

Primeras colisiones entre iones de plomo en el experimento ALICE a 13 TeV, CERN

## Una 'sopa primordial' más caliente

*El LHC batió en noviembre su propio récord al colisionar iones de plomo a 13 TeV. Incrementar la energía supone aumentar el volumen y la temperatura del plasma de quarks y gluones formado en este tipo de colisiones, la 'sopa primordial' de partículas que existió instantes después del Big Bang y que dió lugar a la materia.*

El LHC pasa a una nueva fase. En noviembre se registraron las primeras colisiones de iones de plomo de su segundo periodo de funcionamiento, a una energía casi dos veces mayor que la del ciclo anterior. Las primeras colisiones en este modo de funcionamiento se registraron el 17 de noviembre, declarando 'haces estables' el 25 de noviembre. Esto marca el inicio de un mes funcionando con iones de plomo cargados, átomos de plomo sin electrones. Los cuatro grandes experimentos del LHC tomarán datos, incluido por primera vez el experimento LHCb. Hacer chocar iones de plomo permite estudiar un estado de la materia que existió justo después del Big Bang.

En los primeros instantes de nuestro universo, durante unas pocas millonésimas de segundo, la materia fue un medio muy caliente y denso, una especie de 'sopa primordial', compuesta por

partículas elementales conocidas como quarks y gluones. En el frío Universo actual, estos gluones mantienen a los quarks unidos dentro de los protones y neutrones que forman la materia, incluidos nosotros y otros tipos de partículas.

*En el anterior ciclo del LHC se descubrieron características inesperadas del plasma de quarks y gluones que se espera conocer mejor con el incremento actual de energía*

Incrementar la energía de las colisiones en el LHC aumentará también el volumen y la temperatura del plasma de quarks y gluones, permitiendo avances en el conocimiento de este medio formado en las colisiones de iones de plomo del LHC. En el anterior ciclo los experimentos del LHC confirmaron

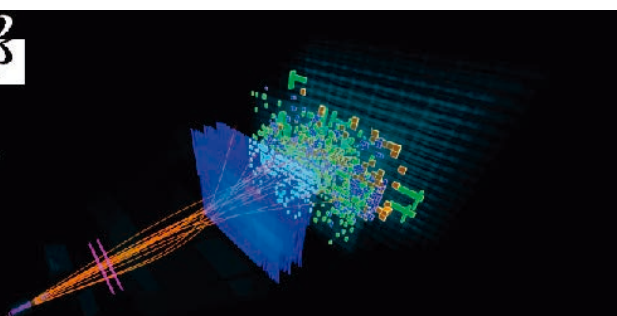
el comportamiento inesperado del plasma de quarks y gluones como un líquido ideal, así como la existencia de 'jet quenching', un fenómeno por el que las partículas producidas pierden energía por su paso a través del plasma de quarks y gluones. La gran abundancia de estos fenómenos proporcionará herramientas para caracterizar el comportamiento de este plasma de quarks y gluones.

"Colisionar iones es una tradición durante un mes cada año como parte de nuestro programa de investigación", dice el Director General del CERN, Rolf Heuer. "Este año es especial porque alcanzamos una nueva energía y exploraremos la materia en un periodo aún más temprano de nuestro universo".

"El salto en energía nos da acceso a preguntas más fundamentales, como los mecanismos precisos de producción de este estado de la materia, donde se alcanza una temperatura cientos de miles de veces superior a la del interior del Sol, y realizar medidas más exactas de sus propiedades son los dos retos a los que nos enfrentamos", comenta Carlos Salgado, científico de la Universidad de Santiago que investiga este tipo de colisiones en el proyecto HotLHC.



