

BERNARDO ADEVA (COORDINADOR DEL PROYECTO), JUAN SABORIDO, JOSE ANGEL HERNANDO, ABRAHAM GALLAS Y MAXIMO PLO

Responsables del Grupo de Física de Altas Energías de la USC

“Nuestros experimentos pueden poner de manifiesto la ruptura del modelo estándar de la física de partículas”

El Grupo de Física de Altas Energías (IGFAE) de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) forma parte activa de un importante proyecto centrado en el estudio de la falta de simetría materia-antimateria, gran parte del cual se desarrolla en el CERN. Hablamos con Abraham Gallas (Project Leader del Silicon Tracker de LHCb), Daniel Esperante, Juan Saborido, y José Luis Fungueiriño, que junto a Jose A. Hernando y Maximo Plo Casasús, componen el grueso de investigadores del proyecto.

¿En qué consiste el proyecto que dirigen en el CERN?

B.A.: El experimento explora en el acelerador las leyes que gobiernan las transmutaciones radiactivas de la materia y la antimateria, especialmente las que conciernen a los quarks pesados.

Empecemos por ahí...

A.G.: Los quarks son partículas que forman la materia ordinaria (protones y neutrones), y se conocen réplicas más pesadas de los mismos, como el bottom (b), el charm (c) y el top (t). Estas réplicas tienen transmutaciones enteramente análogas a las que ocurren en la radiactividad natural. Jugaron un papel esencial en la evolución de los primeros instantes del universo. Nos interesan las leyes que gobiernan estas transmutaciones, y en particular el hecho de que no sean iguales para materia y para antimateria.

¿De dónde surgió la idea de poner en marcha este proyecto?

D.E.: Para estudiar esas transmutaciones, en 1998 propusimos un experimento en el colisionador del CERN, que se llama LHCb, en el que hemos construido un detector de micropistas de Silicio (Silicon Tracker o ST) de 300.000 canales electrónicos capaz de medir con gran precisión las desintegraciones de los quarks b. El experimento LHCb y el ST dentro de él, están tomando datos desde hace un año en el gran colisionador de hadrones del CERN. La elevada energía de esta máquina permite producir copiosamente todo tipo de quarks pesados. El esfuerzo de diseño, construcción, instalación y financiación de este dispositivo tecnológico -que cuesta aproximadamente 5 millones de euros- lo hemos compartido al 25% cuatro instituciones: las universidades suizas de Zurich y Lausanne (LPHE), la universidad alemana de Heidelberg y la Universidad de Santiago de Com-

postela. Nuestro grupo dirige, en la persona del Dr. Abraham Gallas como Project Leader el subdetector Silicon Tracker del experimento LHCb del CERN, uno de los 6 de los que consta este macro-experimento. Se trata de la mayor responsabilidad técnica de coordinación alcanzada hasta la fecha por ningún grupo español en el LHC.

¿Qué papel juega la tecnología en la investigación?

J.L.F.: Este tipo de Física requiere la utilización y la innovación de distintos tipos de tecnologías. Muchas de ellas están relacionadas con los sensores de partículas ionizantes, la electrónica de señales débiles, la microsoldadura, las fuentes de alimentación, los sistemas de monitorización y control, los detectores de píxeles y micropistas de Silicio, la instrumentación nuclear en general, los sistemas de vacío y otros elementos que en buena parte se han desarrollado en el seno del grupo.

D.E.: Además, también hemos desarrollado en el campus de la universidad de Santiago una instalación de computación del tipo TIER2, que se encuentra operativa desde 2004, y que, junto con la parte desarrollada en la universidad de Barcelona (UB), aporta el 7% de la potencia de cálculo de LHCb en simulación de datos, que es uno de los retos de computación más importantes del experimento. Además de esta instalación, hemos creado otra menor, el TIER3, enfocada a la realización del análisis físico de los datos del acelerador en Santiago, que está dando sus primeros frutos en la comparación de las primeras publicaciones científicas.

A.G.: Por otra parte y como complemento a las actividades tecnológicas anteriores, desarrollamos una serie de proyectos dirigidos hacia la investigación y desarrollo de nuevos detectores en futuros aceleradores, y también a la construcción de una futura versión de los detectores de micro-vértice del ex-



perimento LHCb que pueda operar con una intensidad (luminosidad) todavía mayor en el acelerador del LHC. Dentro de este programa, desarrollamos detectores de píxeles ultrafinos, así como técnicas de microsoldadura avanzadas para su electrónica asociada. También detectores de micropistas de Silicio. Estas investigaciones las realizamos en cooperación con el Centro Nacional de Microelectrónica en Barcelona (CNM), con el cual hemos desarrollado varios prototipos de detectores que hemos probado posteriormente en aceleradores del CERN. Esta actividad continúa intensamente en la actualidad.

