

# El quark en su rincón

CAYETANO LÓPEZ

Richard Feynman, uno de los más grandes físicos del siglo XX, dijo una vez que si tuviera que resumir en una sola frase información científica suficiente para poder reconstruir la ciencia moderna, ésta sería: "Todo está hecho de átomos". Y, en efecto, los átomos y sus interacciones son los elementos básicos para entender las propiedades de la materia, aunque, aún a finales del siglo XIX, se discutía si se trataba de entidades reales o bien de un artificio formal cómodo para organizar las propiedades de los distintos elementos. Hace mucho tiempo que ya no hay discusión; se ven y hasta se manipulan delicadamente uno a uno. Los átomos son objetos tan minúsculos que habría que poner en fila del orden de 100 millones de ellos para cubrir un centímetro y, contrariamente a lo que su nombre sugiere, no son indivisibles. Su interior puede ser explorado con ayuda de "sondas" que "vean" sus componentes y nos transmitan información sobre sus propiedades. A principios del siglo pasado, con el descubrimiento de la radiactividad fue posible disponer de esas "sondas", a partir de algunas de las emisiones de los elementos radiactivos naturales, con resultados sorprendentes. Más del 99,9 por ciento de la masa del átomo estaba concentrada en un diminuto corpúsculo llamado núcleo, de diámetro unas cien mil veces más pequeño que el del propio átomo, cargado positivamente, mientras que la totalidad del volumen atómico estaba ocupada por una sutil nube de electrones cargados negativamente.

El núcleo, a su vez, resultó ser una aglomeración de partículas de dos tipos, protones y neutrones. ¿Eran éstos ya los componentes más elementales de la materia? Así lo creyeron algunos científicos en la primera mitad del siglo pasado, pero pronto se vio que, en los aceleradores de partículas, aparecían más y más corpúsculos de propiedades similares a las del protón y el neutrón que podían ordenarse en grupos, de forma parecida a lo que ocurrió con la tabla periódica de los elementos un siglo an-

tes. En los años sesenta se disponía ya de una especie de tabla organizada de partículas "elementales", y de su estudio surgió la idea de que todas ellas podían ser el resultado de la interacción de otras más "elementales" todavía, nunca detectadas directamente. Murray Gellmann bautizó esas fantasmales entidades con el nombre de quarks, una palabra sacada del *Finnegan's Wake* de James Joyce. Los protones y los neutrones, junto con multitud de otros corpúsculos subatómicos, parecían estar hechos de quarks pertenecientes a dos clases distintas, llamadas u y d (por ejemplo, el protón está formado por dos u y un d), mientras que algunas otras requerían la existencia de una tercera clase, llamada s (de *strange*, extraño). Hoy sabemos que existen seis clases de quarks en la naturaleza, agrupados en tres fami-

lias de dos cada una. La primera, la formada por los quarks u y d, es la única presente en los núcleos de todos los átomos, mientras que las otras se encuentran formando parte de partículas inestables que se desintegran con gran rapidez.

Y la controversia acerca de la realidad de los átomos volvió a repetirse. Muchos científicos pensaron que los quarks no eran más que un artilugio formal, una metáfora útil para visualizar las propiedades de las partículas realmente existentes. Otros creyeron que eran corpúsculos reales aunque no fuera posible detectarlos directamente. Y, de nuevo, la cuestión sólo pudo resolverse explorando el interior de las partículas con una "sonda" capaz de llegar hasta sus componentes. Dicha "sonda" no estuvo lista hasta 1968 y consistió en un haz de electrones muy energéticos que penetraban

profundamente en los protones y parecían comportarse como si interaccionaran con partículas mucho más pequeñas y elementales, situadas en su interior, que resultaron ser los quarks sugeridos por el estudio de las agrupaciones de las partículas visibles.

Dicha identificación no estuvo exenta de dudas. Seguían sin aparecer quarks libres y no parecía posible aislar uno de ellos. Desde luego, era mucho menos fácil que sacar un electrón de un átomo, o un neutrón de un núcleo atómico, lo cual implicaba que la interacción que los mantenía pegados debía ser muy fuerte. Pero los resultados experimentales mostraban que, cuando los electrones "ven" a los quarks en el interior de un protón, éstos parecen casi libres, con una muy débil interacción mutua. Era como si el protón fuera un grupo de presos, los

quarks, ligados entre sí por grilletes. Cuando se encuentran a distancias pequeñas en comparación con la longitud de los grilletes, sus movimientos son los mismos que los de las personas libres, pero los grilletes impiden que se alejen demasiado unos de otros. Su libertad es ilusoria y se reduce a un pequeño territorio. Pueden desplazarse largos recorridos, del mismo modo que un protón se desplaza como un todo, pero siempre juntos. Los quarks parecen moverse sin dificultad en distancias menores que el tamaño del protón, pero ha sido imposible hasta ahora separar a uno de ellos de forma individual.

