

ENTREVISTA **BERNARDO ADEVA** Catedrático de Física, coordinador del grupo de Física de Altas Energías de la Universidad de Santiago de Compostela

## “Investigamos las violaciones de la simetría materia-antimateria”

El grupo de Física de Altas Energías de la Universidad de Santiago de Compostela centra su actividad investigadora en la física de quarks y leptones, como medio para poner a prueba los límites del modelo estándar de la física de partículas elementales. Su principal proyecto en la actualidad es el estudio de la violación CP en el experimento LHCb del CERN.

### ¿Cuándo se creó este grupo de investigación?

El grupo se creó en torno a 1992, tras una trayectoria anterior de sus miembros en el extranjero. Colaboré con el Premio Nobel Samuel C. C. Ting en experimentos del acelerador DESY (Hamburgo) y en el CERN durante 11 años. Desde entonces, y hasta llegar al proyecto al que estamos en estos momentos dedicados, hemos participado en dos experimentos de gran importancia.

### ¿Podría resumir brevemente en qué consistieron esos dos experimentos?

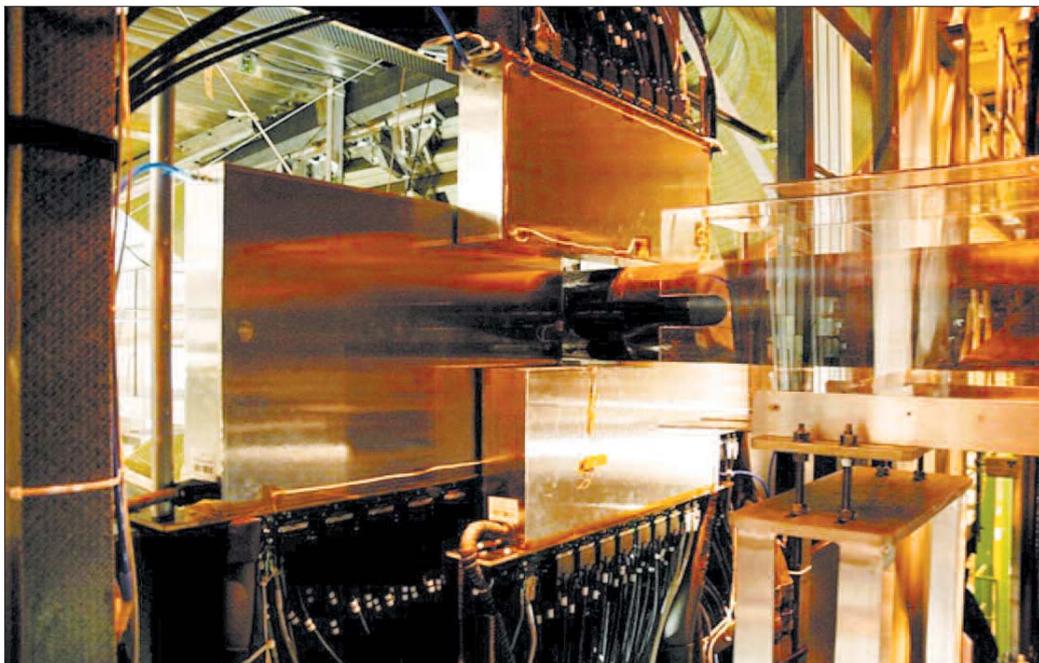
El primero tuvo lugar en la década de los 90 y trataba de investigar la estructura del espín del protón, un tema teórico muy complejo que dio lugar a un gran número de publicaciones y reseñas en la literatura especializada. El segundo está relacionado con la medida del estado formado por mesones y antimisones, un campo en el que obtuvimos un liderazgo muy relevante y cuyos resultados finales fueron publicados hace poco.

### ¿En qué experimento están trabajando actualmente?

Desde el año 1998 estamos participando en el experimento LHCb, situado a 100 metros de profundidad, en el colisionador LHC del CERN, de 27 Km. de longitud. El Grupo de Física de Altas Energías de la Universidad de Santiago de Compostela es uno de los pocos grupos europeos que participaron en la propuesta de este experimento, que cuenta en la actualidad con la colaboración internacional de 45 instituciones. Dos de ellas son españolas: la Universidad de Santiago y la Universidad de Barcelona.

### ¿Cuáles son los objetivos físicos de este proyecto?

El principal objetivo de este proyecto es investigar a fondo las transmisiones o desintegraciones de unas réplicas de quarks a otras. Se sabe desde hace tiempo que los quarks que forman el protón y el neutrón son ligeros, pero existen tres réplicas que en apariencia son idénticas pero que en realidad son mucho más pesadas, sin que se sepa aún el porqué. Se trata del quark b, quark t y quark c. Como el acelerador es una excelente fábrica de quarks pesados, a los integrantes del Grupo de Física de Altas Energías de la Universidad de Santiago de Compostela nos interesa estudiar si los quark se desintegran de la misma manera que los antiquarks o no, es decir, investigamos las violaciones de la simetría materia-antimateria. Esto servirá para explorar la estructura del vacío a distancias muy cortas y revelar cómo tiene lugar la transferencia de energía en ellas. Sabemos que la energía se condensa en partículas muy masivas en esa escala, y dichas partículas masivas pueden alterar la simetría materia-antimateria.



