

# Noticias CPAN



Sala de control del LHC cuando circularon las primeras partículas en 2016. En el centro Fabiola Gianotti acompañada de José Miguel Jiménez, jefe del departamento de Tecnología. Foto: Maximilien Brice/CERN.

## Todas las miradas apuntan al LHC

*Durante marzo y abril, el equipo de operaciones del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) continuó la puesta a punto del acelerador para el inicio del programa de física de 2016, previsto a principios de mayo. Se esperan 6 veces más datos que en 2015, fundamentales para resolver el 'exceso' aparecido en los primeros datos del Run 2.*

Las pruebas de potencia finalizaron el 18 de marzo, y en la semana siguiente el LHC acometió la fase final de los preparativos para la llegada de los primeros haces de partículas en 2016. Esta fase se conoce como 'checkout' de la máquina, en la cual todos los sistemas del LHC como los circuitos de los imanes y los colimadores se ponen a prueba sin haces. Esto incluye llevar todo el *hardware* a sus valores de funcionamiento con altas energías y probar el proceso de 'compactación' (*squeeze*, en inglés). Ajustando la potencia de los imanes a ambos lados de los experimentos, este proceso reduce el tamaño del haz en el punto de interacción, incrementando la tasa de colisión.

"Después de las comprobaciones en la máquina, los equipos de trabajo del LHC trabajan con haces de baja intensidad durante 3 o 4 semanas para volver a comprobar todos los sistemas y revisar todos los aspectos de la operación para estar seguros de que el LHC está

completamente preparado para declarar haces estables", explicó Mike Lamont, del equipo de operaciones del LHC. Los 'haces estables' son la señal de que los experimentos pueden comenzar a tomar datos.

A finales de abril, el LHC pasó a la siguiente

***Los primeros 'haces estables' se consiguieron a finales de abril con solo 12 paquetes de protones por haz. El objetivo para 2016 son 2.748 paquetes de partículas por haz***

fase en su programa de puesta a punto, cuando el equipo de operaciones del acelerador del CERN declaró 'haces estables' de baja intensidad, que generaron las primeras colisiones en los experimentos.

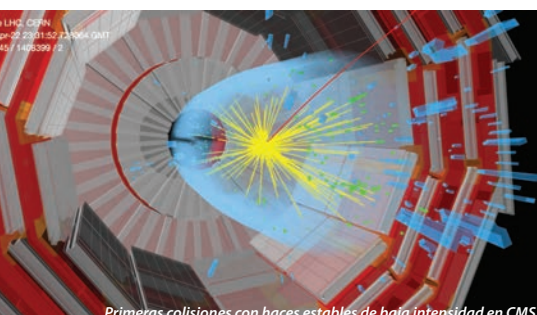
Estos primeros 'haces estables' tenían hasta 12 paquetes de protones por haz. Cada paquete

contiene unos 100.000 millones de protones, que se mueven casi a la velocidad de la luz alrededor del anillo de 27 kilómetros del LHC. Estos chocan en el centro de cuatro grandes experimentos (ALICE, ATLAS, CMS y LHCb).

Estas colisiones con haces de baja intensidad permiten a los experimentos calibrar sus detectores y preparar el segundo programa de física a la energía de colisión de 13 TeV de este Run 2 del LHC. Tras esta primera fase de colisiones con solo unos pocos paquetes de partículas, se dedicarán varios días para limpiar los tubos de los haces del acelerador, paso necesario antes de incrementar el número de paquetes (la intensidad de los haces).

A partir de principios de mayo, los técnicos incrementarán el número de partículas que circulan por la máquina, comenzando un prometedor periodo de funcionamiento del LHC en 2016. El objetivo es incrementar el número de paquetes hasta 2.748 por haz para proporcionar una enorme cantidad de datos a los experimentos. Se espera proveer con alrededor de seis veces más datos a los experimentos que en 2015.

**> ENTREVISTA A UNA POSTDOC DEL CPAN EN CMS. Pag. 5.**



Primeras colisiones con haces estables de baja intensidad en CMS.

