



Un trabajador revisa con rayos X uno de los imanes del LHC. Imagen: CERN.

## El LHC demora su regreso

*Un cortocircuito en uno de los imanes superconductores del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) retrasa el reinicio del mayor acelerador de partículas del mundo. Los sistemas de seguridad actualizados funcionaron para evitar complicaciones. Tras solucionar el contratiempo, el acelerador se encuentra de nuevo a punto para volver*

El CERN informó el 24 de marzo del retraso en el reinicio del LHC debido a un "cortocircuito intermitente" detectado en uno de los imanes superconductores del acelerador unos días antes, el 21 de marzo. El fallo se detectó cuando el equipo del LHC estaba preparando el acelerador para volver a inyectar haces de protones, concretamente en el circuito del sector 3-4 del anillo del LHC. Según informa el CERN, todos los sistemas de seguridad que se han actualizado en la parada técnica de dos años (LS1) funcionaron correctamente para evitar daños en la máquina. Las mediciones realizadas por los técnicos del CERN localizaron el fallo

en el tubo vertical que conduce desde el imán a la caja del diodo, situada debajo. Para el CERN, el "escenario más probable" es que un pequeño trozo de metal se encuentre en el tubo haciendo contacto entre este y uno de los cables que lleva al diodo, en un sistema de seguridad para proteger los imanes.

En cualquier caso, para entender mejor el problema los expertos del CERN analizaron la

zona con rayos X, como muestra la imagen. Tras explorar varias opciones para arreglar el fallo, el 31 de marzo el equipo de técnicos del LHC informó de que había solventado el contratiempo introduciendo una corriente de casi 400 amperios en el circuito donde se produjo el incidente

**La causa del cortocircuito era un trozo de metal en uno de los imanes superconductores, que los técnicos del LHC solventaron a finales de marzo**

para fundir el trozo de metal que provocaba el cortocircuito. Se evitaba así tener que calentar de nuevo el LHC, con el consiguiente retraso de hasta varias semanas.

El LHC es una máquina superconductora, y para ello requiere que sus imanes funcionen a una temperatura cercana al cero absoluto. "Cualquier máquina

criogénica es un amplificador de tiempo, lo que nos habría tomado horas en una máquina caliente podría llevarnos semanas aquí", dijo el Director de Aceleradores del CERN en un comunicado. Para el Director General del CERN, Rolf Heuer, "en el gran esquema de cosas, unas pocas semanas de demora en el contexto de la búsqueda de la humanidad para entender nuestro universo es poco más que un abrir y cerrar de ojos".

## ATLAS y CMS unen fuerzas para analizar el bosón de Higgs

*Los dos experimentos que descubrieron la partícula elemental presentan la primera medición conjunta de su masa, que anticipa una colaboración para determinar sus propiedades en el Run 2*

Durante la 50ª sesión de los Encuentros de Moriond (Italia), los experimentos ATLAS y CMS presentaron por primera vez una combinación de sus resultados sobre la masa del bosón de Higgs. La masa combinada del bosón de Higgs es  $m_H = 125,09 \pm 0,24$  (0,21 stat.  $\pm$  0,11 syst.) GeV, que corresponde con una precisión del 0,2%. Esta es la medida más precisa de la masa del Higgs hasta la fecha, y se encuentra entre las medidas más precisas realizadas por el LHC.

El bosón de Higgs es un ingrediente esencial del Modelo Estándar de física de partículas, la teoría que describe las partículas elementales y sus interacciones. Se cree que el mecanismo de Brout-Englert-Higgs, a través del cual se predijo la existencia del bosón de Higgs, da masa a las partículas elementales.

El Higgs se desintegra en otras partículas distintas. Para esta medida se han combinado los dos canales de desintegración que revelan mejor la masa del Higgs, el que decae a dos fotones y el que decae a 4 leptones (electrones o muones). Cada experimento ha encontrado unos pocos cientos de eventos en el canal del Higgs a dos fotones y unas decenas en el canal del Higgs a leptones, usando los datos recopilados por el LHC en 2011 y 2012 a una energía de colisión (centro de masas) de 7 y 8 TeV (teraelectronvoltios). Se han examinado 4.000 billones de colisiones entre protones. Las dos colaboraciones trabajaron juntas y revisaron los análisis y sus combinaciones.

