



Dando los últimos retoques al experimento CMS. Foto: Maximilien Brice/CERN.

Calendario de reinicio del Gran Colisionador

El año 2015 estará marcado por el reinicio del LHC. Se prevé que los primeros haces de partículas circulen por el acelerador del CERN a principios de marzo, incrementando la energía progresivamente hasta alcanzar un nuevo récord en las colisiones a 13 TeV a mediados de mayo. Os lo contaremos desde el CPAN.

No es sencillo devolver la vida a un monstruo de 27 kilómetros enterrado a 100 metros bajo tierra que funciona con una tecnología creada para la ocasión, y cuya vida depende de miles de científicos en todo el mundo. Esa es la tarea que se lleva a cabo ahora en la sede del CERN en Ginebra para llegar a la fecha prevista en marzo, cuando se inyectarán los primeros haces de partículas al Gran Colisionador de Hadrones. Previamente, los científicos e ingenieros del laboratorio europeo de física de partículas han realizado pruebas, llevando los haces a las puertas del LHC y refrigerando toda la máquina a su temperatura de operación, 1,9 grados sobre el cero absoluto, más frío que el espacio exterior.

A mediados de febrero se cerrarán todos los

experimentos del LHC, donde un importante número de científicos españoles han participado en las tareas de adaptación de los detectores ante una máquina que va a funcionar casi al doble de energía, 13 teraelectronvoltios (TeV). A partir de ahí se inicia la cuenta atrás para introducir los haces con protones dentro del anillo del acelerador. Si todo va como se espera, las colisiones de alta energía que marcarán un nuevo récord para un acelerador de partículas en la Tierra se producirán a mediados de mayo. "Con este nuevo nivel de energía el LHC abrirá nuevos horizontes para la física y futuros descubrimientos", dijo el Director General del CERN, Rolf Heuer, en el que será su último año de mandato antes de ceder el testigo del mayor laboratorio de física de partículas del mundo a Fabiola Gianotti.

2015: Año Internacional de la Luz

La ONU proclamó 2015 el Año Internacional de la Luz y tecnologías derivadas. Desde el punto de vista de la física de partículas, es el fotón, partícula elemental del campo electromagnético, la portadora de luz. Y la luminosidad es la medida del número de colisiones.

Para el CERN, el Año Internacional de la Luz es una ocasión de mostrar su proyecto LHC de Alta Luminosidad (HL-LHC), el Gran Colisionador de Hadrones 2.0. Se trata de una remodelación del LHC prevista a partir de 2020 con el objetivo de incrementar la luminosidad en un factor 10. Miles de científicos trabajan ya en los retos tecnológicos para conseguir este hito, que implican tanto al acelerador (fabricar imanes superconductores de 13 Teslas, entre otros) como a los experimentos, que tendrán que adaptarse a un ambiente más 'hostil' por el incremento de las colisiones. El CERN ha preparado un programa de actividades relacionadas con el Año Internacional de la Luz y su proyecto HL-LHC. En cuanto a las tecnologías basadas en la luz, una de las más importantes es el sincrotrón, un tipo de acelerador de partículas que puede utilizarse como fuente de 'luz sincrotrón' para analizar la materia de forma muy precisa. Sus aplicaciones van desde la ciencia de materiales hasta la Medicina o Farmacia. En España disponemos de una única instalación de este tipo, el sincrotrón ALBA de Barcelona.

En todo el mundo se ha preparado una serie de actos para celebrar el Año Internacional de la Luz. Más información: www.light2015.org y en la sección española www.luz2015.es.



Imagen: CERN.

Premio de la APS y EPS a un científico español

El científico del Centro Nacional de Aceleradores (CNA) Manuel García Muñoz ha recibido el Premio Landau-Spitzer de 2014, otorgado cada 2 años de forma conjunta por la Sociedad Americana de Física (APS) y la Sociedad Europea de Física (EPS). El premio se le otorgó junto a Benedikt Geiger (Instituto Max-Planck para Física del Plasma, IPP Munich), David Pace y Michael Van Zeeland (de la empresa General Atomics) por sus estudios realizados sobre el transporte de partículas energéticas en reactores de fusión experimentales llamados "tokamak", reactores que funcionan por confinamiento magnético. El objetivo de estos investigadores es reproducir la forma de producir energía de las estrellas, la fusión de átomos ligeros.

