

# Noticias CPAN



Los galardonados con el Premio Nobel de Física 2015, Takaaki Kajita y Arthur B. McDonald. Imagen: The Royal Swedish Academy of Sciences

## Nobel a las oscilaciones de neutrinos

*La Academia de Ciencias de Suecia otorgó el Premio Nobel de Física de 2015 al japonés Takaaki Kajita, de la colaboración Super-Kamiokande, y al canadiense Arthur B. McDonald, del Sudbury Neutrino Observatory, "por el descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos, lo que demuestra que los neutrinos tienen masa".*

El Nobel de Física de este año reconoce las contribuciones de ambos científicos a dos experimentos que demostraron que los neutrinos cambian sus identidades en vuelo, se transforman entre los tres tipos de neutrinos que existen (electrónico, muónico y tauónico, las tres 'familias' de leptones que, junto a los quarks, componen todo lo que vemos en el Universo). Los neutrinos fueron propuestos por Wolfgang Pauli para explicar la aparente pérdida de energía en la desintegración beta de los neutrones, uno de los constituyentes del núcleo del átomo. Según el Modelo Estándar, la teoría que mejor describe las partículas elementales y sus interacciones, estos 'pequeños neutrones' no tienen carga eléctrica ni masa, por lo que rara vez interactúan con la materia ordinaria. Efectivamente, son muy difíciles de detectar, y, por lo tanto, de estudiar.

A finales del siglo pasado, Takaaki Kajita presentó el descubrimiento de que los neutrinos producidos en la atmósfera cambiaban su identidad, 'oscilaban', en su camino al detector Super-Kamiokande, un enorme detector con 50.000 toneladas de agua pura

***Descubrir que los neutrinos tienen masa tiene importantes repercusiones para la física de partículas y la cosmología, puesto que son muy abundantes en el Universo***

instalado en una antigua mina en Japón. A su vez, Arthur B. McDonald demostró en el Observatorio Sudbury Neutrino de Canadá la solución a un antiguo enigma: los neutrinos procedentes del Sol no 'desaparecían' en su camino a la Tierra, sino que cambiaban de identidad, 'oscilaban'.

Ambos descubrimientos tienen importantes repercusiones. En primer lugar, es la primera evidencia de que el Modelo Estándar de Física de Partículas, que ha funcionado durante medio siglo como la mejor explicación del mundo de las partículas elementales, está incompleto. Debe existir física más allá de esta teoría. Por otro lado, los neutrinos son la partícula más abundante en el cosmos junto con la partícula de luz, el fotón. Descubrir que, aunque pequeña, los neutrinos tienen masa, tiene grandes consecuencias para la cosmología, teoría que estudia la evolución del Universo.

Los neutrinos se producen en procesos como las reacciones nucleares del interior del Sol o al incidir rayos cósmicos en la atmósfera terrestre. Constantemente nos atraviesan miles de millones de neutrinos sin enterarnos. Por eso se requieren grandes volúmenes de materia para lograr que, a su paso, unos pocos neutrinos interactúen y se puedan detectar y estudiar. En todo el mundo hay varios experimentos que estudian las propiedades de los neutrinos y cómo oscilan durante su viaje por el espacio.

### Física de neutrinos en España

*En nuestro país hay una importante comunidad científica que estudia los neutrinos y sus propiedades, tanto desde el punto de vista experimental como teórico. Precisamente en Super-Kamiokande trabajan científicos del Instituto de Física Corpuscular (IFIC, CSIC-UV) y del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE) para estudiar las oscilaciones de neutrinos enviados desde el acelerador J-PARC, a 300 kilómetros de distancia. Otro método para estudiar oscilaciones de neutrinos es observar los que se producen en centrales nucleares, como hace el experimento Double Chooz (Francia), donde participan investigadores del CIEMAT.*

