

EL ACELERADOR DE PARTICULAS

# Viaje fantástico hacia el centro del nacimiento del universo

El gigantesco LHC se puso en funcionamiento el miércoles y dentro de sus 27 kilómetros de diámetro comenzaron a circular las primeras partículas, muy cerca de la velocidad de la luz. Los ojos del

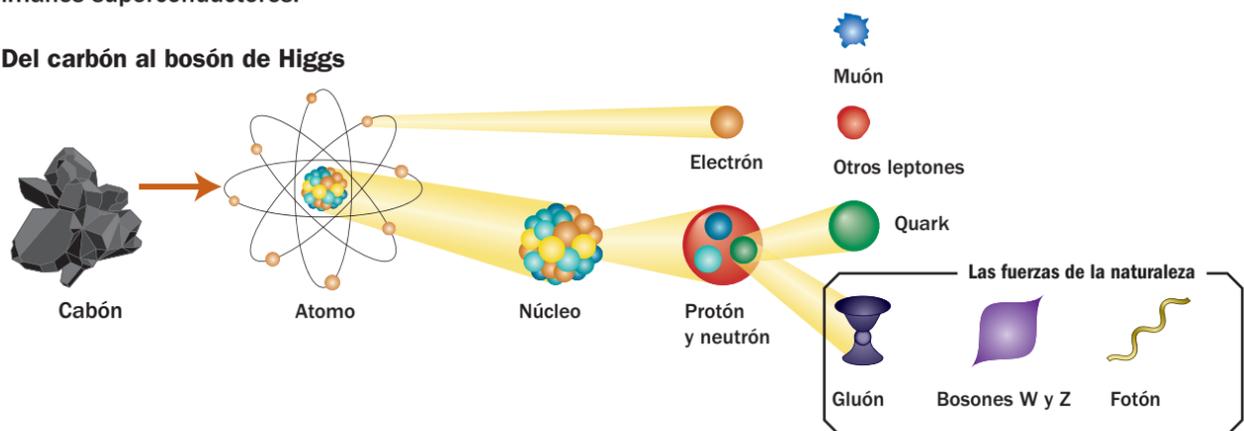
mundo se posaron en el aparato que reproducirá el estado del Universo una millonésima de millonésima de segundo después del Big Bang, y buscará la última de las partículas elementales: el bosón de

Higgs. Y una promesa extra: cambiar el modo de entender el cosmos. Dos grupos de investigadores argentinos están allí y cuentan sus primeras impresiones, en medio de una gran excitación.

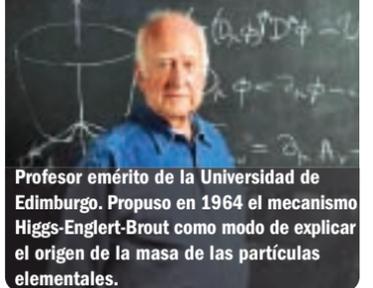
## Cómo es el mayor experimento de la historia de la física

El miércoles pasado comenzó la búsqueda de la partícula divina. El Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) ya puso en funciones al más grande colisionador de partículas (LHC), formado por 1.600 enormes imanes superconductores.

### Del carbón al bosón de Higgs



Dr. Peter Higgs



Profesor emérito de la Universidad de Edimburgo. Propuso en 1964 el mecanismo Higgs-Englert-Brout como modo de explicar el origen de la masa de las partículas elementales.



Bosón de Higgs

Es la partícula que falta para completar el Modelo Estándar.

### ATLAS

Detector multipropósito. Tendrá a su cargo investigación de amplio rango. Entre otras cosas, buscará dimensiones extra, materia oscura y el bosón de Higgs.