La teoría que se había ido construyendo para describir las interacciones entre quarks resultó ser muy compleja. Pero en 1973 David Gross, Frank Wilczek y David Politzer, estos dos últimos jóvenes estudiantes de 22 y 24 años, respectivamente, consiguieron demostrar que la estructura de la teoría y las leyes de la física cuántica que gobiernan el mundo subatómico implican que cada quark "siente" la interacción de los que forman el "grupo" que constituye una partícula, tres en el caso del protón, con una intensidad que disminuye cuando se acercan y crece cuando se alejan. Es la llamada "libertad asintótica", por la que acaban de ser galardonados con el Premio Nobel de Física este año.

Nadie ha demostrado todavía que el confinamiento de los quarks es absoluto y que, por muy grande que sea la energía que le transmitamos, nunca podremos ver uno de ellos separado de sus compañeros de cautiverio. En 1977, un prestigioso físico experimental, M. W. Fairbank, y sus colaboradores intentaron detectar quarks libres fijándose en una señal de identidad única: su carga es una fracción de la carga del electrón mientras que cualquier otro objeto tiene una carga que es un múltiplo entero de dicha carga. Justamente, las agrupaciones de quarks para formar protones u otras partículas son tales que la carga total cumple siempre esta condición; un quark aislado, por

Pasa a la página siguiente

MÁXIMO



## CARTAS

### AL DIRECTOR

Los textos destinados a esta sección no deben exceder de 30 líneas mecanografiadas. Es imprescindible que estén firmados y que conste el domicilio, teléfono y número de DNI o pasaporte de sus autores. EL PAÍS se reserva el derecho de publicar tales colaboraciones, así como de resumirlas o extractarlas. No se devolverán los originales no solicitados, ni se dará información sobre ellos. Correo electrónico: CartasDirector@elpais.es Una selección más amplia de cartas puede encontrarse en: www.elpais.es

### Las dos Españas

Nunca he escrito, pero ahora... pues quiero hacerlo.

Felicidades, señor Bono, por querer incluir en el desfile del 12 de octubre a las *dos Españas*, pues las dos existimos en, seguramente, la mayoría de los españoles.

Mi abuelo paterno yace en un osario, murió en el lado de Franco; mis únicos dos tíos maternos yacen en tumbas desconocidas, de esas que están ahora buscando, del lado republicano.

Yo estoy muy orgullosa de ambas herencias, los dos bandos forman parte de mi persona y creo que ya es hora de que reconozcamos que somos lo que somos, una mezcla de herencias, de historia, y el resultado, para mí, es de orgullo por lo que soy, española.

He vivido fuera de España 25 de mis casi 55 años y podría escribir mucho, pero lo voy a dejar en lo dicho.

Soy española, heredera de muchas tradiciones y orgullosa de ellas, orgullo que no proviene de una educación específica, sino de mi vida adulta fuera de influencias partidistas y en otros mundos (Panamá, EE UU, Arabia Saudí y México).

Señores de esa izquierda y de esa derecha que quieren mantener la división, no puedo hablar

por otros, pero yo personalmente quiero dejar atrás ese pasado de división y vivir un futuro para mí y para mis hijas de orgullo patrio que reconoce tanto los errores como los éxitos de nuestro pasado común.— **Francisca Picón Devesa**. Alicante.

### Australia y la inmigración

Al contrario de lo que se dice en el artículo "Australia, como España", publicado en su periódico el domingo 3 de octubre, la política de inmigración de Australia es totalmente no-discriminatoria y el país acoge cada año muchos miles de inmigrantes, con independencia de su origen étnico, sexo, color o religión.

Desde 1945, Australia ha acogido a más de seis millones de inmigrantes y esta cifra incluye más de 620.000 refugiados y desplazados. En julio de este año el número de plazas en el Programa Humanitario de Australia se

incrementó desde 12.000 a 13.000 por año. Este incremento de plazas significa que Australia puede ayudar a un mayor número de personas a huir de situaciones de riesgo, como ahora en el Sudán.

A raíz de la inmigración, Australia es uno de los países con más diversidad cultural del mundo, donde se hablan más de 200 idiomas. De acuerdo con el último censo del año 2001, casi un 25% de la población, que ronda ahora los 20 millones, nació en el extranjero y el 43% tiene uno o dos de sus padres nacidos en el extranjero. Para los australianos nacidos en el extranjero, los diez primeros países de procedencia son, por este orden: Reino Unido, Nueva Zelanda, Italia, Vietnam, China, Grecia, Alemania, Filipinas, la India y los Países Bajos.

Si algún lector desea conocer con más detalle y con exactitud la política de inmigración de Australia, puede consultar la página en Internet: [www.immi.gov](http://www.immi.gov).

au.— **Susan Tanner**, embajadora de Australia en España.

### Injerencias de la Iglesia

Los diversos comunicados de la Conferencia Episcopal y las declaraciones de los obispos van dejando en el ambiente que el Gobierno no está respetando a la Iglesia y que está legislando contra ella, cuando la situación es justo la contraria.

A través del sufragio universal, inexistente en la práctica totalidad del cristianismo, el hombre ha conseguido que todos tengamos los mismos derechos, el voto de una monja vale tanto como el de un obispo, y el de un católico, como el de un agnóstico. Cualquiera de ellos puede presentarse para dirigir el país.

Las medidas que está tomando el Gobierno estaban en su programa y ese programa fue elegido por la mayoría de los españoles a través del maravilloso sufra-

Pasa a la página siguiente