### Objetivos del LHC para 2016

*En 2016 el LHC continuará abriendo el camino a nuevos descubrimientos al proveer hasta mil millones de colisiones por segundo a sus experimentos. El objetivo este año es alcanzar una luminosidad integrada de 25 femtobarns inversos, desde los 4 alcanzados en 2015. La luminosidad es un indicador esencial del funcionamiento de un acelerador, que mide el número potencial de colisiones que pueden producirse en un*

*periodo de tiempo (1 femtobarn inverso corresponde a unos 80 billones de colisiones). Las últimas colisiones de 2015 alcanzaron los 2.244 paquetes de protones en cada haz. Este año, el objetivo es incrementar el número de paquetes hasta los 2.748. Este incremento en la luminosidad aportará muchos más datos a los científicos para profundizar en el enigmático 'exceso' observado en 2015 en el canal de desintegración de dos fotones. Los nuevos datos permitirán confirmar si realmente apunta a 'nueva física' o se trata de una fluctuación estadística.*

# Nuevo sistema para detectores de trazado en física nuclear

El Centro Nacional de Aceleradores (CNA, Universidad de Sevilla-Junta de Andalucía-CSIC), en colaboración con el Instituto de Microelectrónica de Sevilla, ha desarrollado un nuevo un sistema electrónico de lectura para el trazado espacial de haces de partículas que se usará en los futuros aceleradores FAIR, Spiral II e HIE-ISOLDE.

Concretamente, se han diseñado los preamplificadores SEDA (*Secondary Electron Detector preAmplifier*), para adaptarse a las características de los detectores de trazado como los SeD (*Secondary Electron Detectors*) cuando trabajan con haces radioactivos a altas tasas de generación (en torno al millón de partículas por segundo), que se emplean con estos aceleradores.

Debido a los métodos de producción de estos

nuevos aceleradores, es necesario reconstruir la trayectoria espacial o 'tracking' de cada partícula del haz antes de que produzca la reacción nuclear a estudiar.

El estudio de núcleos exóticos es muy importante para el desarrollo de la física nuclear actual, para comprender su estructura y su dinámica de interacción. Hay un gran interés en el estudio de la alteración de las propiedades de la estructura nuclear a medida que se aleja del 'valle de estabilidad' que determina, entre otros factores, qué ocurre en las explosiones estelares y cómo se crean los elementos.

Para llevar a cabo estos experimentos se emplearon haces de partículas alfa emitidas por fuentes radiactivas y un haz de níquel 58 ( $^{58}\text{Ni}$ ) del acelerador tandem de 3 MV del CNA.



Esquema del experimento Double Chooz. Imagen: CEA/DSM/IRFU.

## Primeros resultados de Double Chooz con doble detector

La colaboración del experimento Double Chooz, donde participa el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), presentó en los 51 Encuentros de Moriond (La Thuile, Italia) su primera medida del ángulo de mezcla  $\theta_{13}$  utilizando la combinación de dos años de toma de datos con un solo detector (desde 2011) y nueve meses de funcionamiento con dos detectores (desde enero de 2015). El valor medido para  $\sin^2(2\theta_{13})$  es  $(0.111 \pm 0.018)$ .

La colaboración espera que la precisión de esta medida mejore rápidamente con más estadística. La medida demuestra la capacidad del experimento, que se beneficia de su configuración con dos reactores simples, dos detectores de excelente calidad y una estrategia de análisis que permite rechazar un importante fondo, así como un control

preciso de la escala de energía aprovechando la última tecnología de lectura electrónica FADC.

Con solo 9 meses de toma de datos con dos detectores Double Chooz ha obtenido mejor sensibilidad que la que se esperaba en su propuesta original de 2006. Las medidas combinadas del parámetro  $\theta_{13}$  de los experimentos con reactores Daya Bay, Double Chooz y RENO serán las más precisas durante décadas, con impacto en las medidas futuras sobre oscilaciones de neutrinos.

Double Chooz fue el primer experimento en observar la famosa "distorsión espectral de 5 MeV". La precisión del análisis de un único detector junto con el incremento de estadística de su detector cercano ofrecerán una de las tasas más precisas del espectro de antineutrinos y la caracterización de su forma, arrojando luz a sobre los 'neutrinos estériles'.

