

El nuevo gran acelerador de partículas europeo

Tomás Gómez Álvarez-Arenas

CERN, Ginebra, nueve horas y veintiocho minutos del día 10 de septiembre: el nuevo y gigantesco acelerador de partículas europeo ha efectuado con éxito su puesta en marcha. Conocido como el Gran Colisionador de Hadrones (LHC), ha necesitado veinte años de trabajo, unos ocho mil millones de dólares de presupuesto y la confluencia de numerosos científicos e ingenieros altamente especializados. Más aún, ha necesitado de la fe incuestionable y la voluntad inquebrantable de unos cuantos en semejante proyecto y en lo que nos podía aportar.

Cuestionado por unos pocos, por las pretendidas consecuencias catastróficas que tendría su puesta en marcha para el planeta y el universo, mirado con recelo, por otros, por la supuesta demostración de soberbia de la ciencia y la tecnología humana, que parece subyacer a la búsqueda de «la partícula de Dios» y, sobre todo, prácticamente ignorado por la gran mayoría de la población para la que ni significa ni dice nada, envuelta como se haya en las urgencias de la vida cotidiana y las tensiones de la crisis económica, se ha puesto en marcha una gran empresa que bien vale la pena que nos paremos a conocer durante unos minutos.

Quiero invitar a todos los públicos, especialmente a los más ignorantes en ciencias y en física, a que disfruten de lo que semejante proeza significa y a que ensanchen miras y agranden el

espíritu para que puedan beneficiarse de esta colosal aventura del conocimiento humano.

Venecia: el Renacimiento

Fue la insistencia de un colega ruso del *Joint Institute for Nuclear Reactions*, con el que llevo colaborando ya varios años, la que hizo que me decidiese, finalmente, por presentar una ponencia en el 24th *International Conference on Ion Tracks in Solids*. La fecha, principios de septiembre, parecía una

*la aventura del CERN
se inició en Florencia en 1950
y pretendía devolver
a Europa a la cumbre
de la investigación
científica, como lo había
estado durante la primera
mitad del siglo XX*

buena oportunidad para dar por acabado el período estival y empezar a coger el ritmo del nuevo curso académico. El lugar, Bolonia, ofrecía atractivos suficientes para poder rellenar las horas muertas, que con seguridad dejaría el congreso. Además, tendría la oportunidad de reencontrarme con Pavel, lo que nos permitiría discutir libremente sin la inevitable interposi-

ción del correo electrónico e intercambiar muestras, resultados y todas aquellas impresiones que el trabajo de los últimos años había dejado en nosotros y que la dictadura de las prisas de cada día, la comunicación por e-mail y el lenguaje estrictamente científico habían ido sedimentando en el fondo del cauce de nuestra colaboración. De hecho, hacía ya varios años de nuestro último encuentro, aquella vez en suelo ruso, en Dubna a orillas del Volga, cuando todavía parece que ignora su destino y se dirige insistente y erróneamente al norte.

Otro de los incuestionables atractivos que ofrecía este viaje era Venecia: suficientemente cercana como para poder hacer una breve escapada y suficientemente tentadora como para no dejar escapar la ocasión. Curiosamente, casi en alineación perfecta con Venecia y Bolonia, como en conjunción si de estrellas se trataran, se encuentra Florencia. Ciudad no menos hermosa, cuya también del renacimiento italiano.

Esta concomitancia geométrico-geográfica, entonces oculta para mí, resultó ser clave para el devenir de esta historia y de la reflexión que en estas líneas me ocupa. Allí, en 1950, la UNESCO recomendó la creación de un laboratorio europeo que pudiera hacer frente a los grandes proyectos de investigación en física de partículas para los que, ya por aquellos entonces, empezaba a estar claro que ningún país en solitario podría abor-

El nuevo gran acelerador de partículas europeo

dar de forma satisfactoria. Menos de tres años después doce países firmaban la convención por la que se creaba el CERN (Conseil Européen pour la Reserche Nucléaire).