El Modelo Estándar no predice la masa del bosón de Higgs, por lo que ha de ser medida experimentalmente. Sin embargo, cuando se introduce la masa del Higgs el Modelo Estándar realiza predicciones para otras de sus propiedades, que pueden ser medidas por los experimentos. Esta combinación de la masa representa el primer paso hacia una combinación de otras medidas de propiedades del bosón de Higgs, que incluirán también otras formas de desintegración.

# La ruptura de la simetría temporal, portada de RMP

La revista con mayor índice de impacto en el campo de la Física, *Reviews of Modern Physics* (RMP), ha escogido un artículo elaborado por los científicos del Instituto de Física Corpuscular (IFIC, CSIC-UV) José Bernabéu Alberola y Fernando Martínez Vidal para su portada. El artículo, titulado "Time-reversal violation with quantum-entangled B mesons", es uno de los Coloquios de RMP, una de las revistas de *Physical Review*, perteneciente a la Sociedad Americana de Física (APS). Sus artículos de revisión ofrecen tratamiento en profundidad de un área de investigación, revisando los trabajos recientes y artículos relevantes y proporcionando una introducción para estudiantes de posgrado e investigadores de otros campos relacionados. Los Coloquios, más cortos, describen trabajos

recientes de interés general en la frontera de la física con impacto en varios campos diferentes. Para esta publicación, una de las de mayor índice de impacto a nivel internacional por delante de *Nature* y *Science*, los autores del IFIC han incluido una figura que ilustra los fundamentos del experimento, que ha permitido comprobar directamente y con un elevado nivel de significancia la ruptura de la simetría temporal en las leyes fundamentales de la Física. Esta elección refleja el impacto de este trabajo, realizado por la colaboración internacional BABAR del laboratorio SLAC (Stanford Linear Accelerator Center, Estados Unidos) y publicado a finales de 2012 en la revista *Physical Review Letters*. El estudio fue propuesto y liderado por los científicos del Instituto de Física Corpuscular.

## El consorcio de CTA inicia las negociaciones con España



Recreación del Observatorio de rayos gamma CTA. Imagen: Colaboración CTA.

El Consorcio CTA (*Cherenkov Telescope Array* o Red de Telescopios Cherenkov), con representantes de 13 países (Alemania, Argentina, Austria, Brasil, España, Francia, Italia, Japón, Polonia, Reino Unido, República Checa, Sudáfrica y Suiza), decidió el pasado 26 de marzo iniciar negociaciones con España para la posible ubicación en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en la isla de La Palma, de su gran instalación científica en el hemisferio Norte. La red consistirá en 100 telescopios Cherenkov distribuidos entre los dos hemisferios para la detección de radiación de altas energías, de los cuales unos 20 se instalarán en el hemisferio Norte. "Esta decisión es un paso muy importante para el proyecto CTA, porque demuestra la voluntad de construir el observatorio

Norte", comenta Manel Martínez, coordinador de CTA-España. "Además, es especialmente importante para la comunidad española de astronomía gamma porque estamos determinados a hacer que nuestra ciencia dé un salto cualitativo gracias a la posibilidad de tener CTA-Norte en el ORM". CTA prevé la construcción de una nueva generación de telescopios Cherenkov para el estudio del Universo en rayos gamma de muy alta energía, que traen información de los fenómenos más violentos y extremos del Universo. La colaboración internacional CTA construirá dos grandes complejos de observación en los hemisferios Norte y Sur. La Palma ha sido el emplazamiento mejor valorado para albergar el observatorio Norte y competirá con el Observatorio de San Pedro Mártir, en México.

## Agenda/Convocatorias

### Exposición 'La física en nuestras vidas'

La exposición del CPAN se puede visitar en la Plaza de la Ciencia del Campus de la Universidad Complutense, junto a la Facultad de Física, hasta el 6 de mayo.  
[www.i-cpan.es/ExpoAplicaciones](http://www.i-cpan.es/ExpoAplicaciones)

### El CIEMAT y el CERN ofertan 20 plazas para jóvenes científicos.

Ambas instituciones colaboran para lanzar esta primera convocatoria que ofrece contratos de un año (prorrogables otro más) en la sede del laboratorio europeo de física de partículas, cubriendo diferentes perfiles profesionales para titulados recientes. Hasta el 12 de abril. Convocatoria en la web del CERN y del CIEMAT.