## Reconocimiento

### La comunidad de núcleos exóticos premia una tesis española de la USC

José Luis Rodríguez Sánchez ha sido galardonado con el premio para jóvenes investigadores de la comunidad de investigadores de física nuclear con núcleos exóticos (GENCO) por su tesis doctoral. La investigación se realizó bajo la dirección de José Benlliure en la Universidad de Santiago de Compostela (USC).

La tesis estudia las reacciones de fisión usando una nueva técnica experimental que permitió la primera identificación completa de los dos núcleos que se producen en estas reacciones. Además de contribuir a la comprensión de la estructura microscópica del núcleo atómico, esta investigación tiene un importante impacto en la explicación de los procesos de nucleosíntesis estelar que dan origen a la producción de los elementos de la tabla periódica más pesados en el Universo.

## Agenda/Convocatorias

➤ **VII concurso de divulgación científica CPAN.** En colaboración con el Centro de Ciencias Pedro Pascual de Benasque, la Red Consolider CPAN convoca la séptima edición de su concurso de divulgación. Se convocan 5 modalidades (artículos, páginas webs, vídeos, experimentos y medios de comunicación), dotados con hasta 1.500 euros. Hasta el 15 de septiembre.  
[www.i-cpan.es/concurso7](http://www.i-cpan.es/concurso7)

➤ **Planck 2016.** La 19ª edición de la Conferencia Internacional desde la Escala de Planck a la Electrodébil (Planck 2016) se celebra en Valencia, del 23 al 27 de mayo. De la física de partículas a la cosmología, desde la teoría.  
<http://congresos.adeituv.es/planck2016>

➤ **ERC Proof of Concept 2016.** Financiación para maximizar las posibilidades de aplicación de la investigación de frontera europea con fondos del European Research Council. Hasta el 26 de mayo.  
<https://erc.europa.eu/>

### Oficina CPAN

INSTITUTO DE FÍSICA CORPUSCULAR (IFIC, CSIC-UV)  
PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE VALENCIA  
C/ CATEDRÁTICO JOSÉ BELTRÁN, 2  
46100 - PATERNA (VALENCIA)  
EMAIL: [comunicacion@i-cpan.es](mailto:comunicacion@i-cpan.es)  
TEL: 96 354 48 46 // [www.i-cpan.es](http://www.i-cpan.es)





Los telescopios MAGIC en la isla de La Palma. Imagen: IAC.

# Cuatro nuevos telescopios para CTA-Norte en La Palma

*España y Japón acuerdan instalar cuatro nuevos telescopios Cherenkov de 23 metros en el Observatorio del Roque de los Muchachos, que serán la parte central de esta nueva infraestructura. CTA observará el universo mediante rayos gamma de muy alta energía*

La secretaria de Estado de I+D+i, Carmen Vela, y el viceministro de Educación, Cultura, Deporte, Ciencia y Tecnología japonés, Tsutomu Tomioka, asistieron en abril a la firma del acuerdo de colaboración para la instalación y operación de cuatro telescopios Cherenkov en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma. El acuerdo se firmó en Tokio por Rafael Rebolo, director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), y Takaaki Kajita, director del Instituto de Investigación de Rayos Cósmicos de la Universidad de Tokio (ICRR).

Los cuatro telescopios Cherenkov, de 23 metros de diámetro (Large Size Telescopes, LST), permitirán la observación de rayos gamma

de alta energía y fenómenos asociados con la materia oscura. Estos telescopios serán los más grandes del Observatorio CTA-Norte que España acogerá en La Palma y formarán la parte central

*La construcción la realiza un consorcio científico internacional con participación española*

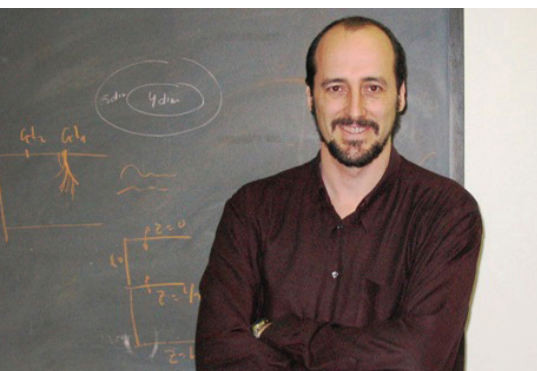
de la infraestructura, alrededor de los cuales se instalarán otros 15 de 12 metros de diámetro, denominados MST.

