

L'última peça

Un equip de 439 investigadors del Fermilab de Batavia (Estats Units) ha anunciat la detecció de l'anomenat *quark top*. Aquesta era la darrera partícula que faltava per completar allò que preveu el model estàndard de composició de la matèria.

El 1897 el neozelandès Ernest Rutherford demostrava que els àtoms, els components de la matèria, tenien al seu interior unes partícules que anomenà protons. Cent anys després, s'ha detectat la darrera de les peces anomenades quarks, que formen els protons. Ha estat gairebé un segle de viatge a l'interior de la matèria, un segle de grans descobriments i d'incerteses. Els físics han baixat graons en l'estructura dels cossos, i gràcies als models teòrics i a les modernes —i cares— màquines, sembla que coneixem ja tots els totxos que conformen els cossos.

Falten ara altres descobriments, com el de l'anomenat bosó de Higgs, però quan físics del Laboratori Fermi (Fermilab), de Batavia (Illinois) varen anunciar el passat 26 d'abril que tenien indicis d'haver descobert l'anomenat *quark top*, molts varen pensar que un pas ineludible per fi s'havia realitzat.

Efectivament, el model estàndard, el que, unànimement acceptat, descriu els components fonamentals de la matèria i les seves interaccions mútues, necessitava la confirmació de l'existència del *quark top*. "Si no —explica Albert Bramon, catedràtic de Física Teòrica a la Universitat Autònoma de Barcelona— hi hauria hagut un daltabaix. Era un descobriment esperat i que no és comparable a altres troballes, com ara la que es va fer del quart quark."

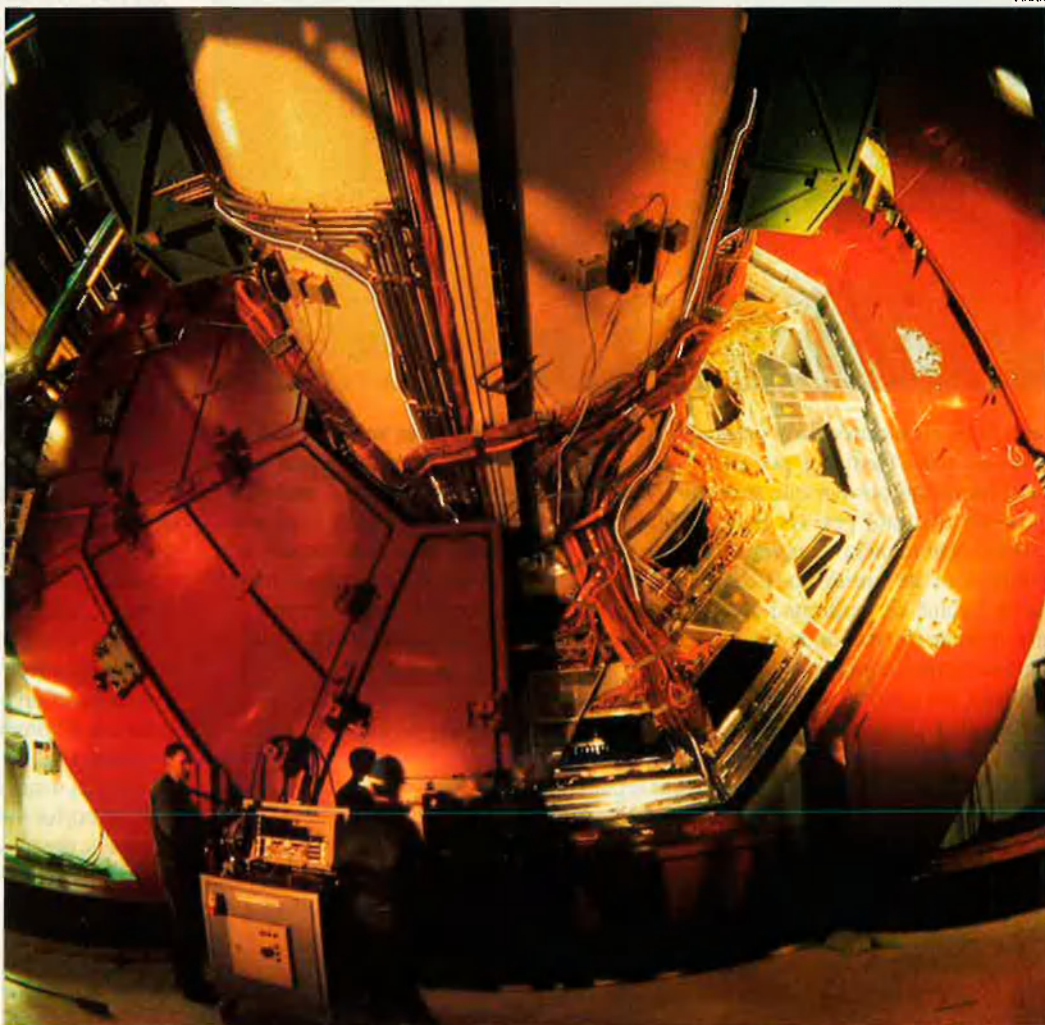
Tot i que la troballa estava prevista per a un dia o altre, no per això ha ocupat menys espai als mitjans de comunicació ni ha aixecat menys expectació. El descobriment és fruit del treball conjunt d'un equip format per físics dels Estats Units, Itàlia, Japó, Canadà i Taiwan. Una