Brumá 2598325  
Ria: 165456  
Wed, 25 Nov 2015 13:51:53



### LHCb toma datos con iones por primera vez

*Esta será la primera vez que el experimento LHCb, diseñado para estudiar la asimetría materia y antimateria, tome datos con colisiones entre dos iones de plomo. El diseño de este experimento, con partes internas del detector muy cercanas al punto de colisión, no facilita registrar este tipo de colisiones, que produce mucha irradiación a los instrumentos. Sin embargo, la geometría particular del espectrómetro de LHCb motivó un gran interés por la física de iones pesados, pues las medidas en esa región de emisión de partículas cargadas son una extraordinaria fuente de información para conocer la naturaleza de los estados formados en esas colisiones. La toma de datos incidirá en la producción de partículas en las regiones de bajo ángulo.*

# Las VII Jornadas CPAN se celebran en Segovia

Las novedades del segundo periodo de funcionamiento del Gran Colisionador de Hadrones (LHC), la investigación en física de neutrinos, la búsqueda de ondas gravitacionales predichas por la teoría de la relatividad general de Einstein y los avances en el estudio de la estructura nuclear son algunos de los temas que se tratan en las VII Jornadas del Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear (CPAN), que reúnen del 1 al 3 de diciembre en Segovia a más de 180 expertos internacionales. El programa incluye un espacio para la transferencia tecnológica, y finaliza con la entrega de los premios del VI concurso de divulgación.

Además de compartir los avances en la investigación básica, las Jornadas CPAN contribuyen a la coordinación entre los científicos que trabajan en estas áreas en España. El encuentro arranca con las

sesiones de las redes que componen el CPAN: la física del LHC, física de astropartículas, física nuclear y física teórica. El miércoles 2 de diciembre se inician las plenarias, donde, entre otros temas, se resumen los principales hallazgos en el Run 1 del LHC, entre ellos el de una partícula compuesta por 5 quarks, y se exponen los principales retos del Run 2.

El CPAN surge en 2007 en el marco del programa Consolider-Ingenio 2010. Está formado por más de 400 científicos de 26 grupos de investigación. En este tiempo, ha cofinanciado 160 contratos de personal investigador y técnico, apoyado la organización de más de 100 escuelas y congresos, y sus investigadores han publicado más de 5.000 artículos en revistas de impacto. También ha apoyado la participación de sus grupos en los principales experimentos a nivel internacional.



Observatorio LIGO en Hanford (USA). CALTECH/MIT/LIGO Lab

## Advanced LIGO, a la caza de las ondas gravitacionales de Einstein

Coincidiendo con el centenario de la teoría de la Relatividad General, ha entrado en funcionamiento Advanced-LIGO, un observatorio cuya misión es detectar por primera vez la existencia de un fenómeno sugerido por Einstein, pero que sigue sin confirmarse: las ondas gravitacionales. El grupo de Relatividad y Gravitación de la Universidad de las Islas Baleares es el único en España que forma parte de la colaboración LIGO, en la que participan 950 científicos de universidades de 16 países.

Einstein sugirió que el espacio-tiempo es curvo y que la gravedad es un producto de esta curvatura. Su teoría sugiere que objetos acelerados cambian la curvatura del espacio-tiempo y producen ondas gravitacionales. Estas ondas transportan información sobre los objetos que las producen y sobre la naturaleza de la gravedad en condiciones

extremas. Su detección directa permitiría observar los eventos más violentos del Universo, supernovas o colisiones y fusiones de agujeros negros.

Las ondulaciones del espacio-tiempo emanan en todas direcciones, viajando a la velocidad de la luz y distorsionando todo a su paso. Pero cuanto más se alejan de su origen, más pequeñas se vuelven. Detectar este pequeñísimo movimiento es el objetivo de LIGO. Para ello, se hace rebotar luz láser entre espejos situados en extremos opuestos de tubos de vacío de 4 kilómetros de largo para detectar el paso de las ondas gravitacionales que extienden y comprimen la longitud de sus brazos. Se espera que Advanced-LIGO tenga 10 veces más sensibilidad a estos fenómenos que LIGO-inicial, permitiendo detectar ondas gravitacionales generadas a 650 millones de años luz.