La cita boloñesa transcurrió según lo esperado: preparación de la ponencia, reencuentro con varios colaboradores, establecimiento de nuevos contactos y el necesario ejercicio práctico de apertura de nuevos horizontes que siempre es imprescindible al encontrarse con colegas de diferentes especialidades. Asimismo, Bolonia resultó ser una ciudad encantadora, cuna de la primera universidad europea y cuyos extensos soportales de los antiguos edificios de la zona universitaria tuvo el deleite de disfrutar durante una de esas atronadoras tormentas de finales de verano tan habituales, pero no por ello menos inesperadas. Sin duda, Bolonia guarda algunos tesoros extraordinarios y el Museo della Specola es uno de ellos. Escondido en el Palazzo Poggi, llegamos a verlo porque la casualidad quiso que coincidiéramos con el horario de la visita guiada, única forma de acceder.

Encantadores instrumentos ópticos y astronómicos de otra época, cuadrantes y telescopios y una torre-observatorio con una hermosa vista sobre la zona universitaria de Bolonia. Escondido en una de sus paredes encontramos dos obras interesantes, dos mapas del Observatorio de Pe-

kín de principios del siglo XVII, el uno geográfico, el otro celestial; uno de Matteo Ricci, de los pocos de su clase que se conservan en el mundo, el otro de Schall von Bell. A la extraordinaria tarea de minuciosa observación y precisa anotación, se sumaba la titánica labor, en el caso del mapa de Matteo Ricci, de haber realizado todas las anotaciones en chino. Allí, en una pequeña sala de una pequeña colección científica de un museo universitario de Bolonia, al contemplar semejante prodigio de la capacidad de trabajo del ser humano y de la increíble voluntad de aquellos hombres del XVII deseosos de ver y llegar más allá, con la fe de que ése más allá albergaba algo importante para nuestras existencias, tuve la primera sensación, sólo sensación, de la superioridad de aquellos hombres, de aquellos ideales, de aquellos tiempos.

Una vez liberados de nuestras tareas científicas aprovechamos para visitar Venecia, por aquellos momentos bajo el glamour de la celebración del festival de cine. Las dudas acerca de si la visita merecía la pena el esfuerzo se disiparon en cuanto nuestro tren *reggio*, asequible al reducido presupuesto de los bolsillos de los científicos de la ex URSS, enfiló por el estrecho acceso de tierra que permite llegar hasta la estación central de Venecia.

La luminosidad del mar Adriático, encerrado en la Laguna de Venecia

nos envolvió de forma súbita; la estación, una inesperada isla puso Venecia a nuestros pies, y el Gran Canal, frente a nosotros, último obstáculo que tendríamos que cruzar para meternos de cabeza en una experiencia que no olvidaremos. Difícil sería describir la impresión que Venecia nos produjo. Su aspecto atemporal, debido por la ausencia de coches, por la sucesión de antiguos palacios e iglesias, sus callejuelas, callejones que acaban súbitamente en un canal o una pequeña plaza sin salida, sus pequeños canales y los grandes, su as-

la construcción del LCH es una aventura del conocimiento humano de tales dimensiones, alcance y pretensiones que resulta un ejemplo extraordinario de que nuestra actual civilización no es tan decadente como parece y que no carece de grandes ideales

pecto misterioso, encantado. Así, tras un buen rato de callejeo, de sortear canales y caminos que no llevaban a ningún lado, y como de forma inesperada, de repente, nos encontramos en la plaza de San Marcos, imponente, magnífica y extraordinariamente abierta, abierta al mar, a oriente, a otros mundos a otros tiempos. En

aquel momento me invadió un sentimiento que no era nuevo en aquel viaje, pero que sí lo sentía ahora con mayor claridad: el convencimiento de la decadencia de nuestro mundo actual con respecto al de tiempos pasados.

Europa hoy: ¿decadencia?

Cuando uno, finalmente, cae en la cuenta que ha llegado el momento de regresar, de abandonar la Plaza de San Marcos, una especie de tristeza, de melancolía prematura te oscurece el corazón, ya desde ese momento tienes la certeza de que echarás de menos aquel lugar en el que apenas has pasado unas horas. Dicen que dice un proverbio árabe que cuando uno ha viajado demasiado deprisa, al llegar al destino debe sentarse a esperar a que llegue su alma. Así, como «desalmado» me sentí tras el rápido viaje de regreso que me trajo en avión desde Milán a Madrid. El eco del prodigio de Venecia, los titánicos trabajos de Matteo Ricci y el contraste de éstos con los tiempos modernos en que vivimos, nuestro individualismo, la inmediatez de la sociedad de consumo, la banalidad de gran parte de nuestra forma de vivir, la carencia de grandes horizontes o ideales me sumergieron en una especie de sopor y de incapacidad; de certidumbre a cerca del declive de la raza humana y de la decadencia de nuestra civilización.