Los telescopios LST están diseñados por investigadores y tecnólogos de universidades

y centros de investigación de Japón, Italia, Francia, Alemania, Brasil, India, Suecia y Croacia, en colaboración con grupos de investigación españoles de la Universidad de Barcelona, del Instituto de Altas Energías de Barcelona (IFAE), del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), de la Universidad Complutense de Madrid, de la Universidad Autónoma de Barcelona, del Instituto de Ciencias del Espacio de la Universidad Autónoma de Barcelona, de la Universidad de Jaén y del IAC.

Esta nueva infraestructura internacional multiplicará por diez la capacidad de los instrumentos actuales, lo que permitirá abordar una nueva visión del Universo más allá de la óptica, aportando datos actualmente desconocidos sobre energías cósmicas, agujeros negros y supernovas.

En virtud del acuerdo, el IAC instalará y participará en el desarrollo y operación de los cuatro telescopios y garantizará el derecho a uso de las instalaciones por parte de la comunidad científica, renovando su validez automáticamente durante cada año tras un periodo inicial de diez. España aporta 40 millones de euros al proyecto CTA-Norte, lo que supone la mitad del coste total de su construcción.



## Resultados

- La convocatoria de Advanced Grants del ERC de 2015 recibió 1.953 solicitudes, con una tasa de éxito del 14%.

- 277 científicos de 29 nacionalidades se han repartido 647 millones de euros. Alemanes y británicos (47), seguidos de italianos (26) y franceses (25) son los que más proyectos han conseguido. Reino Unido, Alemania y Francia son los países donde se desarrolla la mayoría.

- 12 investigadores españoles obtuvieron 25 millones de euros. El de Emparan es el único proyecto español en el área de constituyentes de la materia (PE2).

## Un investigador del ICCUB obtiene una 'Advanced Grant'

*Roberto Emparan obtiene una de las financiaciones europeas más prestigiosas para desarrollar la física de agujeros negros y gravedad*

El investigador ICREA del Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universitat de Barcelona (ICCUB) Roberto Emparan ha obtenido una Advanced Grant del European Research Council (ERC) en la convocatoria de 2015 por su proyecto 'A New Strategy for Gravity and Black Holes'. La financiación es de 2,18 millones de euros para cinco años.

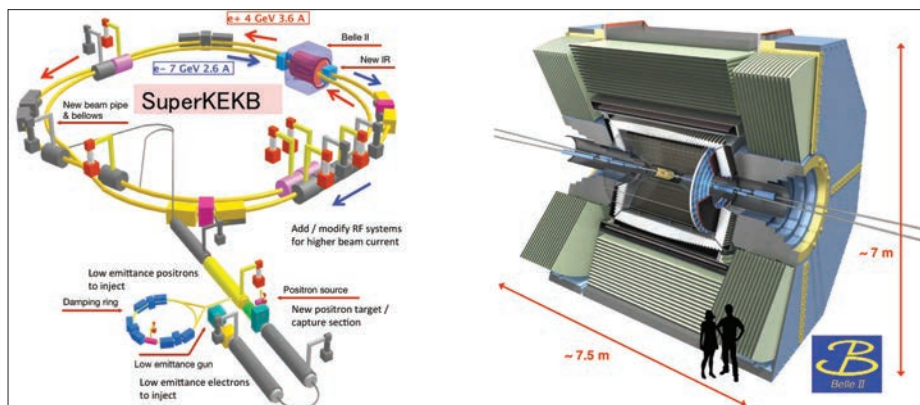
Roberto Emparan ha sido Profesor de Investigación ICREA en la Universidad de Barcelona desde 2003, y miembro del ICCUB desde su creación en 2006. Su campo de investigación es la gravitación y cosmología, tratando de entender la naturaleza del espacio-tiempo en su nivel más fundamental. En concreto, Emparan estudia los aspectos clásicos y cuánticos de la gravedad, así como sus objetos más básicos: los agujeros negros.