## Espacio

### Cuenta atrás para el lanzamiento de LISA Pathfinder, el 2 de diciembre

El lanzamiento de LISA Pathfinder, la misión de la Agencia Espacial Europea (ESA) que probará la tecnología para detectar ondas gravitacionales en el espacio, está previsto para el día 2 de diciembre a las 5:15h, hora española, desde la base espacial de la ESA en Kourou (Guayana Francesa). LISA pretende detectar las ondas gravitacionales midiendo la distancia entre dos cuerpos en caída libre con una precisión altísima, algo cuya complejidad llevó a ESA a acometer primero una misión tecnológica, un 'ensayo general' para comprobar la viabilidad. Se requieren desarrollos tecnológicos sin precedentes, con precisiones del orden de los picómetros (billonésima parte de un metro). La fuerza equivalente al peso de una bacteria sobre una de las masas de prueba que se mantendrán flotando en el vacío lo desequilibraría todo.

El grupo de Astronomía Gravitacional-LISA del Instituto de Ciencias del Espacio (IEEC-CSIC) ha diseñado, construido y programado la Unidad de Gestión de Datos, el ordenador a bordo que controla los experimentos científicos de la misión. Además, este grupo ha sido el responsable del sistema de diagnóstico. Las empresas SENER y GMV participaron en la construcción.

## Agenda/Convocatorias

➤ **VII CPAN DAYS.** Nueva edición de este meeting que reúne a las comunidades científicas españolas participantes en el proyecto Consolider CPAN. Segovia, 1-3 diciembre. [www.i-cpan.es/jornadas7](http://www.i-cpan.es/jornadas7)

➤ **Lanzamiento de LISA Pathfinder.** El Instituto de Ciencias del Espacio (IEEC-CSIC) realiza un seguimiento en directo del lanzamiento de la misión de la ESA durante la mañana del 2 de diciembre, tanto para medios de comunicación como para público. Para asistir es necesario registrarse en la web [www.ieec.cat](http://www.ieec.cat)

➤ **Consolidator Grants ERC.** Investigadores con 7-12 años de experiencia. Financiación de hasta 2 millones de euros durante 5 años. <https://erc.europa.eu/consolidator-grants>

## 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)  
Tlf: 96 354 48 46 // [www.i-cpan.es](http://www.i-cpan.es)



Uno de los detectores de superficie del Observatorio Pierre Auger, que serán renovados en AugerPrime. Foto: Steven Saffi/PAO.

# La Pampa sigue buscando rayos cósmicos

**Comienza la actualización de Pierre Auger, el mayor observatorio de rayos cósmicos del mundo situado en Argentina. El proyecto AugerPrime extenderá su operación hasta 2025, mejorando los detectores de superficie para doblar la cantidad de datos obtenida.**

Representantes de las instituciones participantes en el Observatorio Pierre Auger se reunieron en noviembre en la sede de Malargüe, en la provincia argentina de Mendoza, para acordar el inicio del proceso de mejora de los detectores de superficie de la instalación y continuar su operación hasta el año 2025. El Observatorio Pierre Auger es el mayor proyecto científico del mundo para investigar los rayos cósmicos, partículas procedentes del espacio con energías muy superiores a las producidas en aceleradores de partículas como el Gran Colisionador de Hadrones (LHC). El acuerdo permite la mejora de los 1.660 detectores distribuidos por los más de 3.000 kilómetros cuadrados que cubre el observatorio en la llamada Pampa Amarilla argentina. Se trata de unos tanques de 12.000 litros de agua pura que registran la luz Cherenkov procedente de la cascada de partículas producida en la atmósfera cuando los rayos cósmicos de alta energía chocan con núcleos

atómicos. Las propiedades de estas cascadas de partículas sirven para determinar la energía, dirección y masa de los rayos cósmicos.

**Se instalarán nuevos detectores de centelleo y se mejorará la electrónica de los detectores de superficie, que ocupan 3.000 kilómetros cuadrados de la Pampa Amarilla argentina**