El nuevo gran acelerador de partículas europeo

No me recuperé hasta unos días después, no sé si cuando mi alma consiguió llegar a Madrid o si cuando fui consciente, por los medios de comunicación, de la puesta en funcionamiento del nuevo gran acelerador de partículas europeo situado en el CERN, en Suiza: el Gran Colisionador de Hadrones (*Large Hadron Collider LHC*).

He aquí otra extraña alineación, que no conjunción esta vez, la que nos dan Bolonia, Milán y Ginebra (sede del CERN). La aventura del CERN se inició, como ya hemos dicho, en Florencia en 1950 y pretendía devolver a Europa a la cumbre de la investigación científica, como lo había estado durante la primera mitad del siglo XX. El último gran proyecto del CERN echó a andar el pasado 10 de septiembre: el primer haz de protones circuló con éxito por el anillo principal del LHC. El 19, las operaciones se detuvieron debido a un fallo entre dos de los imanes superconductores. El LHC no volverá a operar hasta la primavera de 2009 debido al solape de esta avería con la parada invernal, ya planeada de antemano. La inauguración oficial tuvo lugar el pasado 21 de octubre.

La construcción del LCH es una aventura del conocimiento humano de tales dimensiones, alcance y pretensiones que resulta un ejemplo extraordinario de que nuestra actual civilización no es tan decadente como

parece, que no es tan individualista como vemos en otros ámbitos, y que no carece de grandes ideales, o que, cuanto menos, existen ciertos reducidos donde esto es así.

El LHC es el acelerador de partículas más grande y energético del mundo. Más de 2.000 físicos de 34 países y

*los aceleradores de partículas
han seguido contribuyendo
al avance de la técnica en
campos muy diferentes,
pero la investigación básica
sigue estando dentro
de los principales objetivos
de los aceleradores
de partículas*

cientos de universidades y laboratorios han participado en su construcción que ha durado veinte años y costado ocho mil millones de dólares. En los túneles subterráneos del LHC, circulares y de 27 km de longitud, en los que se ha hecho el vacío, circulan haces de protones que se hacen colisionar acelerados por un campo magnético de gran intensidad.

Para crear tales campos magnéticos, los imanes y los cables trabajan en condiciones de superconductividad, para lo que hay que enfriar todo el

sistema 1,9 grados por encima del cero absoluto ($-271,25$ °C). Para esto se emplean 96 toneladas de helio líquido, lo que hace del LHC la mayor instalación criogénica del mundo. La energía que se proporciona al haz de protones les confiere una velocidad que es un 99.9999991% la velocidad de la luz.

A tal velocidad, les lleva menos de 90 microsegundos (μs) recorrer el túnel completo, algo así como 11.000 vueltas por segundo. Aunque parezca increíble, este gran aparato es muy sensible a efectos externos insospechados. Por ejemplo, el paso de los trenes de alta velocidad o incluso las mareas lunares se deben tener en cuenta para calibrar y controlar la energía de las partículas.

Recomiendo una rápida visita a alguna de las galerías de imágenes de la obra de este acelerador que están disponibles en Internet (http://www.boston.com/bigpicture/2008/08/the_large_hadron_collider.html). Las imágenes son realmente sobrecogedoras, incluso de una gran belleza y hablan por sí solas de la magnitud de este proyecto.

¿Para qué queremos el LHC?

Ya Demócrito, en la Grecia antigua, postulaba que la materia se formaba a partir de pequeñas unidades indivisibles: unas pocas partículas funda-

mentales que son capaces de reproducir la inmensa variedad de formas materiales que podemos observar a nuestro alrededor. Mucho después, en 1919 Rutherford consiguió modificar de forma artificial la estructura del núcleo de un átomo: obtuvo un átomo de oxígeno al bombardear átomos de nitrógeno con partículas alfa. En cierta forma, esto abría la puerta de la investigación científica para comprender la estructura íntima de la materia.

Para avanzar en el conocimiento de la estructura del núcleo atómico era necesario conseguir partículas más energéticas; en 1932, John Cockcroft y Ernest Walton lograron la desintegración de átomos de litio. Van de Graaff diseñó un generador electrostático para acelerar partículas que alcanzaba los 80 kV, y ya en 1935 llegaba a los cinco millones de voltios (5 MV). El salto más significativo se produjo de la mano de Ernest Orlando Lawrence que, sobre la base de los trabajos de Rolf Wideröe, desarrolló el ciclotrón. Antes, en 1932, Lawrence lograba poner en funcionamiento el primer ciclotrón con la colaboración de M. Stanley Livingston en Berkeley.