*En el pirineo oscense se encuentra la única instalación en España donde se puede hacer física de neutrinos, el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC). En la actualidad alberga tres experimentos de neutrinos: SuperKGD, un proyecto de I+D para mejorar las capacidades de Super-Kamiokande para detectar neutrones donde participa la Universidad Autónoma de Madrid; BiPo, un detector para medir la pureza de materiales empleados por el experimento francés SUPERNEMO donde participan el IFIC y la Universidad de Zaragoza; y NEXT, un experimento que trata de demostrar que el neutrino es su propia antipartícula, tesis propuesta por el físico Ettore Majorana a principios del siglo XX. Este experimento está liderado por el IFIC.*

ENTREVISTA A UN INVESTIGADOR POSTDOCTORAL DEL CPAN EN SUPER-KAMIOKANDE, PÁGINA 4 <

# Encuentro europeo sobre aceleradores en el CNA

El Centro Nacional de Aceleradores (CNA) de Sevilla acogió del 7 al 9 de octubre la Conferencia Internacional sobre Optimización de Aceleradores como cierre del proyecto europeo OPAC, del que el CNA forma parte. En el congreso se mostraron los avances desarrollados en los aceleradores de partículas en el contexto de este proyecto, destacando los resultados obtenidos por 23 jóvenes expertos formados en el marco de OPAC. El encuentro incluyó sesiones sobre el futuro del LHC, aceleradores de nueva generación y aplicaciones de los aceleradores. Para el coordinador de la red, Carsten Welsch, "Europa está invirtiendo fuertemente en instalaciones científicas de primer nivel que ofrecerán avances sin precedentes en medicina, física nuclear y ciencia de materiales. Sin embargo, no estamos

invirtiendo lo suficiente en la gente que hace falta para aprovechar estas oportunidades, y hay una escasez de personal cualificado".

El consorcio OPAC realiza investigación en colaboración para optimizar el rendimiento de aceleradores presentes y futuros, así como para formar a futuros expertos en el campo. Esta red, financiada por la Unión Europea, ha ofrecido a estos jóvenes científicos la oportunidad de lograr una formación en física de aceleradores en diversos centros de investigación, universidades y empresas en Europa.

Dentro del congreso se celebró la conferencia "Curando el cáncer con aceleradores de partículas", donde se presentaron las capacidades que ofrecen los aceleradores de partículas en la radioterapia para el tratamiento del cáncer.



El Director General del CERN, Rolf Heuer, y el Director de INEUSTAR, Francisco Javier Cáceres, firman el acuerdo. Imagen: CERN.

## Lanzan una red de incubadoras de empresas con tecnología CERN

La Asociación Española de la Industria de la Ciencia, INEUSTAR, y el CERN han firmado un acuerdo para lanzar y apoyar una red española de incubadoras de empresas de tecnologías CERN. Este programa, denominado *INEUSTAR-Pioneers*, se implementará en distintas Comunidades Autónomas con el apoyo de las autoridades regionales y las infraestructuras ya establecidas. El programa supondrá una nueva alternativa para la transferencia tecnológica, apoyando a empresas y a emprendedores para que puedan llevar las innovadoras tecnologías relacionadas con la física de altas energías desde el concepto técnico a la realidad del mercado. Las tecnologías del CERN ya están disponibles mediante distintos programas en 7 de sus Estados miembros. La Red *INEUSTAR-Pioneers* de Centros de

Incubación de Tecnologías CERN identificará y apoyará centros locales de incubación que cumplan con las condiciones básicas para ser parte de la red. Será en estos centros donde las ideas innovadoras basadas en tecnologías desarrolladas en el CERN se diseminarán, se explorarán junto con tecnólogos y emprendedores y se alimentarán con la participación directa del CERN. El programa proporcionará beneficios adicionales para los solicitantes que sean seleccionados, como visitas técnicas de dos días al CERN y el acceso al conocimiento científico, técnico y de negocio ofrecido por CERN, INEUSTAR y el centro de incubación local. En términos de apoyo financiero, los solicitantes seleccionados recibirán financiación de hasta 40.000 euros por empresa, suministrados por los programas de apoyo local.