Fotografía de una de las tres estaciones de micropistas de Silicio del Inner Tracker de LHCb construido por la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad de Lausanne, tras su instalación en el LHC del CERN en 2009. El detector 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 de colisión 7 TeV.

**“Estamos focalizados tanto en la construcción de los detectores y en la etapa de I+D previa para crear las tecnologías necesarias como en el análisis físico de los datos del experimento”**

### ¿De qué parte del proyecto se está encargando su grupo de investigación?

Nuestro grupo se ha focalizado en dos frentes. Uno de ellos es el tecnológico, donde nos hemos ocupado de la construcción de uno de los detectores clave del experimento, el Silicon Tracker, que permite detectar las trazas de bajo ángulo procedentes de la desintegración de los quarks pesados, reconstruirlas y enviarlas a los ordenadores. Este detector lo coordina actualmente en el CERN Abraham Gallas Torreira, investigador Ramón y Cajal y miembro de nuestro grupo. Ha sido diseñado y construido por un consorcio de cuatro instituciones europeas: las universidades de Zurich, Lausanne, Heidelberg y Santiago de Compostela. Consta de aproximadamente 300.000 canales electrónicos y ha costado unos 5 millones de euros sólo en inversiones directas. Nuestra universidad ha formado un equipo de físicos e ingenieros que lo han hecho posible. Por otro lado, el grupo se focaliza en el análisis físico de los datos en nuestros ordenadores, aportando a la colaboración publicaciones científicas específicas, fruto de nuestra iniciativa.

### ¿En cuántas fases se ha dividido el desarrollo de este proceso?

Desde 1998, fecha de aprobación del proyecto, estuvimos unos años realizando labores de I+D para, luego, construir el detector y la electrónica necesaria. En 2006 lo instalamos en Ginebra, por lo que todo el equipo se trasladó hasta allí para ejecutar esta fase junto con miembros de la Universidad de Lausanne. En 2009 se empezaron a tomar los primeros datos del acelerador, y ahora mismo estamos involucrados en el análisis físico de los mismos en la Universidad de Santiago de Compostela, para lo cual hemos creado una infraestructura informática de desarrollo propio que contribuye al 7% del total de la potencia de cálculo del experimento. En el verano de 2011 hemos tenido ya la primera avalancha de datos, lo que ha dado lugar a varias publicaciones y a la presentación de los resultados en varias conferencias internacionales de gran interés.

### ¿Qué conclusiones se pueden extraer de estos primeros datos?

Se han realizado hasta el momento dos medidas principales:

- Detectar la falta de simetría en la oscilación materia-antimateria para un mesón determinado, el mesón B<sub>s</sub>, que está formado por el quark b. Este mesón se convierte espontáneamente en su antipartícula, y hemos logrado seguir en el tiempo su rápida frecuencia de oscilación, en el rango del picosegundo. Nuestros datos son mucho más precisos que los existentes hasta la fecha, procedentes de aceleradores americanos y japoneses.
- Explorar las desintegraciones muy raras de dicho mesón en pares de muones (partículas penetrantes fácilmente reconocibles en nuestro experimento) sin haber detectado ninguna hasta el momento. En esta parte nuestro grupo de Santiago ha tenido un protagonismo especial.

La conclusión muy preliminar que cabe extraer de ambos resultados es que, por el momento, no ha aparecido evidencia en contra del llamado modelo estándar de la física de partículas. Es decir, no hay evidencia de nuevas partículas pesadas en el vacío más allá de las ya conocidas. Pero debemos resaltar que los datos son todavía escasos, en relación con la precisión que vamos a obtener en los próximos años, y que las investigaciones no han hecho más que comenzar.

### ¿Cuáles son sus proyectos de futuro más destacados?

El grupo también está trabajando en la mejora o adecuación de este experimento a una segunda fase del acelerador, con la intención de que se multiplique por diez la luminosidad en nuestra zona experimental. Por tanto, estamos investigando la tecnología necesaria para llevar a término esta meta, junto con el Centro Nacional de Microelectrónica de Barcelona, lo cual implica el desarrollo de detectores muy finos de píxeles, con poca materia y altamente resistentes a la radiación. Además, junto a otros cinco grupos españoles, estamos comenzando a idear otros aceleradores que puedan sustituir al actual del CERN dentro de unos años.



MÁS INFORMACIÓN

[www.usc.es/gaes](http://www.usc.es/gaes)