Paralelamente, en la Universidad de Columbia (Nueva York), Harold Urey y su equipo descubrían un isótopo del hidrógeno: el deuterio, cuyo poder desintegrador era diez veces más potente que los protones. En

El nuevo gran acelerador de partículas europeo

1936, con un ciclotrón más potente, se logró medir el momento magnético del neutrón y se produjo el primer elemento artificial: el tecnecio. El ciclotrón posibilitó la creación de isótopos radiactivos que pronto revelaron importantes aplicaciones, entre otras, en el campo de la medicina para el diagnóstico y tratamiento del cáncer. En 1938, Otto Hahn y Fritz Strassmann observaron la producción de bario como consecuencia del bombardeo del uranio con neutrones: se había fisionado un átomo de uranio, las bases de la energía atómica estaban puestas. Posteriormente, los aceleradores de partículas han seguido contribuyendo al avance de la técnica en campos muy diferentes, quizá el acelerador más conocido sea el que llevan los antiguos televisores. Pero la investigación básica sigue estando dentro de los principales objetivos de los aceleradores de partículas.

Aún hoy seguimos queriendo tener aceleradores de partículas todavía más potentes. Ahora no para estudiar la estructura de los núcleos atómicos, sino para estudiar la estructura de las partículas subatómicas. La única forma de poder observar estas partículas consiste en hacer colisionar haces de partículas mayores entre sí (por ejemplo, protones contra protones) y observar qué es lo que sucede: cómo y de qué forma estas partículas se descomponen en otras y cómo luego se recomponen.

Siguiendo esta lógica, a medida que nuestro conocimiento avanza y veremos conocer más en profundidad la naturaleza más íntima de estas partículas, necesitamos que la colisión tenga lugar, cada vez, a mayores energías, puesto que a mayor energía en la colisión, mayor el detalle del estudio.

Estas descomposiciones de partículas no tienen lugar de forma espontánea en nuestro mundo próximo o cotidiano. La cantidad de energía necesaria para que esto ocurra está muy por encima del nivel con el que convivimos. Pero hubo un momento en la

se ha dicho en los medios de comunicación que se podrá reproducir el Big-Bang, un error muy común en el que los divulgadores de la ciencia suelen caer y que hace un flaco favor a la ciencia por confundir la divulgación del conocimiento con el «sensacionalismo científico»

historia del universo en el que esto no era así. En el que la densidad de energía era tan alta que la materia no existía en la forma que nos es común a nuestros sentidos, sino que lo hacía como un denso fluido de partículas fundamentales. Me refiero a los instantes posteriores al Big-Bang. Es de-

cir, cada gran paso que damos en el incremento de la energía de colisión de los haces de partículas en un acelerador experimental, nos acerca un poco más, aunque sólo sea en una pequeñísima fracción de tiempo, a conocer cómo se comportaba el universo, la materia, en momentos cada vez más próximos al Big-Bang.

Por todo esto, en relación al LHC se ha dicho en los medios de comunica-

se espera que, una vez en funcionamiento, se detecte la partícula conocida como el bosón de Higgs; la importancia de esta partícula radica en que resulta ser la responsable de que el resto de partículas constituyentes de la materia tengan masa

ción que se podrá reproducir el Big-Bang, un error muy común en el que los divulgadores de la ciencia suelen caer y que hace un flaco favor a la ciencia por confundir la divulgación del conocimiento con el «sensacionalismo científico». El problema es que en aras de tal sensacionalismo (que sólo persigue conseguir captar la atención del gran público) se falsea la realidad.

Cualquier persona con un mínimo de sentido común rechazará la idea de que en un pequeño laboratorio de un pequeño planeta de una insignificante estrella, el hombre pueda llevar a cabo una reproducción del hecho que dio lugar al Universo que nos alberga o que sea capaz de generar un agujero negro que termine con nuestro planeta. Evidentemente esto no es así. Lo que sí podremos conseguir es observar algunas pocas partículas, aunque sólo sea por un breve espacio de tiempo, en una situación similar a la que se encontraban poco después del Big-Bang.