## Política científica

### La unidad de física de partículas del CIEMAT recibe el sello de excelencia

La Secretaría de Estado de I+D+i ha concedido siete nuevas acreditaciones a Centros y Unidades de Excelencia. Entre las cuatro Unidades seleccionadas en la modalidad María de Maeztu está la Unidad de Física de Partículas del CIEMAT. Integrada en el Departamento de Investigación Básica, esta Unidad se compone de la División de Física Experimental de Altas Energías, de la División de Astrofísica de Partículas y del grupo de Computación Científica. Sus líneas de investigación son: Física en la frontera de energía, con la participación en el experimento CMS del LHC; Física de oscilaciones de neutrinos y búsqueda de materia oscura (Double Chooz y ArDM); Física de rayos cósmicos cargados y fotones de muy alta energía (AMS, Estación Espacial Internacional; MAGIC y CTA, isla de La Palma); y Cosmología (DES, PAU y Estallidos). Estas cuatro líneas se apoyan en otras dos: I+D para futuros experimentos, y computación de altas prestaciones. Las Unidades María de Maeztu cuentan con una financiación de 500.000 euros anuales durante cuatro años. Cuatro centros CPAN ya han recibido acreditaciones de excelencia (IFT, IFAE, IFIC e Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona).

## Agenda/Convocatorias

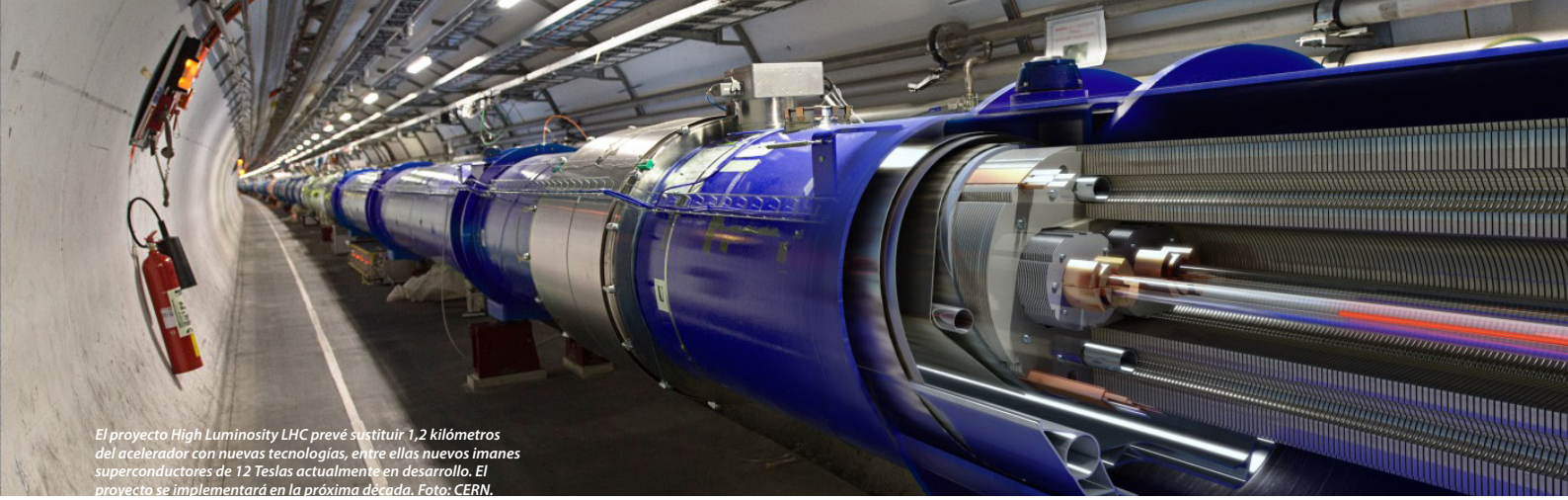
➤ **VII CPAN DAYS.** Nueva edición de este meeting que reúne a las comunidades científicas españolas participantes en el proyecto Consolider CPAN. Segovia, 1-3 diciembre. Registro en: [www.i-cpan.es/jornadas7](http://www.i-cpan.es/jornadas7)

➤ **IV Postgraduate Meeting On Theoretical Physics.** Cuarta edición de este encuentro dirigido a estudiantes de doctorado y postdocs europeos en física teórica. Del 18 al 20 de noviembre en el Instituto de Física Teórica (IFT, UAM/CSIC), Madrid. Web del encuentro.

