

Una catedral de la ciencia

El LHC (Large Hadron Collider) constituye el acelerador de partículas más potente que existe en el mundo. Cuando esté en operación plena producirá haces de protones o de iones de plomo a una energía de 7 TeVs , es decir, una energía siete veces superior a la conseguida por cualquier otro acelerador precedente. En este hito histórico, España contribuye de manera relevante en su construcción y explotación de resultados.

Juan Antonio Fuster Verdú

4/9/2008 10:22 CEST



Juan Antonio Fuster.

Los haces de partículas contenidos merced a campos magnéticos y con velocidades cercanas a las de la luz se cruzarán cada 25 nano-segundos. Una tecnología basada en imanes superconductores permitirá al LHC unas intensidades de haz jamás conseguidas a estas energías, mejorándolas por lo menos 30 veces.

Los imanes operarán a una temperatura de -271 oC constituyéndose en uno

de los lugares más fríos de nuestro Universo. Es pues, la culminación de un esfuerzo titánico de alta tecnología concebido a principios de la década de 1980 hace ya unos 30 años. Se ubica en el laboratorio europeo conocido como CERN en Ginebra en un túnel circular de 27 Km de circunferencia, a una profundidad media de unos cien metros y que con anterioridad ya albergó el acelerador LEP durante el periodo 1989-2000. Después de la primera inyección de partículas que se realizará el próximo 10 de septiembre, la inauguración oficial del LHC está planificada para el 21 de octubre. El coste total del acelerador sin incluir su excavación, unos 2000 millones de euros, ha sido financiado por el laboratorio CERN a través de las cuotas de los países miembros de los que España participa con una contribución alrededor del 8%.

Con el LHC en funcionamiento nos acercaremos como nunca antes a las condiciones iniciales de la creación de nuestro Universo para con ello poder entender mejor su constitución actual y también su futuro. Su puesta a punto será escalonada hasta alcanzar las prestaciones diseñadas y posiblemente este proceso se desarrolle entre este año y el próximo.

Entre los objetivos científicos que se esperan resolver con el LHC destaca el origen de la masa y con ello el descubrimiento de la esquiva partícula denominada Higgs postulada hace ya 50 años y última pieza por encajar del puzzle del Modelo Estándar. Además se medirá y explotará la física del 'quark top', el último quark descubierto y cuyas propiedades aún no se han determinado. A su vez mejoraremos nuestra comprensión sobre la simetría entre materia y anti-materia y su presencia en el universo. Dónde está, si está, el plasma entre quarks y gluones. La naturaleza de la materia oscura también puede quedar resuelta o la existencia de nuevas teorías, como Supersimetría o dimensiones adicionales, podría ser determinada. Adicionalmente y por supuesto nunca se pueden descartar sorpresas que ahora no se pueden prever.

Después de unos tres años de operación a alto rendimiento y hacia el 2011-2012 se esperan obtener resultados concluyentes de las prestaciones científicas de la máquina y del nuevo universo microscópico que nos pondrá al alcance. Llegados a este punto se definirán las nuevas direcciones y proyectos de investigación en la física de partículas y que ahora ineludiblemente necesitan del veredicto del LHC.

En la trayectoria de los haces se encuentran cuatro grandes detectores encargados de explotar toda la información que la energía e intensidad del LHC pondrá a su disposición. En cada uno de ellos habrá colisiones y sus productos se registrarán cada vez que se produzca una interacción. Millones de canales electrónicos en tiempos infinitesimales desplegarán su información en perfecta armonía y sincronización con el haz con una frecuencia de 40 millones de Herzios.

Cada uno de estos detectores tiene una misión científica característica y su diseño está optimizado para ello. Los detectores ATLAS y CMS son detectores genéricos y están preparados para investigar todo el potencial del LHC, tanto la física que ahora es previsible como la que pudiera surgir y ahora desconocemos. La colaboración LHCb explotará la gran cantidad de partículas producidas con el sabor del quark b. Con ello se profundizará en el estudio de las simetrías entre materia y anti-materia.

Finalmente ALICE, optimizado para la operación del LHC con iones de plomo, indagará los puntos de equilibrio de la materia y en especial buscará el plasma de quarks y gluones. Las tecnologías desarrolladas para que los detectores puedan cumplir sus objetivos son frontera de la ciencia con posibles aplicaciones futuras sobre todo en computación y física médica tanto en técnicas de aceleración como de diagnóstico e imagen.

El coste de construcción de estos detectores es de unos 300 millones de euros para ATLAS y CMS y sensiblemente inferior para los otros dos. Este valor no incluye el personal ni la gran cantidad de actividades, realizada durante muchos años, ni los prototipos que han sido necesarios desarrollar para conseguir la correcta operación de estos detectores. Por supuesto, estas obras de arte y catedrales de la ciencia no tienen valor de mercado aunque su aportación al conocimiento será incalculable.

Los detectores son colaboraciones internacionales con participación mundial incluyendo no sólo la mayoría de países europeos, miembros o no del CERN, sino también de otras regiones del mundo como África, América, Asia y Australia. España colabora en los cuatro experimentos del LHC.

En ATLAS, España participa a través de los grupos del Institut de Física d'Altes Energies (IFAE) y el Institut de Microelectrónica (CNM-IMB) de

Barcelona, el Instituto de Física Corpuscular de Valencia (IFIC) y la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Sus contribuciones son al calorímetro hadrónico, TiCal (IFAE e IFIC), al detector de trazas de silicio, SCT (CNM-IMB e IFIC) y al calorímetro electromagnético (UAM). La contribución total representa el 2,1% del detector y en personal el 3,4% que suman unas 85 personas contando investigadores, estudiantes de doctorado e ingenieros y personal técnico.