Tamaño:  
46 m de largo  
25 de alto  
25 de ancho  
Peso:  
7.000 t  
Lugar:  
Meyrin, Suiza

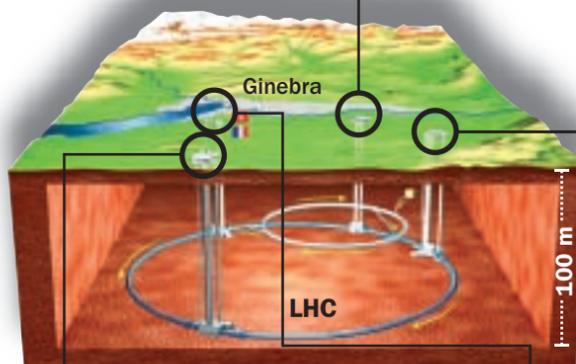
### Qué será captado

- Protones y neutrones
- Fotones
- Electrones
- Muones

### ALICE

Recreará las condiciones apenas después del Big Bang. En su interior habrá colisiones 100.000 veces más calientes que el corazón del Sol.

Tamaño:  
26 m de largo, 16 de alto y 16 de ancho  
Peso:  
10.000 t  
Lugar:  
St Genis-Pouilly, Francia



### CMS

Detector multipropósito. Tendrá la misma misión que el Atlas, pero con una diferente solución técnica y de diseño.

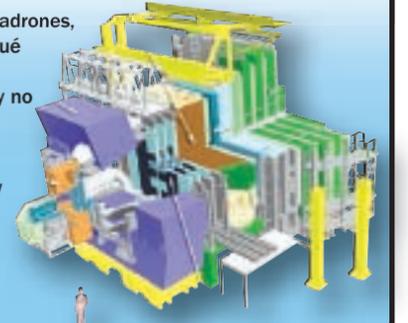
Tamaño:  
21 m de largo, 15 de alto y 15 de ancho  
Peso: 12.500 t  
Lugar: Cessy, Francia



### LHCb

(Gran Colisionador de Hadrones, bello) Buscará ver por qué vivimos en un universo compuesto de materia y no de antimateria.

Tamaño:  
21 m de largo, 10 de alto y 13 de ancho  
Peso:  
5.600 t  
Lugar:  
Ferney-Voltaire, Francia



Infografía: S. Ucedo Fuente: CERN / VEJA.

ALEJANDRO GANGUI\* El Gran Colisionador de Hadrones (LHC) ubicado en el CERN (Centro Europeo de Investigaciones Nucleares) es el acelerador de partículas más grande, tecnológicamente avanzado y costoso que se haya construido hasta el momento. Sus 27 kilómetros de diámetro y el costo de US\$ 10 mil millones así lo certifican.

Su diseño, construcción y puesta a punto requirieron años de trabajo de miles de personas de varias decenas de nacionalidades. El LHC fue oficialmente puesto en funcionamiento el miércoles pasado, cuando un haz de protones co-

menzó a circular en el interior de su anillo, que se halla bajo tierra en la frontera entre Francia y Suiza.

El LHC permitirá recrear las condiciones físicas del universo cuando éste tenía apenas una millonésima de millonésima de segundo de vida. Eso es mucho, por supuesto, pero lejos estamos de llegar al origen del universo (si es que origen tuvo). Es claro entonces que la idea de volver a "crear" un universo en el laboratorio —o recrear el "origen" del cosmos— es exagerada.

Sin embargo, las expectativas de los científicos están a la altura de la envergadura de este

gigantesco acelerador. El LHC empezará a colisionar haces de protones con energías jamás logradas antes en un laboratorio y, a partir de estos choques, producirá una lluvia de nuevas partículas de energía extremadamente altas. Entre estas partículas quizá se encuentren algunas desconocidas, por ejemplo, el tan buscado bosón de Higgs.

"El Higgs", como se lo llama en la jerga de los físicos, es uno de los eslabones faltantes en los modelos teóricos que buscan explicar cómo fue que las partículas conocidas adquirieron su masa. Esta es una propiedad que las diferencia de los corpúsculos de luz, los

fotones, que la teoría indica —y la experiencia por ahora ratifica— que tienen masa.

El "modelo estándar" de la física de las partículas elementales describe, con gran precisión y sutil elegancia matemática, todas las interacciones conocidas, exceptuando a la gravitación. Todas las partículas que componen la materia, y la manera en que aquellas interactúan entre sí en el reino subatómico, están descritas por esta teoría. Y el nivel de acuerdo entre teoría y datos experimentales es único en toda la física. Pero entre las predicciones del modelo estándar está el Higgs, y éste aún no ha

sido hallado en los experimentos. Se podría decir que todo el gasto y los esfuerzos están destinados a comprobar lo que se halló en las ecuaciones.