La detecció de l'anomenat quark top tanca, en principi, la recerca empírica dels graons fonamentals de l'estructura íntima de la matèria.

presentació simultània a Batavia, Roma, Tòquio, Ottawa i Taipei donava a conèixer el descobriment. Però l'article que descriu els experiments i ofereix les dades concretes encara no s'ha publicat. Sortirà a la revista *Physical Review D.*, tindrà unes 180 pàgines i anirà signat per 439 investigadors. Definitivament, sembla que els temps romàntics en què Rutherford i algun col·lega més treballaven en el seu petit laboratori i feien descobriments sensacionals ja han passat.

Però, què són els quarks? Ja hem dit que són les darreres peces del trencaclosques atòmic. Un cop descobert el protó (1897), l'electró (1911) i el neutró (1932), es creia que ja ho sabíem tot sobre els àtoms i algú no s'havia estat de predir la fi de la física teòrica.

Però la ciència sempre dóna sorpreses i poc després es va veure que les coses no eren tan



La tecnologia avança paral·lelament al coneixement. Els experiments se succeeixen.

ARKIU

senzilles. Va caldre esperar al 1963 perquè Murray Gell-Mann i George Zweig elaboressin una teoria per explicar les propietats de la matèria. Proposaven l'existència d'unes partícules anomenades quarks, que serien els components dels protons i neutrons. El nom, el va extreure Gell-Mann —un excel·lent filòleg aficionat— d'una obra de James Joyce, *Finnegan's wake*, on, com sol ser usual en altres llibres de l'escriptor irlandès, apareixen paraules inventades. En aquest cas, la frase és: "Three quarks for Muster Mark!". El nom proposat va ser acceptat. I, per arrodonir l'anecdota, els físics teòrics que viatgen a Alemanya se sorprenen de la presència d'un tipus de formatge blanc que s'anomena també quark o *speissequark*.

El model atòmic de Rutherford mostrava un nucli atòmic format per protons i neutrons i un nombre variable d'electrons girant al seu vol-



tant. Si bé els electrons són partícules fonamentals —no estan formades per altres partícules—, Gell-Mann proposava que protons i neutrons estaven formats per sis tipus diferents de quarks. Naturalment, si un nucli atòmic té unes dimensions de mil·lèsimes de bilionèsima de metre i conté els neutrons i protons al seu interior, buscar encara dintre d'aquestes partícules era francament complicat.

A més, els quarks tenen una característica que encara els fa més difícils de detectar: no poden ser aïllats. Dos quarks tenen cert grau de llibertat quan estan junts. Però si intentéssim separar-los més enllà de certa distància, ens seria impossible. És com si tinguéssim dues esferes unides per una corda. Quan estan juntes, la corda no està tesada i, per tant, hi ha cert moviment. Però a partir de certa distància, la corda impedeix que els dos quarks se separin.

