

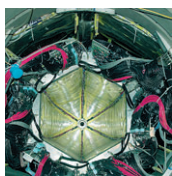
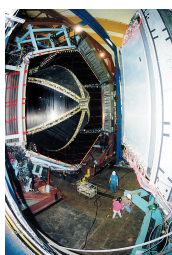
FÍSICA DE PARTÍCULAS

> VIAJE AL INTERIOR DEL PROTÓN

¿CUÁL ES LA MÍNIMA EXPRESIÓN DE LA MATERIA? EL NÚCLEO DEL ÁTOMO, COMPUESTO POR PROTONES Y NEUTRONES, ESTÁ CONFORMADO POR UNAS PARTÍCULAS LLAMADAS QUARKS, ELEMENTOS POSTULADOS POR PRIMERA VEZ HACE CINCUENTA AÑOS Y DE LOS QUE TODAVÍA SE IGNORA SU TAMAÑO Y MUCHAS DE SUS PROPIEDADES. SIN EMBARGO, LOS EXPERIMENTOS DE CENTROS COMO EL JEFFERSON LABORATORY, EN ESTADOS UNIDOS, PERMITEN IR DANDO RESPUESTAS A SUS INTERROGANTES. TEXTO **BRUNO JULIÁ DÍAZ**

> INTUICIÓN GRIEGA No los veían pero los suponían. Aunque los antiguos griegos, en el siglo V aC, postularon que la materia estaba compuesta por millones de entes elementales e indivisibles, no fue hasta finales del siglo XIX cuando se planteó que los átomos (en griego: “que no se puede dividir”) eran la unidad básica de la materia. Unas décadas más tarde, en 1911, el neozelandés Lord Rutherford y su equipo descubrieron la existencia del núcleo atómico.

A partir de ahí, durante el siglo XX se dedicaron grandes esfuerzos a comprender la estructura del átomo. Conocer su naturaleza revolucionó la Física y sentó las bases de la Mecánica cuántica, fundamental para entender lo que ocurre en el mundo atómico y subatómico. Se comprobó que todos los átomos, sean del elemento que sean, siguen un mismo patrón: un núcleo con dos tipos de partículas, protones con carga positiva y neutrones sin carga (de ahí su nombre, porque son neutros); y alrededor de este conglomerado, orbitando como satélites, los electrones con carga negativa; girando a una distancia de unas cien mil veces el tamaño del propio núcleo. La conclusión era que toda la materia visible estaba hecha de sólo tres partículas, y ésta parecía ser la victoria final del reduccionismo atomista.