A partir de los resultados del LHC (que, dado que habrá que analizar toneladas de datos, no vendrán en los próximos meses, sino en los próximos años) es también posible que surjan otras partículas hoy desconocidas: integrantes quizá de la tan buscada "materia oscura" que abunda en el universo, o incluso nuevas interacciones entre ellas, como la llamada "supersimetría"; o quizá nuevos indicios sobre la verdadera naturaleza del espacio-tiempo

ni siquiera imaginados hoy (me refiero a posibles "dimensiones extra", adicionales a las cuatro del espacio-tiempo que perciben nuestros sentidos).

Se trata, pues, de ajustar los modelos que describen la estructura más íntima de la materia, y para eso se precisan las energías y el nivel de precisión sólo alcanzables con el LHC.

**Expansión.** Hacerse preguntas sobre las épocas más tempranas del universo es interrogarse sobre los estados accesibles de la materia a temperaturas y densidades extremadamente altas. Sabemos que el universo se halla en continua expansión; la luz que recibimos de estrellas y galaxias muy lejanas así nos lo revela.

Pero si así es el futuro del universo, y nuestro futuro muy lejano, ¿cómo habrá sido su pasado remoto? Viajar hacia el pasado... sabemos bien que no podemos hacerlo en persona.

Sin embargo, las leyes de la física que conocemos sí nos permiten realizar esta proeza con la imaginación. Podemos entonces calcular las diferentes características de nuestro universo en el pasado de acuerdo con su cambiante temperatura.

Imaginemos entonces que "rebobinamos la película" de la evolución del universo hacia atrás. Viajar hacia atrás en el tiempo equivale a hacer nuestro universo más energético, denso y caliente. Tratemos aquí

Dado que habrá  
que analizar  
toneladas de datos,  
los resultados  
demorarán años

de no hablar de tamaños; hoy se piensa que nuestro universo es infinito, y este hecho nos da dolores de cabeza cuando queremos definir las dimensiones del cosmos. Hablemos mejor en términos de densidades y temperaturas. Pues, si algo es infinito, su volumen y su cantidad de materia también lo serán. Por el contrario, aun para un universo infinito en extensión, la temperatura y la densidad están perfectamente bien definidas, y es en términos de ellas que se trabaja en cosmología.

El universo fue alguna vez una "sopa incandescente" de fotones, electrones libres y núcleos atómicos, estos últimos constituidos a su vez por protones y neutrones. Tanto los protones como los neutrones son partículas subatómicas relativamente pesadas, si se las compara con los electrones, por supuesto, y por ello pertenecen a la familia de los hadrones, cuya raíz griega *hadros* indica precisamente "robusto o pesado".

Pero estos hadrones no son simples o "elementales". Están formados por partículas más "elementales" que ellos, los quarks, en el sentido de que hacen falta tres quarks para "armar" un protón o un neutrón (en distinta combinación, por supuesto). Ahora bien, ¿son los quarks



DESDE AFUERA. Así luce la cúpula de entrada al CERN, en las afueras de Ginebra, en Suiza. Hoy, una especie de meca de la ciencia.

## Los primeros momentos, según los argentinos

**MARTIN DE AMBROSIO**  
Emoción fue la primera sensación que tuvieron los argentinos que trabajan en el CERN cuando los inaugurales haces de protones comenzaron a girar por los 27 kilómetros del gigantesco y circular laboratorio.

"El miércoles fue un día histórico. No sabés lo emocionada que estaba. Es poder empezar a cosechar frutos después de siete años de trabajo", explicó la física Valeria Pérez Reale, que está en el CERN de Suiza trabajando para la Universidad de Columbia (Estados Unidos).

Pérez Reale, nacida en Santa Rosa y de 31 años, fue la primera argentina en incorporarse al CERN, en 2002, y trabaja en el mismo sub-laboratorio Atlas que los dos grupos de argentinos (de la UBA y la Universidad de La Plata). "Esperamos en los próximos años poder anunciar el descubrimiento del bosón de Higgs o incluso de algo inesperado que pueda revolucionar el entendimiento de la naturaleza", aseguró con optimismo a PERFIL. Pérez Reale, que allí suele presentarse como "una física de las pampas argentinas", señaló que está enamorada no sólo de la física de altas energías sino también del paisaje de los Alpes francosuizos en donde está el laboratorio.

