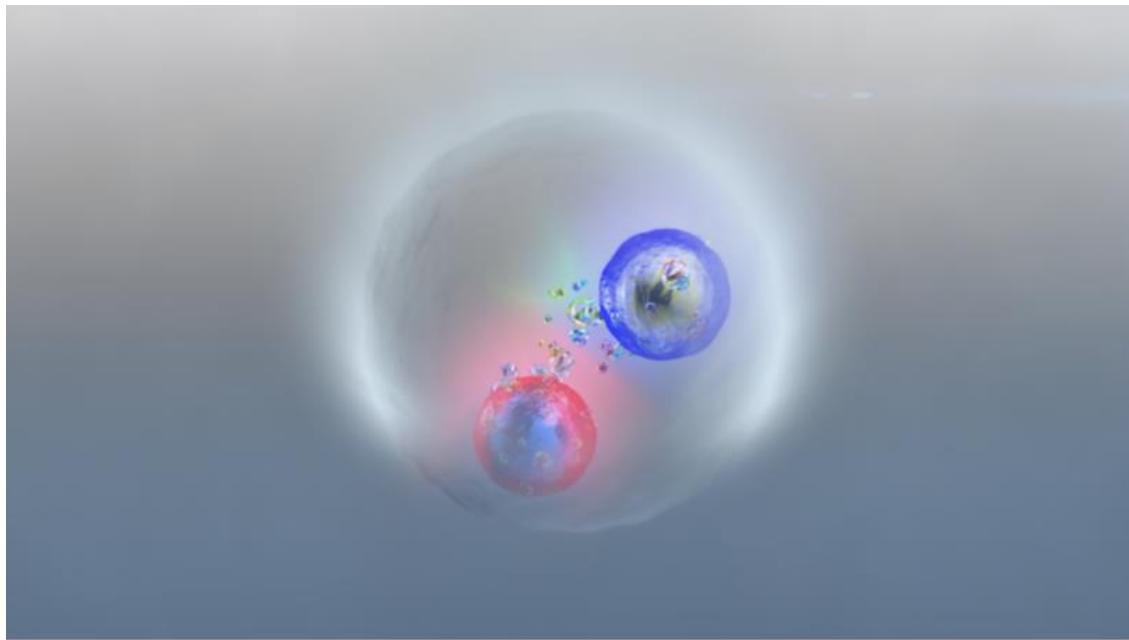


Madrid, lunes 28 de julio de 2025

Confirman la observación de un estado cuántico jamás visto en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN

- El Instituto de Física Corpuscular (CSIC-UV) tiene un papel relevante en la observación del ‘toponium’, la unión de una de las partículas elementales más pesadas
- El resultado confirma el hallazgo realizado por el experimento CMS, que demuestra que este nuevo sistema cuántico se produce en el acelerador más grande del mundo



Recreación artística de la interacción de un quark top y su antiquark top. / D. Domínguez / CERN

La colaboración internacional que opera el experimento ATLAS en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN [informó a principios de julio](#) de la observación del *toponium*, una unión de las partículas elementales más pesadas, el quark top. En física es lo que se conoce como un *estado cuasi ligado*, una unión temporal entre partículas que es inestable y se acaba desintegrando. Durante décadas se pensó que este estado era imposible de detectar. Ahora, el experimento ATLAS confirma la observación del

toponium realizada por el experimento CMS también en el LHC. Un grupo del Instituto de Física Corpuscular (IFIC), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat de València (UV), ha jugado un papel importante en la detección de este nuevo sistema cuántico.

Todo lo que vemos en el universo, incluidos nosotros mismos, está formado por quarks. Entre ellos, el quark top es, por naturaleza, una partícula solitaria. A diferencia de otros quarks, que pueden combinarse para formar hadrones (como los protones que forman el núcleo del átomo), el quark top se desintegra casi instantáneamente, sin tiempo para formar estados ligados. En física, un estado ligado es aquel donde una partícula está atrapada en una región del espacio con otras partículas porque no tiene suficiente energía para escapar. Es estable, a diferencia del estado cuasi ligado, donde la partícula puede escapar y es temporal e inestable.

La mecánica cuántica, la física que explica el comportamiento de átomos y partículas, permite que, en condiciones excepcionales, un quark top y su antipartícula, un antiquark top, sobrevivan el tiempo suficiente como para interactuar y formar el *toponium*, un estado cuasi ligado de vida extremadamente breve. Sin embargo, durante décadas se había considerado prácticamente imposible de detectar en el LHC, el mayor acelerador de partículas del mundo donde los científicos hacen chocar protones a velocidades cercanas a la luz para recrear las condiciones en las que surgió el universo.

Nuevo estado cuántico cuasi ligado

Hace un tiempo, en uno de los grandes experimentos del LHC, denominado CMS, se observó algo inusual con los datos registrados entre 2016 y 2018: un exceso de pares de quark y antiquark top (su antipartícula, idéntica en todo excepto en su carga eléctrica). Aunque este tipo de exceso puede interpretarse como una señal de nuevas partículas, la localización exacta del fenómeno llevó al equipo a considerar una posibilidad distinta: la formación del *toponium*.

El pasado 8 de julio, la colaboración ATLAS, donde participan más de 5.000 científicos y técnicos de todo el mundo, anunció de forma independiente a CMS la observación del mismo fenómeno, analizando datos tomados entre 2015 y 2018. Los resultados están en estrecho acuerdo con los resultados obtenidos por la colaboración CMS, reforzando la interpretación de que se trata de un nuevo estado cuántico cuasi ligado llamado *toponium*.

Participación del IFIC

El Instituto de Física Corpuscular (IFIC) participa desde sus inicios en el experimento ATLAS del LHC y ha tenido una presencia destacada en el grupo de física del quark top. El investigador del CSIC en el IFIC **Marcel Vos** ha contribuido al proceso de revisión de este resultado. **Vos** también coordina el LHC Top Working Group, el equipo encargado de todos los resultados relacionados con el quark top en el LHC.

“Desde la detección del quark top en 1995, la producción y propiedades de esta partícula y su antipartícula se han estudiado con mucho detalle”, explica **Vos**. “Durante años se creía que un estado ligado como el *toponium* sería indetectable, puesto que los efectos de esta unión eran demasiado sutiles. Pero los análisis de ATLAS y CMS demuestran que el LHC ha sido capaz de detectar esta efímera unión entre un quark top y un antiquark top, lo que resultaría en este nuevo estado casi ligado que ya se predijo en 1990, incluso antes del descubrimiento del quark top”, afirma el científico del CSIC.

A pesar de la evidencia clara de encontrarse ante un fenómeno inesperado, el origen último de *toponium* aún debe esclarecerse. Una posible explicación alternativa sería la existencia de una nueva partícula con una masa cercana al doble de la del quark top. Estos resultados muestran que todavía queda mucho por explorar en el Modelo Estándar de la física de partículas, la teoría que mejor describe el universo visible. Si la observación del *toponium* se confirma, el hallazgo marcará un nuevo hito en nuestra comprensión de los constituyentes más fundamentales del universo.

CSIC Comunicación Comunitat Valenciana

comunicacion@csic.es