### Programa español para profesores del CERN.

Destinado a profesores de educación secundaria en el área de Ciencias, se trata de una semana de formación (21-26 junio) en la sede del CERN. Inscripción gratuita, aunque no se sufragan los gastos de viaje. Inscripciones hasta el 19 de abril en la página web del CERN.

### AMS Days at CERN.

Reunión de físicos experimentales y teóricos para discutir los principales resultados del experimento AMS, ubicado en la Estación Espacial Internacional con una importante participación española. Sus repercusiones para otros experimentos del área y el futuro de la investigación con rayos cósmicos son otros de los objetivos de este encuentro.

<https://indico.cern.ch/event/381134/>

### Advanced Grants ERC.

Ayudas del European Research Council para investigadores consolidados que realizan proyectos que abren nuevos campos en la investigación. Hasta 2,5 millones por ayuda. Solicitudes hasta el 2 de junio.

<http://erc.europa.eu/>

### Ayudas para la promoción de empleo joven e implantación de la Garantía Juvenil en I+D+i 2014.

Ayudas para OPIs para la contratación por 3 años de personal técnico y de gestión de la I+D. Hasta el 9 de abril. Más info en la web I+D+i del MINECO.

## Oficina CPAN

INSTITUTO DE FÍSICA CORPUSCULAR (IFIC, CSIC-UV)  
PARQUE CIENTÍFICO UNIVERSIDAD DE VALENCIA  
C/ CATEDRÁTICO JOSÉ BELTRÁN, 2  
46980 - PATERNA (VALENCIA)  
EMAIL: [comunicacion@i-cpan.es](mailto:comunicacion@i-cpan.es)  
TÍF: 96 354 48 46 // [www.i-cpan.es](http://www.i-cpan.es)

GERENCIA: M<sup>a</sup> José Gracia Vidal  
ADMINISTRACIÓN: Marisa Hernando Recuero  
INFORMÁTICA: Carlos García Montoro  
COMUNICACIÓN: Isidoro García Cano



Los jets de partículas se utilizan para buscar materia oscura y otra nueva física como Supersimetría (en la imagen).  
Créditos: CERN.

# Buscan materia oscura en el LHC con monojets

*Investigadores del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE) lideran un análisis con datos del experimento ATLAS que revelaría la producción de WIMPs en el acelerador*

Investigadores del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE, consorcio Generalitat de Catalunya y Universitat Autònoma de Barcelona) han completado un estudio con datos del experimento ATLAS que busca materia oscura en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC). Para ello, los investigadores utilizan monojets, un tipo de sucesos producidos en las colisiones de alta energía del acelerador del CERN que revelaría la producción de las llamadas WIMPs, partículas propuestas para formar materia oscura. Los investigadores han aplicado también este método para buscar partículas supersimétricas o nuevas dimensiones espaciales. Con el LHC a punto de volver a funcionar tras dos años de parada técnica, este método aparece como uno de los más prometedores para

la búsqueda de nueva física.

La materia oscura es una nueva clase de materia que ni absorbe ni emite luz. Su existencia se infiere por pistas indirectas, como la medida de las velocidades de estrellas en galaxias o de galaxias en cúmulos, que muestran una discrepancia entre la masa, calculada a partir de sus efectos gravitacionales y la calculada a partir de la distribución de luz emitida. Esta discrepancia se conoce desde los años 30 del siglo pasado, y no puede ser explicada por fuentes de materia ordinaria en el universo. La materia oscura sería responsable del 25% del contenido de energía del Universo. Uno de los candidatos favoritos para formar la materia oscura son las llamadas WIMPs (*weakly interacting massive particles*) o partículas con masa que actúan débilmente. Serían partículas

relativamente pesadas (masas mayores que las del protón, 1 GeV). En el LHC se podría producir materia oscura en las colisiones entre protones, pero, puesto que son partículas que interactúan débilmente, escaparía sin ser detectada en los experimentos.