Manuel García Muñoz es licenciado en Física por la Universidad de Sevilla. Se doctoró en la Ludwig Maximilian Universität de Munich con un trabajo de investigación en el Instituto Max-Planck para Física del Plasma sobre el transporte de partículas rápidas en el tokamak ASDEX Upgrade. Tras 3 años como investigador postdoctoral en este instituto, obtuvo una plaza de científico titular. Su actividad se desarrolla en los principales reactores experimentales de fusión, como en los tokamaks ASDEX Upgrade (Munich), DIII-D (San Diego, California), JET y MAST-U (Oxford, Reino Unido) y el stellerator TJ-II (CIEMAT, Madrid). En la actualidad tiene un contrato Ramón y Cajal y una beca Marie-Curie en la Universidad de Sevilla y el CNA.



Mejoran el acceso a los datos de ATLAS

Investigadores del Instituto de Física Corpuscular (IFIC, CSIC-Universitat de València) participan en un proyecto internacional para desarrollar un nuevo sistema de catalogación y acceso a los datos del experimento ATLAS, uno de los dos grandes detectores del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN donde se descubrió el bosón de Higgs. El sistema utiliza tecnologías de código libre para mejorar tanto el sistema de clasificación de las colisiones entre partículas subatómicas que se producen en el experimento como el acceso posterior a estos datos, que los científicos analizan para buscar nuevas partículas.

Este sistema se ha probado a principios de año con miles de millones de colisiones obtenidas durante el primer periodo de funcionamiento del LHC, y se

implementará en 2015, cuando el acelerador del CERN vuelva a funcionar al casi el doble de energía proporcionando cinco veces más datos.

El sistema anterior usaba un *software* propietario, que requiere el pago de licencias y que, además, no estaba preparado para el aluvión de datos que se espera. Surgió así en 2013 el *Event Index Project* para crear un sistema que mejorase esta situación, utilizando tecnologías NoSQL como la base de datos Hadoop, de código libre. El nuevo sistema permite adaptar la clasificación de los sucesos a las necesidades de los científicos, además de clasificar las colisiones mientras se producen, lo cual aumenta la complejidad. Tras probar un prototipo con una selección, en enero se probó con todos los datos del *run 1* de ATLAS.

Agenda/Convocatorias

➤ **FameLab @ CERN.** Por primera vez el CERN organiza su propia competición del famoso concurso de monólogos científicos. Los participantes han de tener entre 18 y 35 años y estar vinculados al CERN. Hay que registrarse online antes del 15 de marzo, y enviar un vídeo de 3 minutos en inglés. Los seleccionados recibirán formación en el CERN (25 y 26 abril). El 21 de mayo será la final que decidirá al ganador que representará al laboratorio en la final internacional. <http://famelab.web.cern.ch/>

➤ **Exposición 'La física en nuestras vidas.'** La Facultad de Física de la Universidad de Barcelona acoge la exposición del CPAN sobre aplicaciones de la investigación básica. Hasta el 11 de marzo en el Atrio Solar, con entrada libre. Se pueden solicitar visitas guiadas + conferencia. www.i-cpan.es/ExpoAplicaciones

➤ **Escuela latinoamericana de Altas Energías.** Se celebra en Ibarra (Ecuador), del 4 al 17 de marzo. Organizada por el CERN, está dirigida a estudiantes de doctorado en Física de Altas Energías. <http://physicschool.web.cern.ch>

➤ **XLIII International Meeting on Fundamental Physics.** Nueva edición de un clásico para la física de altas energías en España, centrado este año en física de astropartículas. Del 15 al 21 de marzo, Centro de Ciencias Pedro Pascual (Benasque). Registro hasta el 15 de febrero. <http://benasque.org/2015imfp/>

➤ **Convocatoria Retos-Colaboración 2015.** Para proyectos en cooperación entre empresas y organismos de investigación. Solicitudes hasta el 24 de febrero. <http://www.idi.mineco.gob.es/>

➤ **Convocatoria Premio Rey Jaime I.** Dotados con 100.000 euros, reconocen el trabajo de personas que hayan desarrollado la mayor parte de su trayectoria profesional en España. Propuestas hasta el 22 de marzo. <http://www.fprj.es/bases/>

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
TIF: 96 354 48 46 // www.i-cpan.es

GERENCIA: M^a José Gracia Vidal
ADMINISTRACIÓN: Marisa Hernando Recuero
INFORMÁTICA: Carlos García Montoro
COMUNICACIÓN: Isidoro García Cano



Espejo del prototipo de los telescopios de Pierre Auger utilizado para el experimento FUNK en el Instituto de Tecnología de Karlsruhe. Imagen: Ralph Engel.