**Rayos.** Los tres primeros días de acción en Suiza no deparraron más información que la excitación de que el aparato funciona casi a la perfección. De todos modos, las primeras horas fueron de corrección y perfeccionamiento de los ace-

leradores. La semana próxima comenzarán las colisiones. "Creo que a partir del lunes o del martes iniciaremos las colisiones, todavía a energías bajas", explicó Jorge Mikenberg, otro argentino que trabaja allí, para el Instituto Weizmann de

Israel. También se informó que un grupo de hackers había logrado realizar un ataque informático, mostrando la debilidad, pero sin mayores consecuencias porque los mismos hackers no quisieron, según informó el periódico *Daily Telegraph*.

**Nobel.** María Teresa Dova, la jefa del grupo de la Universidad de La Plata, contó que por ahí, en el CERN, suele ver al físico Francois Englert. "Quizás el nombre no dice mucho, pero si se descubre el Higgs le darán también un Premio Nobel", indicó.

Englert es un notable físico teórico belga, profesor emérito de la Université Libre de Bruxelles. Junto con Robert Brout llegaron a las mismas conclusiones que el británico Peter Higgs de manera independiente y en el mismo año, por eso muchos lo llaman el mecanismo de Brout-Englert-Higgs, explicó la física argentina.

"Pero creo que el imperio británico de alguna manera consiguió que se lo conozca como el mecanismo de Higgs. Todos sabemos que Peter Higgs es muy respetuoso del trabajo de estos colegas y no tuvo que ver con que se popularizara como su teoría. Así que si comprobamos que este mecanismo es el que efectivamente da masa a las partículas, serán tres (como mínimo) quienes vayan a Estocolmo."



DE LA PAMPA. Valeria Pérez Reale ya lleva siete años en el CERN.



DUO NACIONAL. Ricardo Piegaia y María Teresa Dova son los jefes.

## Comenzó la búsqueda

El miércoles a las 10.28 hora local, el primer rayo atravesó los 27 kilómetros de circunferencia.

Las primeras colisiones - millones de ellas - serán por lo menos en 15 días.

“Se completará un viaje que empezó con el descubrimiento de la gravedad por parte de Newton”, dijeron en el CERN de Ginebra.

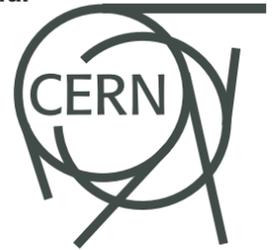
Reproducirán condiciones similares a las del Big Bang, en busca de la última partícula, que según los modelos teóricos aceptados debería existir: el bosón de Higgs (conocida como la “partícula divina”).

Además, buscan responder preguntas tales como el origen de la masa y de qué está hecha la materia oscura, entre otras.

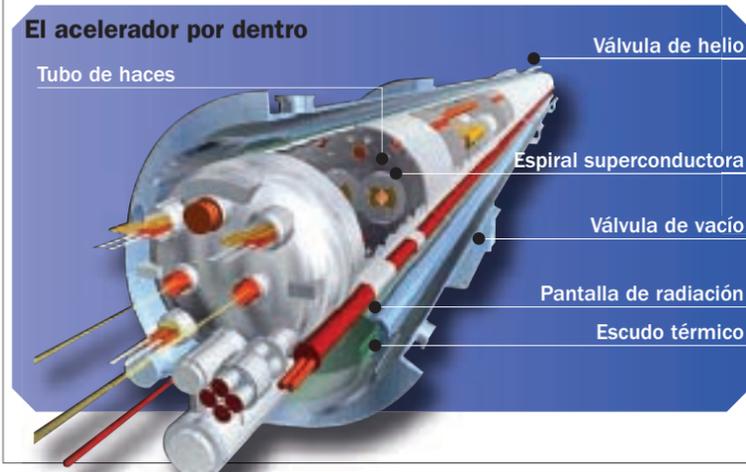
Tendrá superconductores a sólo 2° por encima del cero absoluto (1,9° Kelvin; es decir, unos 271° bajo cero).