Los físicos del LHC intentan identificar la presencia de WIMPs cuando se producen acompañados por otras partículas, por ejemplo gluones (mediadoras de la fuerza fuerte, una de las interacciones fundamentales). Estos sucesos se observan como señales muy limpias con un solo chorro de partículas, también llamados "monojets". El canal de monojets es el más potente en términos de sensibilidad para la búsqueda de WIMPs.

Ahora, un grupo de científicos de ATLAS liderado por el IFAE ha llevado a cabo una nueva búsqueda de materia oscura usando los datos acumulados por el experimento en 2012, con colisiones a una 8 TeV. Los resultados muestran acuerdo con el Modelo Estándar, teoría que describe las partículas elementales y sus interacciones, sin observar aún una posible señal de materia oscura. Los científicos han usado los resultados para definir escenarios de producción de materia oscura en el LHC y complementar información de otros experimentos.

# Concurso para experimentar en el CERN

*España es el primer país en equipos inscritos (36) en la segunda edición del certamen internacional 'Beamline for Schols'*

36 equipos españoles participan en la segunda edición del concurso *Beamline for Schools*, una iniciativa a nivel internacional que organiza el laboratorio europeo de física de partículas (CERN) que propone a grupos de estudiantes de secundaria realizar un experimento con uno de los haces de partículas del laboratorio. Del total de 212 grupos de 40 países, España es el primero en número de equipos participantes, por delante de Serbia (19), Italia, Reino Unido y Portugal (18). El concurso, que inició el CERN el año pasado con motivo de su 60 aniversario, es una actividad divulgativa a nivel internacional donde el mayor laboratorio de física de partículas del mundo propone a grupos de estudiantes de secundaria de todo el mundo que envíen propuestas para realizar experimentos reales con uno de sus haces de partículas.

**Beamline for Schools**

- Pueden participar equipos de estudiantes de secundaria coordinados por un adulto.
- Proponen realizar un experimento con un haz de partículas del CERN.
- Fase de registro (hasta 31 enero). 36 equipos españoles registrados.
- Elaboración de propuestas (hasta el 31 de marzo). Texto + vídeo
- Un jurado del CERN selecciona las mejores propuestas. El comité SPSC decide el equipo ganador (mayo).
- El/Los ganador/es viajarán al CERN durante el verano para realizar el experimento.

<http://beamline-for-schools.web.cern.ch/>

La primera fase del concurso es el registro, donde los equipos de estudiantes coordinados por un profesor, muestran su interés por participar. Tras finalizar esta fase el 31 de enero, un total de 212 equipos de 40 países se registraron para participar en el concurso. España es el primer país en número de equipos inscritos, 36, un número similar al del año pasado, donde 35 equipos se registraron para participar (solo Italia tuvo más equipos registrados). Tras España, los países con mayor número de equipos registrados son Serbia (19); Italia, Reino Unido y Portugal (18); Estados Unidos (12); Turquía (9); Rusia y Polonia (8); y Alemania (7). También hay representantes de México (2) y Argentina (1). Los equipos tienen hasta el 31 de marzo para enviar una propuesta más elaborada sobre su experimento acompañada de un vídeo donde expliquen de forma creativa su proposición.



## Entrevista a Rafael Berjillos técnico CPAN 2009-2011

# “Mi experiencia como técnico del CPAN sirvió para crear una spin-off de servicios para la investigación”

*El CPAN permitió la contratación de 88 técnicos, la base para desarrollar I+D en el laboratorio y formar personal cualificado para la innovación. Como Rafael Berjillos, que fundó su empresa con 27 años y sigue buscando aplicaciones a la física.*

**-Pregunta: ¿Cuál es su ámbito de estudio?**

**-Respuesta:** Durante mi etapa de técnico en investigación he trabajado en el desarrollo de sistemas electrónicos para la adquisición de detectores de partículas, así como en instrumentación variada como sistemas de diagnóstico de los haces de partículas. En ese tiempo, he trabajado con el grupo de investigación en estructura de la materia de la Universidad de Huelva, en colaboraciones con otros laboratorios como el Instituto de Física Nuclear de Cracovia, con el que habíamos desarrollado prototipos electrónicos para la adquisición de señales de detectores de alta densidad. Además, he sido profesor asociado en carreras de Ingeniería.