Desde un punto de vista científico, ¿qué persigue el experimento?

B.A.: Buscamos estudiar en detalle en el laboratorio procesos de oscilación materia-antimateria con frecuencias elevadas, que implican tiempos de seguimiento de picosegundos (10^{-12} s). No sólo vamos a medir las frecuencias de oscilación en dichos procesos, sino también el adelanto de fase debido a la falta de simetría entre la materia y la antimateria. Vamos a ser el primer experimento en el mundo que lo haga, para réplicas de quarks entre la tercera y segunda generación.

Por otra parte, vamos a buscar procesos raros de desintegración de los quarks b y t, que pueden poner de manifiesto la ruptura del modelo estándar de la física de partículas, y arrojar luz sobre la existencia de nuevas partículas pesadas, como bosones de Higgs exóticos y partículas supersimétricas. Hemos hecho ya una primera publicación muy reciente en este sentido, utilizando pares de partículas penetrantes llamadas muones, donde el grupo de Santiago ha tenido un papel de liderazgo. En ella se alcanzan niveles de precisión análogos a los del acelerador del Tevatrón en EE.UU., y no hemos observado por el momento desintegraciones exóticas de los quarks b. Esta búsqueda continuará con mucha más precisión en los próximos dos años.

¿Ruptura del modelo estándar de la física de partículas?

A.G.: Nuestras investigaciones están en la frontera del conocimiento en Física fundamental. Concretamente, las medidas precisas que vamos a realizar sobre la falta de simetría materia-antimateria, denominada técnicamente violación CP, son uno de los temas punteros del programa científico del CERN para el LHC. La violación de la simetría CP que vamos a medir con precisión en el acelerador jugó un papel fundamental en la evolución del universo primitivo, y esperamos que permita entender por qué las galaxias que observamos hoy están formadas sólo por materia, con muy poca antimateria. En este sentido, nuestros estudios están relacionados con los que se llevan a cabo simultáneamente en experimentos espaciales como el de Samuel Ting en la estación espacial internacional, AMS-2.



Fotografías de los miembros del grupo en Santiago (arriba) y en el CERN (abajo)

Para llegar hasta ahí se precisa una gran formación...

B.A.: Al tener las investigaciones una raíz experimental, los físicos de nuestros equipos necesitan tener muy buena formación en este terreno: conocimientos tecnológicos, instrumentación nuclear, computación y también conocimiento profundo de la Física teórica. Creemos que estamos a un muy buen nivel y le daré un ejemplo: de las 5 primeras publicaciones de Física de quarks b que el experimento LHCb ha realizado y se encuentra en vías de realizar, el grupo ha tenido una contribución sobresaliente en dos de ellas. Y estamos hablando de una colaboración de 45 instituciones de Europa y Estados Unidos, lo que otorga a una universidad como la USC no sólo una gran visibilidad, sino también un enorme prestigio.

¿Cuáles son los objetivos de futuro del Grupo?

A.G.: El IGFAE está comprometido en dos proyectos a medio y largo plazo. En primer lugar, el proceso de consolidación del Instituto Gallego de Física de Altas Energías (IGFAE), creado por la Xunta de Galicia y la Universidad de Santiago en 1999 con el objetivo de promover el desarrollo de la investigación científica y técnica en el campo de la Física de Altas Energías en Galicia y fomentar la actividad industrial en tecnologías relacionadas con este tipo de investigaciones en la Comunidad Autónoma. El segundo proyecto de futuro es la creación del Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear (CPAN), financiado actualmente por el programa Consolidar Ingenio 2010 del Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIINN), en el que el IGFAE sería uno de los Institutos con mayor actividad científica. Con nuestro trabajo pretendemos también que los estudiantes de Física vean que hay acceso a una investigación de alto nivel en España y que no tiene por qué ser necesario irse fuera del país.



Fotografía de una de las 3 estaciones del Inner Tracker de LHCb construido por el grupo de Santiago de Compostela e instalado en el acelerador del LHC en 2009. El detector completo consta de 300.000 canales electrónicos. Puede verse en la foto el tubo horizontal del sistema de vacío del acelerador por donde circulan protones de energía 7 TeV.

MÁS INFORMACIÓN

<http://www.usc.es/gaes/index.html>