En concreto, el proyecto tiene dos objetivos principales: reformular la Relatividad General y la

física de agujeros negros en torno a un límite D grande en términos de una membrana efectiva que capture la dinámica de los agujeros negros, acoplada a una teoría efectiva de la radiación gravitacional; y resolver problemas importantes en física gravitacional, en particular problemas directamente relevantes para la hipótesis de 'censura cósmica' y la teoría cuántica de los agujeros negros.

Con las nuevas herramientas se podrán resolver un gran número de problemas adicionales de física de agujeros negros y de dualidad holográfica, como por ejemplo colisiones de agujeros negros, diagramas de fase de agujeros negros, inestabilidades, dinámica holográfica de sistemas a temperatura finita y, potencialmente, cualquier problema que pueda ser formulado en un número arbitrario de dimensiones.

# Comienza la puesta a punto del acelerador SuperKEKB



El laboratorio de física de partículas japonés KEK comenzó las pruebas de su acelerador SuperKEKB a comienzos de febrero, culminando una gran actualización de la máquina que comenzó en la segunda mitad de 2010. Las pruebas en el acelerador continuarán hasta junio de 2016, a lo que seguirá la instalación de las actualizaciones del experimento Belle II y nuevos imanes superconductores para enfocar los haces en el punto de colisión de las partículas. A partir de entonces se podrán conseguir colisiones entre electrones y positrones.

Las actualizaciones en SuperKEKB han conseguido reducir notablemente el tamaño de los haces en el punto de colisión, lo que, unido a otras mejoras en la intensidad de los haces, permitirá incrementar la tasa de colisiones e incrementar así la luminosidad (cantidad de colisiones) por 5.

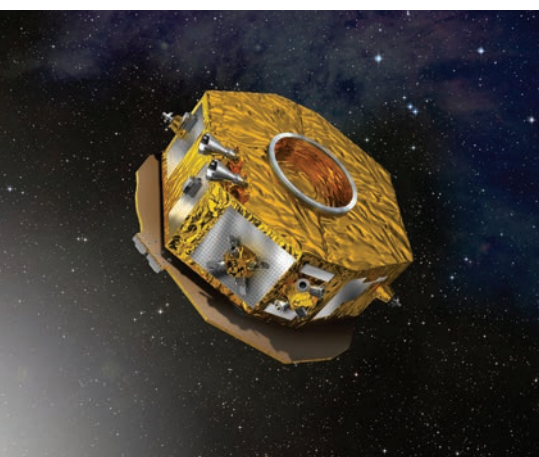
Una vez que se ajusten las características técnicas de los haces hasta junio de 2016, comenzará la fase 2 de la puesta a punto, en la que se instalarán las actualizaciones de Belle II. Las mejoras introducidas lo convierten en un nuevo detector, donde los grupos de investigación españoles juegan un papel importante. En Belle II participan el Instituto de Física Corpuscular (IFIC, CSIC-UV), en la construcción del detector de vértices, la parte más interna del detector; la Universidad de Barcelona (UB), en la contribución al diseño del ASIC de lectura y procesamiento de datos; el Instituto de Física de Cantabria (IFCA, CSIC-UC), en la monitorización de la temperatura y distorsión del detector mediante fibras Bragg; y el Instituto Tecnológico de Aragón (ITA), en la caracterización de la compatibilidad electromagnética y susceptibilidad al ruido.

## Reunión en el CIEMAT

### Una nueva fuente de espalación para la instalación n\_TOF del CERN

El laboratorio europeo de física de partículas (CERN) y la colaboración n\_TOF han iniciado la tarea conjunta de diseñar y construir un nuevo blanco de espalación que será instalado tras finalizar el periodo de vida útil del blanco actual, en 2020. Con este objetivo se celebró el 15 de marzo el 'Kick-off meeting for the new n\_TOF spallation target' en la sede del CIEMAT en Madrid. Durante la reunión, un comité internacional de expertos formado por investigadores e ingenieros del CERN, el CIEMAT y otras instituciones españolas (Instituto de Física Corpuscular, Universidad de Granada, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad de Santiago de Compostela y Universidad de Sevilla) e internacionales (CEA-Saclay, INFN, ITN) debatieron diferentes propuestas y analizaron tres diseños.