➤ **WORKSHOP MULTIDARK-IBS.** Segunda edición de este meeting entre el proyecto Consolider y el Institute for Basic Science (IBS). 23-28 noviembre. IFT, Madrid. <https://workshops.ift.uam-csic.es/IBSmultidark>

### 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)



El proyecto High Luminosity LHC prevé sustituir 1,2 kilómetros del acelerador con nuevas tecnologías, entre ellas nuevos imanes superconductores de 12 Teslas actualmente en desarrollo. El proyecto se implementará en la próxima década. Foto: CERN.

# Hacia el LHC de Alta Luminosidad

**Científicos del proyecto High-Luminosity LHC se reúnen en el CERN para iniciar una gran mejora del acelerador que durará una década e incrementará su potencial de**

Más de 230 científicos e ingenieros de todo el mundo se reunieron en el CERN para abordar el LHC de Alta Luminosidad (*High-Luminosity LHC*), una mejora importante del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) que incrementará su potencial de descubrimiento a partir de 2025. Tras cuatro años de diseño, el proyecto pasa ahora a su segunda fase, donde se desarrollarán prototipos industriales.

La luminosidad es un indicador crucial del funcionamiento de un acelerador. Es proporcional al número de partículas que colisionan en un período de tiempo. Como los descubrimientos en física de partículas se basan en estadísticas, cuanto mayor sea el número de colisiones, mayor probabilidad de observar una partícula o un proceso físico nunca vistos. El LHC de Alta Luminosidad proporcionará medidas más precisas de las partículas elementales, y permitirá observar procesos inusuales que se producen bajo el nivel de sensibilidad actual del LHC.

“El LHC ya proporciona colisiones a la mayor energía”, dice el Director General del CERN, Rolf Heuer. “El LHC de Alta Luminosidad espera producir 10 veces

**España participa en la mejora del LHC mediante el CSIC-IFIC, que realiza estudios de colimación de haces, y el CIEMAT, que fabrica un prototipo de imán superconductor corrector**

más colisiones que las que alcanzará el actual LHC en su primera década, con lo que extenderá nuestro potencial para realizar descubrimientos”. El incremento en la luminosidad permitirá estudiar con mayor detalle nuevos fenómenos descubiertos por el LHC como el bosón de Higgs. El LHC de Alta Luminosidad producirá 15 millones de bosones de Higgs cada año, por 1,2 millones entre 2011 y 2012.

Mejorar el LHC requiere el desarrollo de tecnologías de vanguardia. Alrededor de 1,2 kilómetros del LHC se sustituirán con estas nuevas tecnologías, que incluyen nuevos imanes superconductores cuadrupolos con un campo de 12 Tesla, fabricados con un compuesto superconductor de niobio y estaño. Estos imanes concentrarán enormemente los haces de partículas para incrementar la probabilidad de las colisiones, y se instalarán a ambos lados de ATLAS y CMS. También habrá unas nuevas cavidades de radiofrecuencia superconductoras (“crab cavities”) que se usarán para orientar el haz antes de la colisión e incrementar así la longitud del área donde se cruzan los haces. Nuevas líneas eléctricas basadas en superconductores de alta temperatura transportarán corrientes con intensidades récord en el acelerador, hasta 100.000 amperios durante más de 100 metros. España participa en el proyecto mediante el CSIC a través del Instituto de Física Corpuscular (IFIC), que ha realizado estudios de colimación, y el CIEMAT, que ha construido un prototipo de un imán superconductor corrector. La española Isabel Béjar es coordinadora técnica del proyecto.