En CMS, los grupos españoles son el Centro de Investigaciones Energéticas, medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), el Instituto de Física de Cantabria (IFCA) y la Universidad de Oviedo (UO). Estos grupos mayoritariamente contribuyen al sistema de cámaras de muones (CIEMAT), *trigger* (UAM) y alineamiento (IFCA y UO). En total representan el 1,5% del detector y el 2,5% en personal con unas 50 personas.

España en LHCb viene representada por los grupos de la Universidad de Barcelona (UB), la Universidad Ramon Llull (URL) también de Barcelona y la de Santiago de Compostela (USC-IGFAE). Han contribuido a construir el detector de centelleo, SPD (UB y URL) y el detector central de silicio (USC-IGFAE) con una participación del 2,7% del total del detector y un 4,8% en personal equivalente a unas 33 personas.

EN ALICE los grupos implicados son el CIEMAT y el USC-IGFAE, con una pequeña contribución en términos de computación y que representa un porcentaje algo menor al 1% tanto en participación en la construcción del detector como en personal.

La revolución de la computación distribuida

Además España también contribuye de manera significativa en el proyecto GRID con una aportación notablemente alta para nuestro nivel. El proyecto GRID se ha desarrollado para dar una solución viable al tratamiento de datos dada la alta tasa de producción del LHC. Es una tecnología innovadora que permite utilizar de forma coordinada todo tipo de recursos (entre ellos computación, almacenamiento y aplicaciones específicas) que no están sujetos a un control centralizado. Es una nueva forma de computación distribuida, en la cual los recursos pueden ser heterogéneos (diferentes

arquitecturas, supercomputadores, clusters, etc..) y se encuentran conectados mediante redes de área extensa vía Internet.

Puesto que la colaboración entre instituciones envuelve un intercambio de datos, o de tiempo de computación, el propósito del GRID es facilitar la integración de recursos computacionales. El símil más conocido sería el sistema de la red eléctrica (GRID eléctrico) generada en multitud de lugares y mediante técnicas diversas que son transparentes para su uso en nuestros hogares e industrias. Es obvio que esta tecnología innovadora puede suponer en un futuro próximo una gran revolución para el uso y optimización de recursos computacionales.

La estructura jerárquica del GRID para el LHC es una tela de araña cuyo nodo central o Tier-0 está ubicado en el CERN (Ginebra). Conectados con él hay once centros Tier-1 distribuidos por el resto del mundo, siendo el Port d'Informació Científica (PIC) en Barcelona uno de ellos. Para la siguiente capa, España cuenta con un Tier-2 por detector que en nuestro caso está federado y con participación directa de cada uno de los grupos participantes. Finalmente la capa denominada Tier-3 organiza el análisis de datos local en cada grupo.

En general y pese a que España no es un país con gran tradición científica, la producción y nivel internacional de la física de partículas española son altos. Según la fuente del grupo SCOAP3 y teniendo en cuenta no solo el número de publicaciones sino también el número de firmantes, España es responsable del 3,1% del total de resultados relevantes del campo y ocupa el lugar noveno en el ranking mundial. En el futuro, pues, es de esperar que dadas las contribuciones actuales al LHC la situación pueda incluso mejorar.

Por ejemplo, para algo tan popular y tan fuertemente apoyado socialmente como el deporte en España, en las Olimpiadas de Pekín 2008, la participación de los deportistas españoles ha sido considerada como un éxito al lograr el 2% del total de medallas (18) y ha ocupado el decimocuarto puesto en el ranking olímpico. Así pues parece que en ciencia o al menos en física de partículas, *también podemos*.

Juan Antonio Fuster Verdú (Alcoi, 1960) es gestor del Área de Física

de Partículas en el Ministerio de Ciencia e Innovación, Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y miembro del Instituto de Física Corpuscular de Valencia (IFIC, Centro Mixto del CSIC y la Universidad de Valencia). Realizó su tesis en el laboratorio DESY en Hamburgo (Alemania, 1983-1987) en el experimento CELLO. Se doctoró en Ciencias Físicas por la Universidad de Valencia en 1987. Desde 1989 y hasta 1996 estuvo en el laboratorio CERN (Ginebra, Suiza) primero como becario Fellow y después como Staff. Participó en el experimento DELPHI donde trabajó en el sistema de trigger, el detector de Tiempo de vuelo ToF y análisis de datos. Fue responsable del trigger, del ToF y coordinador de operación del detector: Además coordinó los grupos de análisis de QCD (Quantum Chromodynamics) y más tarde de la física de LEP I. Su interés científico se centro principalmente en el estudio de topologías con muchos jets, propiedades de gluones y quarks y la medida de la masa del quark b. En 1996 entró a formar parte del IFIC donde inició la creación de un grupo en Valencia para la construcción del detector de trazas de silicio (SCT) para ATLAS en el LHC. En 2005 también empezó a dedicar parte de sus actividades en el diseño del posible futuro colisionador lineal, el ILC (International Linear Collider) y en concreto para el detector de pixels. Durante este tiempo ha sido subdirector y director del IFIC. Su objetivo principal en el LHC es el estudio de las propiedades del 'quark top'.

Copyright: **Creative Commons**

TAGS

LHC |

Creative Commons 4.0

You can copy, distribute and transform the contents of SINC. [Read the conditions of our license](#)