El objetivo es diseñar un blanco que minimice la generación de residuos, que pueda ser operado en unas condiciones estables y que tenga unas características neutrónicas optimizadas que permitan mejorar las medidas a realizar en n\_TOF durante las próximas dos décadas. La instalación n\_TOF del CERN es una fuente de neutrones pulsada que mide secciones eficaces de reacciones nucleares inducidas por neutrones en un amplio rango de energía.



## Apoyo de los expertos

A mediados de abril, el equipo asesor para ondas gravitacionales (GOAT) presentó un informe a la ESA donde manifestaba que la técnica para detectar ondas gravitacionales en el espacio mediante la medición precisa de cargas (lo que comprueba LISA Pathfinder) no solo es factible sino también 'necesaria'. Así, este grupo de expertos aconsejaba a la agencia espacial europea adelantar el proyecto para realizar estas mediciones, la misión eLISA, para su lanzamiento en 2029, en lugar de 2034 como está previsto ahora.

# LISA Pathfinder inicia los test científicos en el espacio

*La misión de la ESA para comprobar la viabilidad de la detección de ondas gravitacionales en el cosmos comienza a probar su tecnología*

Tras una larga serie de pruebas, la misión LISA Pathfinder de la ESA ha iniciado su actividad científica para probar la tecnología necesaria para observar las ondas gravitacionales desde el espacio. Como predijo Albert Einstein hace un siglo, las ondas gravitacionales son las fluctuaciones en el tejido espacio-tiempo producidas por eventos astronómicos como las explosiones de supernovas o la fusión de dos agujeros negros.

El investigador del Instituto de Ciencias del Espacio (IEEC-CSIC) Carlos Sopuerta, coordinador del grupo de Astronomía gravitacional LISA, explica el objetivo: "la misión LISA Pathfinder está diseñada para estudiar la caída libre como no se había conseguido hasta ahora. Un reto necesario para construir el futuro observatorio". Para ello, el equipo ha liberado dentro de la aeronave dos masas de prueba (dos cubos de oro y platino

idénticos de 2 kilos de peso y 46 milímetros) y ahora verifican que realmente están moviendo únicamente por efecto de la gravedad.

"Esto es crucial", continúa Sopuerta, "porque incluso en el espacio existen fuerzas capaces de alterar los cubos, como la radiación y el viento solar, y tenemos que conseguir aislarlos de toda influencia no-gravitacional. Una vez conseguidas estas condiciones, solo el efecto de una onda gravitacional sería capaz de variar la distancia entre los dos cubos que LISA Pathfinder mide".

Los investigadores del IEEC tienen un papel destacado en la misión LISA Pathfinder. Han diseñado la Unidad de Gestión de Datos (DMU), el ordenador de a bordo que controla los experimentos científicos que acaban de comenzar. La misión científica comenzó el 1 de marzo y se prolongará durante seis meses.



# "2016 puede ser importante en el LHC, con posibilidad de nuevos descubrimientos"

*Silvia Goy López (Lugo, 1976) es una de las españolas que contribuyó a poner en marcha el mayor acelerador de partículas del mundo, el LHC. La física de partículas le cautivó tras una temporada en el CERN con una beca. Ahora trabaja en la coordinación de la toma de datos de uno de los mayores experimentos, CMS.*

**-Pregunta:** ¿Cómo ha sido su trayectoria investigadora?

**-Respuesta:** Estudié Física en la Universidad de Santiago de Compostela, con especialidad en Optoelectrónica. Al licenciarme tuve una beca de estudiante en el CERN, y durante un año trabajé en el grupo de imanes del LHC. Allí empecé a interesarme la física de partículas, así que me fui a Chicago a hacer un máster y después volví a Ginebra. Hice mi tesis en el experimento NA48 del CERN, con las universidades de Turín y París y en colaboración con el Consorcio de Energía Atómica (CEA) francés. En NA48 me encargué de la calibración del calorímetro electromagnético y del sistema de supervisión del trigger, sistema que decide en tiempo real los sucesos que se graban para un análisis posterior. Después conseguí un puesto de Research Fellow en el CERN, dedicando la mayor parte de mi tiempo al experimento CMS del LHC.