# Nueva edición del ciclo de charlas CPAN

**Desde el comienzo de esta actividad se han realizado más de 550 charlas en institutos, beneficiando a 20.000 alumnos**

A principios de octubre se abrió el registro para solicitar las charlas que doce centros del CPAN ofrecen dentro de la actividad ‘El CPAN en el Instituto’. Las charlas cubren los campos de investigación de los grupos CPAN, desde la física experimental que se hace en el LHC hasta los fundamentos teóricos como la teoría de la Relatividad, pasando por la física de astropartículas, la física nuclear y sus aplicaciones. Esta actividad se desarrolla durante curso académico 2015-2016 y es gratuita para los centros educativos.

Este ciclo de charlas se enmarca en ‘El CPAN en el Instituto’, una actividad organizada por el Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear (CPAN) con la que quiere acercar a los centros de educación secundaria la investigación que realizan sus grupos: el descubrimiento del bosón de Higgs o la búsqueda de materia oscura en el LHC; los estudios sobre neutrinos, la ‘partícula



## Física de partículas en el instituto

Conferencias de divulgación del CPAN

El Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear (CPAN) ofrece durante el curso académico una serie de charlas divulgativas, a demanda, para Institutos de Educación Secundaria. Un completo recorrido por disciplinas científicas en la frontera del conocimiento que buscan respuesta a preguntas esenciales.

- ▶ De qué están hechas las cosas
- ▶ Como se formó el Universo donde vivimos
- ▶ Y la materia que nos compone
- ▶ Como evolucionará el Universo
- ▶ Podemos mejorar nuestro aprovechamiento de la energía
- ▶ Y mejorar el diagnóstico de enfermedades

Los temas de las conferencias que se ofrecen a los centros educativos abarcan los ámbitos donde trabajan los grupos de investigación del CPAN:

- La Física Experimental de Altas Energías y el LHC, el mayor acelerador de partículas del mundo.
- Las teorías sobre el origen y final del Universo realizadas por los experimentos que se realizan en Física de Astropartículas.
- Las investigaciones más actuales en Física Nuclear, relacionadas con sus aplicaciones en diagnóstico y terapia médica o en energía.
- Las bases teóricas de todo esto, la Teoría de la Relatividad de Einstein.

Esta actividad se desarrolla hasta el final del curso.

VOR LA WEB DEL INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE PARTICULAS Y NUCLEAR  
 www.i-cpan.es/bachillerato      96.354.48.46      comunicacion@i-cpan.es

fantasma’; los avances en física nuclear para conocer los límites del átomo; y las aplicaciones como las técnicas de Física Médica contra el cáncer.

El CPAN ofrece una serie de charlas divulgativas a demanda para Institutos de Educación Secundaria, donde expertos de los grupos participantes se desplazan a los centros educativos en una fecha acordada para dar una charla a los alumnos sobre uno de los temas propuestos. Esta actividad es gratuita para los institutos, y su realización está sujeta a la disponibilidad de los investigadores. El CPAN en el Instituto’ pretende también establecer un canal de comunicación entre los centros de investigación y los centros educativos que pueda servir para asesorar al profesorado de educación secundaria y a los estudiantes en temas fundamentales de la investigación que se realiza en la vanguardia de la Física actual. Más información:

[www.i-cpan.es/contenidos/Bachillerato](http://www.i-cpan.es/contenidos/Bachillerato)



Lluís Martí, en el hall de EGADS, el proyecto para mejorar la capacidad de Super-Kamiokande de detectar neutrones.

## Entrevista a Lluís Martí, postdoc CPAN 2009-2011

# “Gracias al postdoc del CPAN fui a un experimento líder como Super-Kamiokande”

*Lluís Martí (Barcelona, 1977) siempre quiso dedicarse a la investigación, aunque comenzó a trabajar en la empresa privada. Tras sus inicios en DESY, recaló en Super-Kamiokande, el experimento que detectó las oscilaciones de neutrinos premiadas con el Nobel de Física, con un contrato postdoctoral del CPAN. Ahora trabaja en su mejora.*

**-Pregunta: Describanos su trayectoria científica ¿Cómo decidió dedicarse a la investigación?**

**-Respuesta:** Desde pequeño he sido siempre curioso. Al final del Bachillerato ya sabía que quería estudiar Física en la universidad, y así fue. Disfruté mucho esa etapa, pero al acabar no encontré un puesto que me atrajese especialmente, o bien estaba fuera de mi alcance. Me puse a trabajar para una empresa durante 5 años. En ese momento, se me presentó la oportunidad de volver a la física y con una beca del DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico) y La Caixa, y la aproveché. Era como volver a casa, y ya nunca lo he dejado.

