



València, martes 28 de marzo de 2023

Los detectores Atlas y CMS del LHC observan un raro proceso con cuatro quarks top, las partículas más masivas conocidas

- El descubrimiento, llevado a cabo en el gran acelerador de partículas del CERN, podría derivar en el hallazgo de nuevas partículas más allá del modelo estándar
- Un equipo del Instituto de Física Corpuscular (IFIC-CSIC-UV) ha tenido una implicación destacada en esta observación

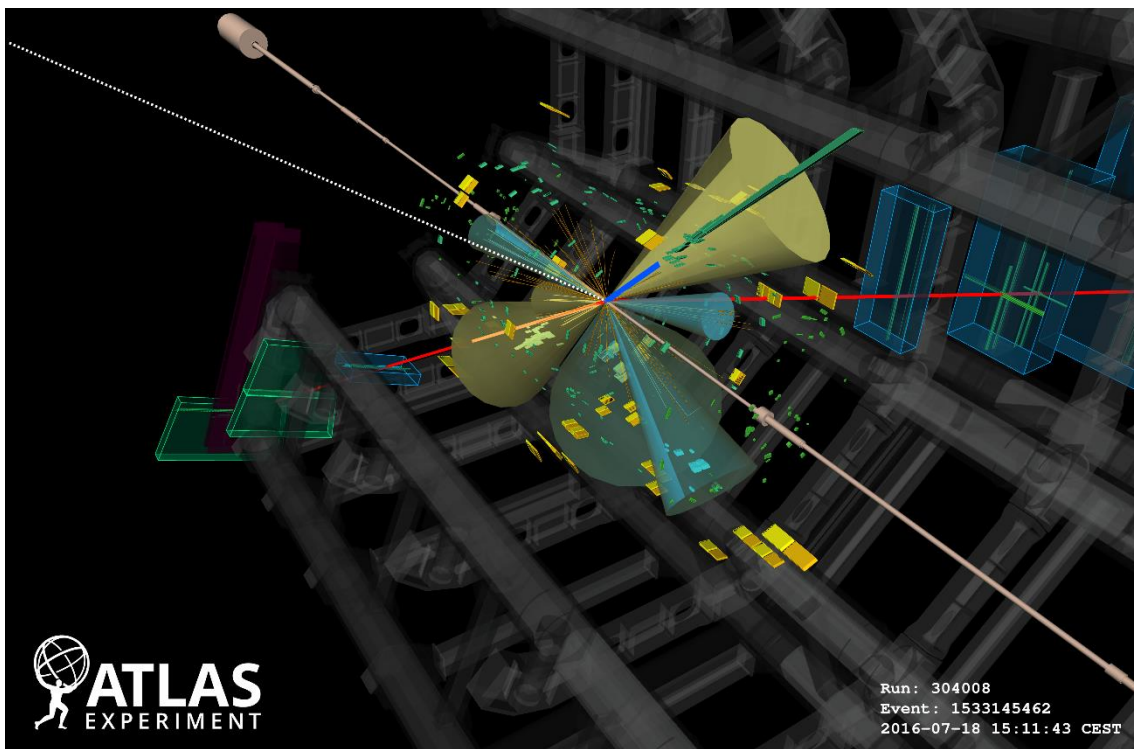


Imagen de una de las colisiones de la señal de cuatro quarks top en el detector de Atlas. Aparecen tres leptones cargados (dos muones, indicados con líneas rojas, y un electrón, indicado en azul) y siete jets (conos amarillos y azules). / ATLAS

Las colaboraciones científicas internacionales que operan en los experimentos Atlas y CMS en el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) han anunciado la primera observación de la producción simultánea de cuatro quarks top. El quark top es la

partícula elemental más masiva conocida, por lo que requiere mucha energía para producirse. El Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN, el mayor y más potente acelerador de partículas del mundo, es el único capaz de producir a la vez cuatro quarks top, el proceso más raro observado hasta la fecha y que produce el estado final más pesado. El Instituto de Física Corpuscular (IFIC), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat de València (UV), ha tenido una implicación destacada en el hallazgo.