**-P: ¿Qué tareas desempeñó durante su contrato como técnico del CPAN?**

**-R:** Estuve contratado por el CPAN desde principios de 2009 hasta finales de 2011, cuando fundamos una spin-off. Me dediqué básicamente al diseño y desarrollo de sistemas electrónicos y de adquisición de datos, así como a la construcción de nuevos equipos para la detección de radiación nuclear en aceleradores de partículas. Por supuesto, también a tareas como el mantenimiento del equipo experimental y la gestión del laboratorio de Física Nuclear de la Universidad de Huelva.

**-P: ¿Cómo influyó este periodo en su trayectoria profesional posterior?**

**-R:** El contrato del CPAN me dio la oportunidad de formarme con un grupo muy profesional, con el que pude visitar laboratorios punteros en el campo donde trabajaba aumentando mis conocimientos sobre diferentes instalaciones de investigación en el mundo. Participé en numerosos experimentos, con muchos resultados científicos. Con ese bagaje

*“Actualmente colaboro con otras empresas en el ámbito de la física médica y en un acelerador lineal con aplicación para empresas agrícolas”*

alimenté el proyecto empresarial que estaba planificando para cubrir las necesidades de los grupos de investigación mediante novedosos diseños mecánicos y electrónicos, suministros de piezas e instrumentación... Gracias a la experiencia como técnico del CPAN pude gestar un proyecto empresarial para facilitar la vida al investigador.

**-P: Cuéntenos cómo le ha ido su experiencia en el mundo de la empresa.**

**-R:** Con 27 años fui socio fundador de Tharsis Technology S.L, una spin-off creada en 2010.

La empresa surgió con el objetivo de realizar una transferencia tecnológica de varios grupos de la Universidad de Huelva, aportando valor añadido a desarrollos que habíamos realizado en los laboratorios de investigación. Tharsis ofrece servicios de ingeniería a medida, desarrollos de sistemas mecánicos y electrónicos para instrumentos científicos y aplicaciones industriales. Desde el comienzo apostamos por crear empleo y formación para universitarios recién titulados. La compañía ha recibido apoyo institucional, obteniendo financiación orientada a actividades industriales relacionadas con la tecnología nuclear e investigaciones en el campo de la física nuclear y de partículas. Durante mi etapa en la empresa recibimos reconocimientos por nuestra trayectoria empresarial. En 2014 cesé mi actividad en Tharsis, quedándome solo como socio fundador. Ahora tengo otros proyectos con dos empresas. Con TTI-Norte S.L. coordino el desarrollo de un Gantry Superconductor para protonterapia a través de un consorcio empresarial, dentro del programa FEDER-INTERCONNECTA. Y con Celestia Renovables S.L. desarrollamos un acelerador lineal industrial que pretende ofrecer soluciones que ayudarán a incrementar las exportaciones de las empresas agrícolas.

**Apuesta por la transferencia.** Uno de los principales objetivos del CPAN es potenciar la transferencia de tecnología. El CPAN ha permitido la contratación de 6 técnicos de transferencia en sus grupos, y organiza varios encuentros con empresas. Además, el CPAN financia proyectos con importantes aplicaciones como el desarrollo de un nuevo tipo de imagen en radiología (imagen densitométrica); la mejora de imágenes obtenidas por tomografía por emisión de positrones (PET); el desarrollo de un dispositivo para determinar la difusión del gas radón en materiales de construcción; o la creación de un sistema compacto para la caracterización de detectores de radiación.

**Invertir en ciencia básica**  
Industrias basadas en Física generan el 14% de la economía europea, 15 millones de empleos anuales  
Cada euro invertido en el CERN genera 3 en industria

**Transferencia en el CPAN**  
16 patentes y modelos de utilidad  
24 contratos y convenios con empresas  
3 spin-offs surgidas de grupos del CPAN

Con datos de Eurostat (2013), CERN y elaboración propia