**-P: ¿En qué contribuyó la ayuda posdoctoral del CPAN a su carrera investigadora?**

**-R:** El contrato postdoctoral del CPAN me brindó la posibilidad de continuar mi carrera investigadora y empezar en otro sector de la física. Durante el doctorado trabajé en DESY (Hamburgo, Alemania) en el colisionador HERA para el experimento H1. Gracias al CPAN fui al sector de la física de neutrinos con la Universidad Autónoma de Madrid en un experimento líder en este área: Super-Kamiokande. Después del CPAN pasé a la Universidad de Tokyo, donde estoy actualmente.

**-P: ¿Cuál es su trabajo en Super-Kamiokande?**

**-R:** Desde que vine a Super-Kamiokande he trabajado en el proyecto EGADS para desarrollar

una técnica nueva que nos permitirá detectar neutrones con gran eficiencia añadiendo gadolinio (un metal componente en varillas de control de reactores nucleares) en el agua ultrapura de Super-Kamiokande. Así podremos discernir entre diferentes reacciones que hoy no podemos diferenciar, reducir ruido de fondo en algunos estudios o buscar ciertas señales con gran eficiencia. Un ejemplo son los neutrinos de fondo de supernova, los neutrinos creados por todas

*“Desde que llegué a Super-Kamiokande trabajo en el desarrollo de una nueva técnica para detectar neutrones con gran eficiencia. Para ello se realizan medidas de radiopureza de materiales en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc con la Universidad Autónoma de Madrid”*

las supernovas en la historia del universo. Como los neutrones serán visibles en nuestro detector, tenemos que asegurarnos la radiopureza del gadolinio. Para ello, la Universidad Autónoma de Madrid y el Laboratorio Subterráneo de Canfranc, con el profesor Luis Labarga a la cabeza, realizan importantes medidas de radiopureza de diferentes materiales en el proyecto SuperK-Gd. El proyecto fue aprobado por Super-Kamiokande este año

y nos estamos preparando para implementarlo. ¡Una apuesta por el futuro en un experimento que funciona desde 1996!

**-P: Lleva años viviendo y trabajando en Japón, pero ¿qué dificultades encuentra en la investigación en España?**

**-R:** Vista desde la distancia y sin muchos contactos allí, me parece poco competitiva, poco desarrollada y que da poca confianza a los investigadores que quieran ir a España. Los dos partidos que han gobernado no han hecho de la ciencia una apuesta de futuro, con lo que la improvisación ha sido la tónica general. Esto no atrae a nadie.

**-P: Trabaja en el experimento Super-Kamiokande, donde se observaron las oscilaciones de neutrinos que ha valido el Premio Nobel de Física de este año. ¿Qué valoración hace del premio?**

**-R:** Efectivamente, este año el Nobel ha ido a parar al descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos, donde Super-Kamiokande jugó un papel primordial. La gente que trabajaba aquí en 1998 recuerda con pasión aquella conferencia Neutrino en Takayama donde (Takaaki) Kajita anunció el descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos. Allí mostré que, así como los neutrinos atmosféricos electrónicos y los neutrinos atmosféricos muónicos que venían *de arriba* estaban en razonable acuerdo con las expectativas teóricas, los neutrinos muónicos atmosféricos que venían *de abajo*, es decir, del otro lado de la Tierra, no. Esos neutrinos tenían que oscilar. En aquel momento yo aún estaba en la universidad, ¡para mí el neutrino no tendría masa hasta muchos años después!