El quark top, uno de los *ladrillos* que componen todo lo que vemos en el universo, puede tener la clave del mecanismo que genera la masa, dado que es la partícula elemental más pesada del modelo estándar, la teoría que describe el universo visible. El estudio de la producción de cuatro quarks top es particularmente importante, ya que nuevas partículas o fuerzas podrían alterar la probabilidad de producir cuatro quarks top a partir de las predicciones del modelo estándar. Es una especie de Santo Grial de la búsqueda de la nueva física.

La colaboración Atlas, uno de los dos grandes experimentos del LHC donde participan más de 5.000 científicos y técnicos de todo el mundo, había encontrado indicios de la producción simultánea de cuatro quarks top en los datos obtenidos entre 2015 y 2018 (Run 2). Ahora, tras cuatro años de toma de datos y cinco de análisis, el equipo científico de Atlas ha revisado la búsqueda aprovechando las mejoras en el rendimiento del detector, nuevas técnicas de análisis (entre ellas el aprendizaje automático denominado Graph Neural Network) y una mejor comprensión de los principales procesos de fondo. Todo ello hace que el resultado, presentado la semana pasada en la [conferencia de Moriond](#), alcance seis sigmas de confianza estadística, lo que confirma el hallazgo.

Los grupos de investigación del Instituto de Física Corpuscular (IFIC, CSIC-UV) y del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE) están implicados en la búsqueda de procesos raros con quarks top. **Marcel Vos**, investigador del CSIC en el IFIC, es el coordinador del grupo de física de top del experimento Atlas, mientras que **Aurelio Juste**, investigador del IFAE, es el presidente del consejo editorial que ha revisado la publicación.

“Estamos muy contentos de que finalmente se haya descubierto este proceso. A lo largo de mi trayectoria he podido trabajar en estudios fenomenológicos relacionados antes del inicio del LHC. Es una gran satisfacción ser finalmente testigo de este descubrimiento del modelo estándar después de todos estos años”, comenta **Vos**.

El entusiasmo que provoca el hallazgo entre los físicos de partículas de partículas proviene del espectacular estado final. Con cuatro quarks top, las masas restantes suman por sí solas 700 gigaelectronvoltios (GeV), cerca de la energía de colisión máxima alcanzada en el anterior acelerador de partículas más potente, el Tevatron en Fermilab (Estados Unidos). El hecho de que el LHC pueda descubrir este proceso es un testimonio del gran poder de esta compleja máquina.

Relación con el bosón de Higgs

Durante esta investigación, el equipo ha buscado también señales de nuevos fenómenos físicos en relación con el bosón de Higgs. Este análisis nuevo ha llevado a los científicos

a acotar la interacción entre el quark top y el bosón de Higgs, poniendo un límite de 1,8 veces la predicción del modelo estándar. Finalmente, también se ha observado un ligero exceso en la tasa en comparación con la predicción del modelo estándar, lo que hace que el resultado sea aún más intrigante.

En muchas de las extensiones del modelo estándar propuestas, la tasa de producción de sucesos con cuatro quarks top aumenta. “Con el tiempo se podrá confirmar si es la primera señal de una contribución inesperada de la física a este proceso más allá del modelo estándar, o si mediciones más precisas en el futuro coincidirán con el modelo. Por ahora, CMS, el otro gran experimento del LHC, también ha confirmado la observación”, apunta el científico del CSIC.

La colaboración Atlas continuará impulsando la precisión de esta medición durante el Run 3 del LHC, que está en curso desde 2022. Los estudios futuros brindarán información adicional sobre la señal observada, lo que ayudará a determinar si realmente coincide con el modelo estándar o si, por el contrario, hay indicios de nuevos fenómenos físicos que conduzcan a una comprensión más profunda de la naturaleza fundamental del universo.

CSIC Comunicación Comunitat Valenciana

comunicacion@csic.es