Materia oscura a través del espejo

Cerco a la materia oscura. Los científicos tratan de conocer por todos los medios qué compone ese 26% del Universo todavía desconocido. Cada experimento tiene un candidato para formar el 'lado oscuro' del cosmos: WIMPs (partículas masivas que interactúan débilmente), neutrinos o axiones son algunas de las partículas que postulan las teorías más populares. Dentro del sector que busca materia oscura 'ligera' está el fotón 'oculto' (*hidden photon*), que, a diferencia del fotón que trae la luz de las estrellas, tendría una pequeña masa. Científicos europeos entre los que se encuentran físicos de la Universidad de Zaragoza construyen en Alemania el primer experimento diseñado para su detección.

El experimento tiene el sonoro nombre de FUNK, *Finding U(1)'s of a Novel Kind*. Consiste en un espejo esférico de 13 metros cuadrados con un detector muy sensible en el centro de curvatura. Este espejo fue un prototipo para desarrollar los telescopios de fluorescencia del observatorio Pierre Auger (Argentina), una de las técnicas con las que los científicos detectan las partículas cargadas procedentes de los rayos cósmicos que inciden en la atmósfera. Ahora, este espejo está en una sala blindada en el Instituto de Tecnología de Karlsruhe.

"El experimento ha de ser montado en una sala oscura para energías en el visible, una fría para el infrarrojo, una fría y anecoica para microondas", explica Javier Redondo, investigador de la Universidad de Zaragoza participante en el proyecto. Pero, ¿por qué buscar materia oscura 'a oscuras'? "El objetivo es detectar fotones ocultos o *hidden photons*, un tipo de partícula que apenas interactúa con la materia y atraviesa fácilmente cualquier objeto", continúa Redondo. "Cuando atraviesan una superficie pulida de alta reflectividad (un espejo) tienen una pequeña probabilidad de convertirse en un fotón ordinario, que sería

captado por el detector del centro del espejo". La probabilidad es de menos de 10^{-18} .

De momento, los fotones ocultos solo han aparecido en teorías que intentan explicar la naturaleza a distancias muy pequeñas, como la teoría de cuerdas. Al igual que el fotón es la partícula elemental que manifiesta la existencia de una de las cuatro interacciones elementales de la naturaleza (el campo electromagnético), "el fotón oculto sería la partícula de un nuevo campo parecido al

puede producir la cantidad justa de fotones ocultos para explicar toda la materia oscura que sabemos que hay en el Universo. Esto puede ocurrir mediante colisiones entre partículas del plasma primordial, mediante fluctuaciones cuánticas durante la inflación o durante una transición de fase".

Detectar una señal de fotones ocultos en FUNK revelaría la existencia de una nueva partícula, pero a partir de ahí el trabajo es ingente. Según Redondo, la masa del fotón oculto se convierte en la energía del fotón ordinario emitido (y detectado) según la famosa ecuación de Einstein que relaciona ambas magnitudes. Midiendo la energía de los fotones sabríamos cuál es la masa del fotón oculto, pero sería solo el principio. "Además de la energía de cada fotón, se puede medir la cantidad de fotones detectados por unidad de tiempo, proporcional a la probabilidad de conversión de fotones ocultos a fotones ordinarios y a la cantidad de fotones ocultos que cruzan el espejo. Como no sabemos qué fracción de la materia oscura esta formada por fotones ocultos, solo obtendríamos un límite inferior a la probabilidad, pero casi todos los experimentos adolecen de esta circunstancia".

La probabilidad de conversión depende de lo que los físicos llaman 'ángulo de mezcla' entre el fotón oculto y el fotón ordinario. Según Redondo, FUNK tiene la sensibilidad para detectar fotones ocultos en el espectro visible y de microondas, algo que pondrán en práctica este año. La idea fue concebida en un congreso en DESY Hamburgo, cuando expertos en teoría y fenomenología de fotones ocultos entraron en contacto con radioastrónomos y físicos de astropartículas. De momento, los científicos cuentan con una pequeña financiación de DESY y el apoyo del Instituto de Tecnología de Karlsruhe para llevar adelante la primera aproximación a los fotones ocultos.