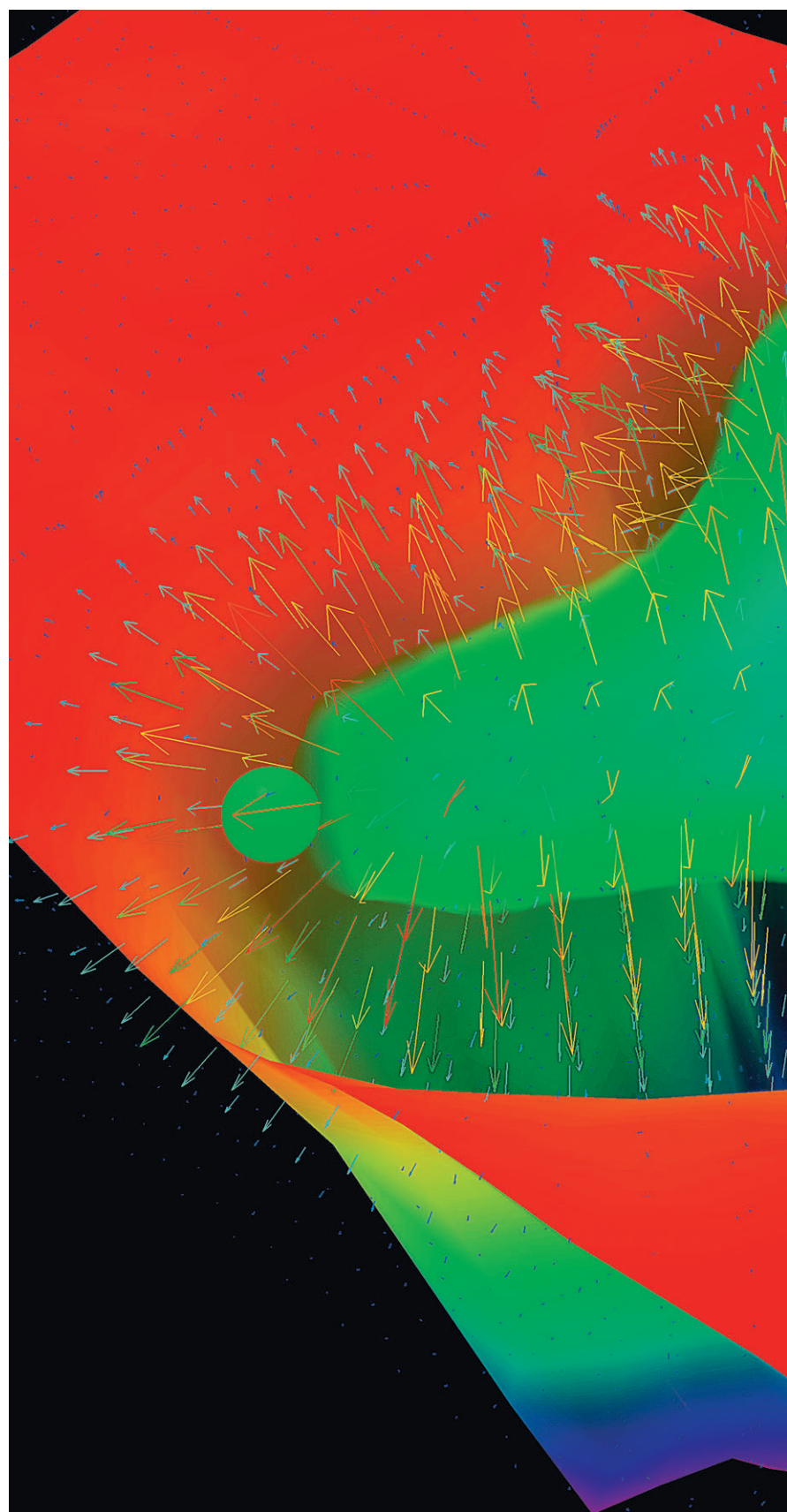


Una de las tres salas del JLAB donde se analizan las partículas tras las colisiones. Los electrones son acelerados en un anillo de 1 km de diámetro y luego son desviados hacia una de las tres salas donde se sitúan los blancos contra los que colisionan y los aparatos para reconocer las partículas tras el choque. Arriba, detector que sigue los electrones.

JEFFERSON
LABORATORY

JAMES JOYCE Y EL PREMIO NOBEL Pero esta idea de simplicidad duró poco. En la década de los sesenta, los grandes laboratorios en los que se investigaba el interior del núcleo atómico empezaron a descubrir decenas de nuevas partículas que en un principio no parecían guardar ninguna relación entre sí. Murray Gell-Mann (que recibió el premio Nobel en 1969) y George Zweig propusieron que quizá los protones y neutrones, y con ellos gran parte de las partículas producidas en las colisiones, estaban en realidad compuestas de elementos aún más pequeños. Y los bautizaron como quarks; una palabra que tomó Gell-Mann de la frase “Three quarks for Muster Mark” de la obra “Finnegans Wake”, del escritor irlandés James Joyce.

EL PROTÓN, UN DIMINUTO LABORATORIO El protón, que dejaba de ser indivisible, se convertía en un laboratorio diminuto y traía toda una serie de interrogantes. Es posible pensarlo como una pequeña esfera cargada eléctricamente, ¿pero cómo se distribuye la carga en su interior? ¿Acaso sus campos magnéticos se crean al moverse los quarks? ¿Qué tamaño tienen los quarks que lo componen? Además, no es posible partir un protón por la mitad y ver, como si fuera una fruta, cómo es su interior. Sin embargo, el electrón es



Visualización de la fuerza entre los tres quarks, (esferas de color rojo, verde y azul), que componen el propio protón. DEREK LEINWEBER, CSSM, UNIVERSITY OF ADELAIDE/WWW.PHYSICS.AU

una buena herramienta para descubrir sus secretos. El electrón es dos mil veces más pequeño que el protón y, al poseer carga eléctrica negativa, es posible dirigirlo con campos magnéticos y acelerarlo con campos eléctricos.

COLISIONES EN EL JLAB En el estado de Virginia (Estados Unidos), el Jefferson Laboratory (más conocido por sus siglas, JLAB) está recurriendo a esta estrategia para poder aclarar aquellas dudas. Allí se encuentra un acelerador de partículas de un kilómetro de perímetro, donde tres grupos de electrones son acelerados hasta alcanzar una velocidad cercana a la de la luz; y luego son enviados hacia tres grandes salas en las que chocan contra blancos establecidos. Los electrones colisionan contra los núcleos atómicos y generan una serie de partículas que son detectadas por inmensos aparatos controlados por ingenieros y físicos.

Si la colisión es a baja energía no se detectarán nuevas partículas, sino que, como ocurriría al lanzar muy suavemente una bola de acero contra un piano, volveríamos a tener la bola original pero viajando en dirección opuesta y con el piano intacto. Sin embargo, si la energía de la bola es muy grande, el piano puede ser destruido, y tras el impacto habría trozos de madera, cuerdas y frag-

mentos de marfil de las teclas volando en distintas direcciones. Estos trozos son el equivalente de las nuevas partículas que se detectan, y que nos pueden ayudar a entender cómo estaba constituido el piano original.

Los últimos avances de este laboratorio consiguieron estudiar las colisiones y sus partículas a una distancia de un tercio del tamaño del protón. O sea, si el protón tuviera el tamaño del planeta Tierra, actualmente se pueden divisar regiones como Asia, pero es imposible distinguir cualquier otra partícula de un tamaño menor. Si los tres quarks que constituyen el protón son objetos más extensos que la tercera parte de un protón, estaríamos en condiciones de verlos utilizando este acelerador.

Sin embargo, esta posibilidad no es tan sencilla, ya que nadie sabe el tamaño real de los quarks en el interior de los protones. Podría parecer paradójico que en 2004 se les concediera el premio Nobel de Física a David Gross, David Politzer y Frank Wilczek por la teoría que explica el comportamiento de los quarks, si en realidad no se sabe ni siquiera su tamaño. Pero hay una respuesta.

NO SIN MI ANTIQUARK Los quarks tienen una particularidad: que cuanto más juntos están, menos fuerza ejercen el uno sobre el