Con esta actualización se instalarán nuevos detectores de centelleo para caracterizar mejor las partículas que forman estas cascadas. Los científicos esperan mejorar así la determinación de la masa de los rayos cósmicos, que no se puede medir directamente. También se instalará un sistema electrónico más rápido y potente para facilitar la

lectura de datos de los nuevos detectores y mejorar el funcionamiento de los elementos del observatorio. Esta mejora, denominada AugerPrime, permitirá continuar el funcionamiento del observatorio hasta el año 2025, permitiendo así doblar el número de datos conseguido hasta ahora. Pierre Auger arrancó en 1998 con más de 500 científicos de 16 países. Sus resultados han ofrecido interesantes pistas del origen y la naturaleza de los rayos cósmicos de muy alta energía. Uno de los más destacados es la prueba de que el flujo de rayos cósmicos decrece más rápidamente a altas energías que a energías más bajas, lo que se puede interpretar como un límite en la energía que confieren a las partículas los fenómenos del cosmos que actúan como aceleradores (explosiones de rayos gamma, agujeros negros...). Las instituciones españolas que participan en este proyecto son las universidades de Santiago de Compostela, Complutense de Madrid y Granada. Varios investigadores españoles lideran algunos de los grupos de trabajo de física de más impacto y visibilidad dentro de la colaboración Auger.

## Nueva edición de 'Beamline for Schools'

**Se abre el plazo para participar en el concurso del CERN donde estudiantes de secundaria proponen su propio experimento**

A partir del 17 de noviembre, equipos de al menos 5 estudiantes de 16 años o más y con al menos un supervisor adulto o "coach" pueden registrar en la web del concurso Beamline for Schools el nombre del equipo y los datos de contacto de su supervisor, y empezar así a recibir información por correo electrónico.

En la web del concurso aparece información relevante sobre el equipamiento de la línea de haces del CERN que se utiliza, así como ejemplos y propuestas ganadoras en otras ediciones que pueden servir de inspiración a los estudiantes para realizar un experimento sencillo y creativo. También se puede solicitar información a los contactos nacionales.

Los equipos registrados tienen hasta el 31 de marzo de 2016 para enviar su propuesta de experimento, consistente en un texto de 1.000 palabras y un vídeo de un minuto (en inglés).

### Fechas clave

- 17 de noviembre. Se abre el plazo para registrar el nombre del equipo, de más de cinco estudiantes mayores de 16 años con al menos un adulto o 'coach'.

- 31 de marzo de 2016. Fin del plazo para enviar la propuesta de experimento, consistente en un escrito (1.000 palabras) y un vídeo de un minuto en inglés.

- Junio 2016. El CERN anuncia una lista de 10-20 equipos finalistas, de entre los que saldrá el equipo o equipos ganadores (dos como máximo).

- Septiembre 2016. Los equipos ganadores se desplazan al CERN para realizar el experimento.

<http://cern.ch/bl4s>

Contacto en España: [ruiz@ifca.unican.es](mailto:ruiz@ifca.unican.es)

En junio de 2016, el CERN anunciará una lista de entre 10 y 20 equipos finalistas, de entre los que se elegirá uno o dos equipos ganadores. Los ganadores viajarán al CERN en septiembre de 2016 para realizar el experimento propuesto.

Todos los equipos participantes recibirán un certificado. Los finalistas además ganarán una camiseta del concurso para cada miembro del equipo, un detector de rayos cósmicos para la escuela y, en algunos casos, la oportunidad de visitar un laboratorio cercano. Para el equipo (o equipos) ganador, se invitará a nueve miembros y un máximo de dos supervisores adultos por equipo, con todos los gastos pagados, al CERN durante 10 días para llevar a cabo los experimentos en la línea de haces secundaria.

En las ediciones anteriores resultaron ganadores equipos de Grecia, Holanda, Italia y República Sudafricana.

# “La situación en España me recuerda a la de Italia. Los recortes de hoy afectarán al futuro”

*Sonja Orrigo (Catania, 1974) es una de las muchas personas que dejaron Italia para continuar su carrera investigadora. Tras estancias postdoctorales en Alemania y Portugal, recaló en el Instituto de Física Corpuscular de Valencia para seguir investigando en física nuclear, su pasión.*

**-Pregunta: ¿Cuándo y por qué decidió dedicarse a la investigación?**

**-Respuesta:** Ya desde pequeña me fascinaba la ciencia. Me gustaba estudiar las materias científicas y me quedaba encantada con los documentales de divulgación. En los últimos años del Liceo Científico, que en España corresponde al final del Bachillerato, me di cuenta de que lo que más gustaba era la Física. Me quedé fascinada por la belleza de las ecuaciones de Maxwell, que unifican electricidad y magnetismo. Después del Liceo elegí la carrera de Física en la Universidad de Catania, donde realicé también mi doctorado.