En resumen

➤ *La materia oscura compone un 26% del Universo, pero aún no ha sido detectada.*

➤ *Los fotones ocultos formarían parte de la materia oscura llamada 'ligera'. A diferencia del fotón, tendrían masa e interactuarían.*

➤ *Se habrían creado en el Big Bang mediante colisiones en el plasma original o fluctuaciones cuánticas durante la inflación cósmica.*

➤ *FUNK es el primer experimento para detectar fotones ocultos. Colaboran teóricos con físicos de astropartículas y radioastrónomos.*

electromagnético, pero que se acopla (interactúa) muy débilmente con la materia ordinaria", describe Redondo. Sin embargo, a diferencia del fotón ordinario los fotones ocultos podrían tener masa. "Si una partícula interactúa débilmente, tiene masa y su vida media es mayor que la edad del Universo, es una excelente candidata para formar la materia oscura", asegura el investigador español. "Algunos estudios demuestran que durante el Big Bang se

Entrevista a Carlos Pobes, postdoc CPAN 2009-2011



Imagen: Carlos Pobes.

“Recortar en ciencia es quitar el avituallamiento en una maratón: muchas gente no acabará la carrera”

En 2012 se convirtió en el maño más universal por su estancia en la Antártida en el experimento IceCube. Carlos Pobes (1976) fue uno de los primeros 'postdocs' del CPAN. Con él iniciamos las entrevistas de este boletín.

-Pregunta: ¿Cuál es su ámbito de trabajo?

-Respuesta: Desde que terminé la carrera me he dedicado a la física experimental de astropartículas. Empecé en física de neutrinos en el experimento CUORICINO, en Gran Sasso (Italia). Posteriormente realicé mi tesis doctoral en el grupo de Física Nuclear y Astropartículas de la Universidad de Zaragoza (GIFNA), en el desarrollo de un prototipo para ANAIS, experimento que se instalará en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc para la búsqueda de materia oscura. Después de un periodo colaborando con FECYT para una red europea en astropartículas (ASPERA), volví ya como postdoc CPAN al GIFNA. Allí continué con el

desarrollo de ANAIS. En ASPERA me inicié en tareas de divulgación, y como postdoc CPAN participé en la organización de la Semana Española de las Astropartículas de 2010.

-P: ¿Qué supuso para su trayectoria científica el periodo como postdoc del CPAN?

-R: El contrato del CPAN supuso el apoyo necesario para seguir desarrollándome como investigador en un grupo puntero en física de astropartículas, en un momento en el que ya se auguraban malos tiempos. Además, a través de las actividades de divulgación y reuniones del CPAN pude crear lazos con el resto de la comunidad científica. Esto sentó las bases para mi siguiente contrato como Winter Over del

telescopio de neutrinos IceCube en el Polo Sur. Quiero resaltar la labor que ha realizado CPAN en divulgación, guardo muy buenos recuerdos.

-P: ¿Cuál es su situación laboral actual?

-R: Actualmente estoy como postdoc en el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA) dentro del proyecto ATHENA. Aunque es un proyecto de astrofísica, mi labor se centra en el desarrollo de los detectores,

“El postdoc en el CPAN permitió formarme en un grupo puntero en física de astropartículas, sentando las bases para mi Winter Over en IceCube”

microcalorímetros basados en TES, cuyo funcionamiento es similar al de otros experimentos del ámbito del CPAN.

-P: ¿Cómo ve la situación de la investigación en España?

-R: Cuando se concedió el CPAN fue un momento dulce que ha permitido sobrevivir a los recortes que han venido después. Pero esa situación se agota también. La ciencia no se hace sola, muchos de los que la hacen posible son jóvenes investigadores sin estabilidad laboral que terminan emigrando y llevándose la experiencia y formación de años. Creo que el CPAN ha tenido un impacto importante, pero me temo que el objetivo de crear un centro nacional se verá comprometido por la situación económica. Tener un centro nacional supondría una estructura legal, financiación estable, posibilidad de contratación y de apoyo a largo plazo de proyectos y carreras científicas, algo que disfrutaban otros países. La ciencia, sobre todo la ciencia básica, es una carrera de fondo, como demuestran proyectos como el LHC. El impacto de los recortes es como si retiran los avituallamientos en una maratón, mucha gente no va a terminar la carrera. Y en la meta esperan avances que transforman nuestra sociedad, o incluso salvan vidas.

Reconocimientos. De izquierda a derecha: **Vicent Mateu**, el investigador doctorado en el Instituto de Física Corpuscular (IFIC) ha recibido el Premio Investigador Novel en Física Teórica 2014 de la RSEF y la Fundación BBVA. **José Valle** ha sido galardonado con la Medalla de la División de Partículas y Campos de la Sociedad Mexicana de Física. **Juan Fuster** fue nombrado a finales de 2014 presidente de la comisión de Física de Partículas y Campos (C11) de la IUPAP.