El acelerador de partículas LHC, por sus siglas en inglés, tendrá unos 27 kilómetros de diámetro. Las partículas recorrerán esa distancia, atravesando la frontera entre Francia y Suiza, en apenas 90 microsegundos (un microsegundo es la millonésima parte de un segundo).

Habrá 6 mil científicos de cientos de instituciones de 55 países. Entre ellos, una decena de argentinos.



### El acelerador por dentro



Large Hadron Collider LHC (Gran Colisionador de Hadrones)

Se puede seguir en vivo por Internet en: [www.cern.ch](http://www.cern.ch)



Técnico inspeccionando el interior del detector Atlas.

Fuente: CERN. Infografía: S. Ucedo

los ladrillos más elementales de la materia? Aún no se sabe. Pero los físicos quieren averiguarlo.

Los hadrones son partículas compuestas. Por encima del millón de millones de grados, los protones y neutrones se desarmen y en su lugar quedan tan sólo los quarks, por supuesto, acompañados de electrones y otras partículas livianas, además de un mar incandescente de radiación.

Es complicado recrear condiciones físicas como las que imperaron en los primeros instantes de vida de nuestro universo sin la ayuda de los aceleradores. Podemos, por supuesto, tratar de detectar algún proceso astrofísico que se produzca en alguna zona “caliente” del universo observable, como los

núcleos de algunas galaxias activas (después de todo, un famoso cosmólogo ruso decía que el universo era “el acelerador de los pobres”).

Pero en ese caso, somos meramente observadores afortunados y no hay forma de “controlar la experiencia”. Un acelerador de partículas permite recrear el universo en épocas arbitrarias del pasado, sólo dependiente de la inteligencia de los físicos para diseñar el experimento, y del presupuesto.

Es a energías como éstas, y más altas aun, que se pretende llegar con los aceleradores de partículas. Estas máquinas, cada vez más grandes, cada vez más costosas, son las únicas que permiten recrear, en una situación controlada de laboratorio, las

condiciones físicas de nuestro universo en épocas tan primordiales, que nada de lo que hoy nos rodea podía existir. En cierto sentido, era un universo mucho más simple que el de hoy: unas pocas partículas elementales y algunas interacciones entre ellas, el todo regido por un puñado de leyes físicas y simetrías básicas de la naturaleza (que aún quedan por revelar).

Todos estamos seguros, o esperanzados, al menos, de que también habrá sorpresas y descubrimientos inesperados; la larga historia de la experimentación en física así lo demuestra. Como mencionamos, los futuros resultados quizás ayuden a los cosmólogos a entender un poco más sobre la ubicua materia oscura que, según indican las

observaciones astronómicas, resulta ser más abundante que la materia que vemos alrededor de nosotros.

**A toda orquesta.** Desde la época de Copérnico sabemos que nuestro lugar en el cosmos nunca fue uno privilegiado. La física moderna y la cosmología nos indican, además, que la materia prima que forma nuestros cuerpos ya no es ni la única que existe, ni la más abundante del universo. La ciencia sirve para muchas cosas, y una de éstas es para hacernos más humildes.

*\*Doctor en Astrofísica, investigador del Conicet y profesor en CEFIEC, Exactas, UBA. Autor del libro El Big Bang: la génesis de nuestra cosmología actual (Eudeba, 2005).*

## ¿Por qué “máquina de Dios”?

MARTIN DE AMBROSIO

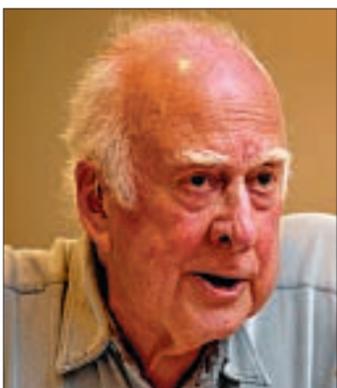
En 1993, el Premio Nobel de Física Leon Lederman publicó un bello libro sobre partículas elementales al que tituló (él o su agente literario) *La partícula divina (The God Particle)*, en el que contaba los avatares de la búsqueda del bosón de Higgs, el último de los pedacitos de materia que debería encontrarse algún día, a mitad de camino entre la materia misma y la energía.