**-P: ¿Qué le atrajo de la física nuclear?**

**-R:** La idea de investigar algo tan pequeño y a la vez tan fundamental como el núcleo atómico me intrigaba. Durante la carrera tuve la suerte de contactar con profesores que hacían investigación en física nuclear en los Laboratorios Nacionales del Sur del Instituto Nacional de Física Nuclear (LNS-INFN), que tienen dos aceleradores. Esto me permitió conocer pronto la investigación en física nuclear y entender que era lo que más me gustaba.

**-P: Describanos su campo de investigación.**

**-R:** Mis intereses son la física nuclear experimental, la estructura nuclear y espectroscopía de los núcleos exóticos, especialmente a través de experimentos de desintegración beta y de reacciones de intercambio de carga. También estoy interesada en el desarrollo de instrumentación nuclear. Aunque me formé como física nuclear he tenido también una experiencia muy enriquecedora en un campo de investigación distinto, la detección directa de materia oscura.

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

**-R:** En 2005 acabé mi doctorado en la Universidad de Catania, donde investigué la estructura de un núcleo ligero rico en neutrones con medidas realizadas en el laboratorio IPN-Orsay (Francia) y cálculos teóricos que realicé en la Universidad de Giessen (Alemania) con una beca Marie Curie. Después hice estancias postdoctorales en la Universidad de Giessen y



Sonja Orrigo, en el laboratorio del Grupo de Espectroscopia Gama del Instituto de Física Corpuscular (IFIC)

GSI-Darmstadt (Alemania), en el Instituto Nacional de Física Nuclear y en la Universidad de Catania. Además de seguir investigando sobre núcleos exóticos, en los laboratorios LNS-INFN desarrollamos el espectrómetro magnético de amplia aceptación y reconstrucción de trayectorias MAGNEX y los detectores relacionados, realizando también los primeros experimentos con haces de iones.

**“El contrato de postdoc del CPAN me permitió volver a la física nuclear en el Instituto de Física Corpuscular, donde obtuvimos la primera observación de una desintegración muy exótica de un núcleo rico en protones que se publicó en ‘Physical Review Letters’**

En 2009 obtuve un contrato en la Universidad de Coimbra (Portugal), donde trabajé en el experimento XENON de detección directa de materia oscura. Este cambio fue un desafío estimulante. Esta experiencia me permitió trabajar y asumir responsabilidades en una colaboración más grande que los grupos de física nuclear a los que estaba acostumbrada.

**-P: ¿Qué supuso el contrato del CPAN?**

**-R:** Me permitió regresar a la física nuclear. En 2011 vine al Instituto de Física Corpuscular en Valencia

con este contrato, donde me incorporé en el Grupo de Espectroscopia Gama en el que continúo. Ahora investigo la estructura de núcleos exóticos con experimentos de desintegración beta realizados en GANIL (Francia) y en RIKEN (Japón). También he participado en experimentos realizados en IGISOL (Finlandia) con el Espectrómetro de Absorción Total (TAS). El contrato del CPAN me permitió obtener la primera observación de una desintegración muy exótica del núcleo de cinc rico en protones ( $^{66}\text{Zn}$ ), resultados que fueron publicados en *Physical Review Letters*.

**-P: ¿Qué dificultades ve en el sistema de ciencia español para dedicarse a la investigación? ¿Lo podría comparar con otros países?**

**-R:** Desde que empecé mi tesis doctoral he vivido un deterioro progresivo de los fondos para la investigación en Italia, tanto que ahora es muy difícil conseguir becas de doctorado, y ni hablar de plazas permanentes. Esto hace que muchos investigadores se marchen de Italia. Antes en España la situación era mejor, había convocatorias Ramón y Cajal regularmente y con más plazas. Sin embargo, desde que empezó la crisis ha habido muchos recortes en investigación. Tristemente la situación en España me recuerda lo que pasó en Italia. Los políticos nunca piensan a largo plazo y que los recortes de hoy afectarán el futuro.