**-P:** ¿Qué trabajo desempeña en CMS?

**-R:** Al principio me dediqué al sistema de trigger y al análisis de un tipo de desintegración del bosón W. Aunque es una partícula ya conocida, era importante hacer estas medidas de nuevo en el LHC, con el nuevo detector y en un nuevo rango de energías. En este periodo contacté con el grupo del CIEMAT en CMS, con el que obtuve un contrato CPAN y en el que trabajo ahora como investigadora Ramón y Cajal. Fui coordinadora del grupo DT-DPG, encargado de la sincronización temporal, calibración y eficiencia de la reconstrucción local de las cámaras de deriva. Después fui coordinadora del grupo de muones, encargado del desarrollo, mantenimiento y estudio de los algoritmos usados para reconstrucción e identificación de muones en CMS. Desde 2013 hasta diciembre de 2015 fui coordinadora de todos los DPG (Detector Performance Group), los grupos que se instauran dentro de cada subdetector en CMS y se encargan de entender sus prestaciones.



**-P:** ¿En qué contribuyó su periodo postdoctoral del CPAN a su carrera científica?

**-R:** Al acabar el contrato con el CERN tuve varias opciones para realizar contratos postdoctorales en Estados Unidos y Francia. Me decidí por el grupo del CIEMAT porque había trabajado ya con algunos miembros del grupo en el estudio del bosón W. El contrato del CPAN era una oportunidad para mantener esta colaboración, y además tenía ventajas competitivas con las otras ofertas.

**-P:** ¿Cuál es su posición actual en CMS?

**-R:** Soy coordinadora de la toma de datos. CMS está

*"Hacer una carrera investigadora en España ahora implica en la mayoría de los casos estar en situación de precariedad hasta bien cumplidos los cuarenta, sin seguridad en el futuro. Mucha gente muy buena se desanima y acaba dejándolo"*

formado por muchos subdetectores, que tienen que funcionar como un todo. El Run Coordinator colabora con los responsables de cada uno de los subdetectores, del sistema de adquisición de datos y del sistema de trigger, para organizar la toma de datos. Otra parte importante del trabajo es la interacción y coordinación con el acelerador, para planificar el funcionamiento del LHC teniendo en cuenta el programa de investigación.

**-P:** ¿Qué expectativas tiene para el Run 2 del LHC?

**-R:** El Run2 del LHC supone una gran oportunidad para el avance de la física de partículas. En particular, 2016 podría ser un año importante, con perspectivas de descubrimientos. En mi posición, mi trabajo es asegurarme de que CMS tomará datos de calidad, de la forma más eficiente posible. Con aumento de la luminosidad proporcionada por el LHC cualquier problema en el detector podría implicar pérdidas importantes para CMS, lo que significa que hay que funcionar perfectamente.

**-P:** ¿Qué dificultades encuentra en la carrera investigadora en España?

**-R:** La crisis se ha hecho notar en la ciencia. Hacer una carrera investigadora en España implica en estos momentos en la mayoría de los casos estar en situación de precariedad hasta bien cumplidos los cuarenta, sin seguridad en el futuro. Mucha gente muy buena se desanima y acaba dejándolo. La falta de recursos me parece la dificultad fundamental, porque sí que hay capacidad y ganas.

**-P:** ¿Qué diferencias encuentra con otros países para dedicarse a la investigación en este campo?

**-R:** En algunos aspectos veo la situación bastante distinta. En unos países hay más recursos e inversión que en otros, y esto se nota sobre todo a la hora de establecer colaboraciones, hacer planes a medio y largo plazo, compra de material o desplazamientos. Sin embargo, el problema de la precariedad me parece general, encontrar un puesto fijo en investigación es difícil en todas partes.