Además de esto, los experimentos en el LHC permitirán avanzar en lo que llamamos la teoría de la gran unificación. Teoría que, como su nombre indica, pretende unificar tres de las cuatro fuerzas fundamentales conocidas, quedando fuera de ella únicamente la gravedad. Este es un sueño largamente perseguido por la física, pero también por la historia del conocimiento humano: siempre tendemos a buscar modelos de interpretación de la realidad que sean lo más simples posibles, que desde unos pocos principios sean capaces de explicar la variedad y riqueza del mundo conocido. Teóricamente se espera que, una vez en funcionamiento, se detecte la partícula conocida como el bosón de Higgs (a veces llamada «*la partícula de Dios*»). La importancia de esta partícula es que resulta ser la responsable que el resto de partículas

El nuevo gran acelerador de partículas europeo

constituyentes de la materia tengan masa.

Esta doble vertiente del LHC la expresaba el periódico inglés *The Guardian* de forma muy plástica al afirmar que «la física de partículas es lo increíble en búsqueda de lo inimaginable. Para localizar los fragmentos más pequeños del universo necesitamos construir la mayor máquina del mundo. Para recrear las primeras millonésimas de segundo de la creación necesitamos concentrar energía en una escala impresionante¹.

El premio Nobel de física de este año ha venido a insistir en este mismo campo. Yoichiro Nambu, Makoto Kobayashi y Toshihide Maskawa han recibido dicho premio por su trabajo sobre la ruptura de simetría en el mundo de las partículas elementales. El premio reconoce, especialmente, los trabajos pioneros desarrollados en Fermilab (el laboratorio de aceleradores de partículas en EE UU). La formulación de la ruptura de simetría de Nambu que permitió explicar la existencia de masa (materia) en el universo y los trabajos de Kobayashi y Maskawa que proporcionaron las herramientas teóricas para explicar

¹ «Particle physics is the unbelievable in pursuit of the unimaginable. To pinpoint the smallest fragments of the universe you have to build the biggest machine in the world. To recreate the first millionths of a second of creation you have to focus energy on an awesome scale».

la ausencia de antimateria. Resulta cuando menos sobrecogedor que estemos aproximándonos a conocer el porqué de la existencia de la materia, no un porqué último y en cierta forma filosófico, sino un porqué más fenomenológico, pero no menos extraordinario.

Lejos de la decadencia o del fin del mundo

Creo que podemos mirar sin complejos hacia atrás en el tiempo a aque-

*resulta sobrecogedor que
estemos aproximándonos
a conocer el porqué de la
existencia de la materia,
no un porqué filosófico,
sino un porqué más
fenomenológico*

llos hombres prodigiosos de tiempos pasados y a sus obras y sentirnos merecedores hijos y continuadores de esta historia de la humanidad. También Bolonia es conocida por sus torres, especialmente por la Torre degli Asinelli y la Torre Garisenda. Altas torres que sólo se construían para exhibición, hoy inútil, del poderío de

algunas familias. Aún hoy perduran y las admiramos, pero que no son más que el fruto absurdo de la soberbia humana y de la pretendida excelencia de unos pocos. Afortunadamente, junto a éstas, aunque mucho más ocultos, también sobreviven los tesoros del Palazzo Poggi, testimonios reales de otra historia de la humanidad, historia por la cual realmente sí avanzamos, mejoramos, evolucionamos.

Así, no menos cierto es que vivimos un tiempo al que se le pueden poner muchas pegas y en el que sufrimos no pocos pasos atrás, un tiempo preñado de falsas apariencias, de torres absurdas. Pero también en un tiempo en el que existen un gran número de

proyectos, iniciativas y empeños, en todos los campos de la ciencia, la tecnología, el arte, las humanidades, la colaboración internacional, la solidaridad, etc., que hacen de este mundo un lugar mejor, que expanden nuestro espíritu, que ensanchan los límites del conocimiento, que, en definitiva, nos hacen mejores, más plenamente humanos. Multitud son los que anónimamente colaboran en este esfuerzo, que es un esfuerzo de la humanidad misma, muy lejano a la excelencia de unos pocos. Está en nuestra mano querer conocer estas iniciativas, empaparnos de lo que nos aportan, crecer con ellas, ser un poco como Venecia, y su plaza de San Marcos, tan abierta al mar que acaba siendo inundada por él. ■