces fallan”, explica el equipo de investigación.

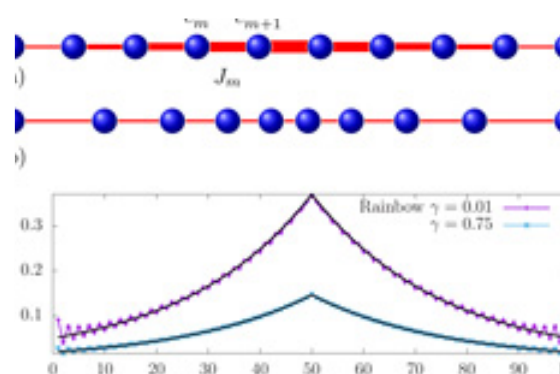
En 1948, dos físicos holandeses llamados **Hendrik Casimir** y **Dirk Polder** conjeturaron que, si dejamos un átomo en una caja absolutamente vacía, este se acercará a las paredes de la caja. ¿Por qué? “Bueno, hemos dicho que el vacío es el estado de mínima energía del universo. Meter un átomo, una partícula cualquiera en él, perturbará este estado de mínima energía, y el universo tratará de deshacerse del exceso de energía. Para ello, la estrategia óptima es empujar al átomo hacia las paredes. La predicción no se comprobó experimentalmente hasta 1997 y fue un gran éxito para la Física”, subrayan.

El trabajo de tesis de Begoña Mula Martín considera, desde un punto de vista matemático, qué sucederá con las fuerzas del vacío cuando el propio espacio-tiempo esté curvado.

En 1915, **Albert Einstein** demostró que la gravedad se puede interpretar como una curvatura del espacio. De nuevo, una analogía puede sernos de utilidad: si depositamos una bola de acero sobre una cama elástica, esta se deformará, y si lanzamos una canica sobre ella, la veremos sentirse atraída por la primera. “En la investigación se ha considerado cómo el vacío minimiza su energía cuando el propio espacio está curvado. Regresando a la analogía del mar, estudia qué forma adopta el mar en calma sobre una Tierra redonda, o con cualquier otra forma”, explica la codirectora de la tesis, Silvia N. Santalla.

Fuerzas de Casimir en espacios curvos: entre el vacío y la gravedad

Y aquí llega la **primera sorpresa**. Como ya se ha señalado, si se deposita un átomo en el interior de una caja vacía, este sentirá una fuerza de Casimir-Polder que lo empujará hacia las paredes. Si depositamos un átomo en el interior de una caja vacía, pero con la caja situada en un espacio curvo, la fuerza de Casimir-Polder se parecerá a la fuerza gravitatoria que ejercería el propio espacio curvo. Esta inesperada relación abre una serie de preguntas intrigantes. ¿Es esto una mera casualidad o existe una conexión profunda entre las fuerzas del vacío y las fuerzas gravitatorias? “Desde



tiempos de Einstein, el problema abierto más intrincado de la Física ha sido reconciliar la gravedad con la física cuántica, lo muy grande y lo muy pequeño. ¿Podríamos estar ante una nueva ruta para lograrlo?", concluyen el profesor Rodríguez Laguna y su equipo.

La física fundamental se enfrenta a las preguntas esenciales sobre la estructura del universo: ¿qué es realmente el vacío, la materia, la gravedad? Quizá jamás seamos capaces de dar una respuesta definitiva. Pero el esfuerzo por responderlas ha conducido a una serie de descubrimientos sorprendentes en los que participa un equipo de la UNED.

El título de la tesis es *Casimir forces on deformed fermionic chains*: Fuerzas de Casimir sobre cadenas fermiónicas deformadas. El artículo está publicado en [una revista nueva, de libre acceso](#), de la American Physical Society.