La metáfora hizo un camino de éxitos y, así, por traspolación, si el Higgs es la partícula divina, la máquina que está en su busca es la “máquina de Dios”, nombre con el que se lo bautizó al CERN por estos días (tal como había hecho antes por ejemplo la revista brasileña *Veja*). Pero lo cierto es que semejante título llama más a la confusión y esclarece bastante poco sobre sus reales motivos. ¿Qué tiene que ver Dios con un asunto científico de estas características?

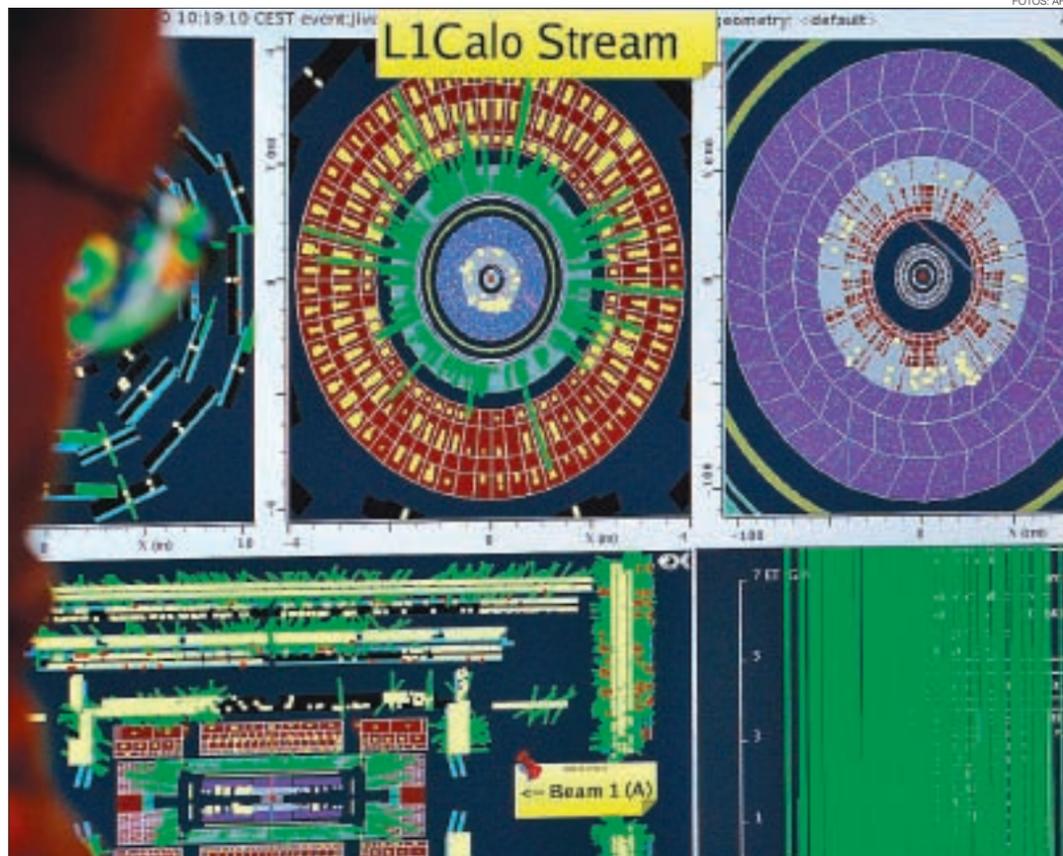
Por eso, en estos extraños días en que la física parece ser pasión de multitudes, PERFIL decidió no apelar a esa imagen que, aunque atractiva, confunde antes que nada. Porque, si bien es cierto que si Dios tuviera que construir él mismo una máquina para encontrar al Higgs habría hecho el mismo LHC y con las mismas características, Dios (de existir realmente) ya tiene su máquina. Y se llama universo.



TODOS. El experimento, en portadas y hasta en Google.



POPULAR. Peter Higgs le dio el nombre a la última partícula.



INTERACCION. Para el experimento es crucial la ayuda de las computadoras: nadie “verá” las partículas.