Hi ha sis quarks, les diverses combinacions dels quals formen protons i neutrons. Se'ls coneix amb una inicial, que correspon a la paraula

Amèrica versus Europa

Poc després que el Govern americà decidís de no construir el SSC, un super-accel·lador de més de 80 quilòmetres de circumferència, el més gran mai projectat, l'anunci sorgit del Fermilab ha saltat a les portades dels diaris. Des de fa cert temps es rumorejava que el quark top s'havia detectat o que estaven a punt de fer-ho. Segons sembla, discrepàncies dintre l'equip internacional no havien permès fer abans l'anunci.

Ara, però, és possible que els físics americans hagin pensat que aquesta troballa ajudarà la comunitat científica d'aquell país, després de les rebaixes que la crisi econòmica imposa. Mentrestant, Europa, des del CERN, manté la línia que li dona en aquests moments avantatge sobre els americans. Si fins fa uns anys els físics teòrics marxaven als Estats Units, ara el trànsit té el sentit invers i al CERN hi ha molts nord-americans.

El CERN vol construir el LHC (Large Hadron Collider), una potent màquina que, tot aprofitant la infraestructura ja existent a Ginebra, permetria detectar el desitjat bosó de Higgs. El LHC és fruit de l'entusiasme del premi Nobel Carlo

Rubbia, fins a finals del 1993 director del CERN. El nou director, Christopher Llewellyn-Smith, ja ha manifestat que aviat hi haurà una decisió sobre el LHC i que aquesta, tot i la crisi que fa gastar menys diners als estats europeus, serà, molt probablement, positiva.

Llewellyn-Smith també s'ha d'enfrontar als qui critiquen la recerca anomenada bàsica i que desitjarien que aquestes inversions es destinessin a tecnologia. Mentrestant, els físics teòrics recorden que la història de la ciència és plena de descobriments que han dut a aplicacions imprevisibles. Amb la seva recerca absolutament bàsica, Rutherford va obrir, fa gairebé un segle, el camí cap a una nova era de la història de la humanitat. **X. D.**

Gràcies als models teòrics i a les modernes —i cares— màquines, sembla que coneixem ja tots els totxos que conformen els cossos. Els físics han trigat un segle a descobrir els graons de l'estructura de la matèria.

que s'ha atorgat a cada un. Els dos més senzills, que formen la matèria del nostre voltant, són l'*up* ('amunt') i *down* ('avall'). La resta no existeixen a la natura, però sí que varen existir en les condicions extremes del big bang que va donar l'origen a l'univers actual. Per això cal la gran energia dels grans acceleradors de partícules per detectar-ne les traces.

Al costat de l'*up* (u) i el *down* (d), tenim el c (*charm*, 'encant'), el s (*strange*), el b (*bottom*, 'a baix') i el t (*top*, 'a dalt'). Com que *bottom* també significa 'cul', per fer-ho més elegant alguns mantenen la inicial dels dos darrers quarks però els anomenen *beauty* ('bellesa') i *truth* ('veritat').

I com és usual en la vida real, la "veritat" és el que ha costat més de trobar. Havien passat disset anys des que es va descobrir el penúltim quark i ara se n'ha detectat el sisè i darrer. Aquest retard és degut al fet que és el més pesat —gairebé tant com un àtom d'or— i, per tant, requereix una gran energia per poder observar-ne les traces.

Els científics del Fermilab diuen que ja fa temps que tenien dades sobre la troballa, però

que han esperat que fossin més consistents. Si els quarks no es veuen directament, l'únic que es pot observar són les petjades que deixen en els seus xocs o interaccions. A l'accelerador es produeixen milions de col·lisions, que gràcies a sofisticats detectors i a superordinadors per fer càlculs amb gran rapidesa mostren una sèrie de trajectòries i traces.

Concretament, el detector utilitzat a Femilab és el CDF. Té unes dimensions de 12 metres d'ample, 12 d'alt i 30 de llarg. Després de processar 16 milions de col·lisions detectades, se'n varen triar 12 que han de respondre al *quark top*.

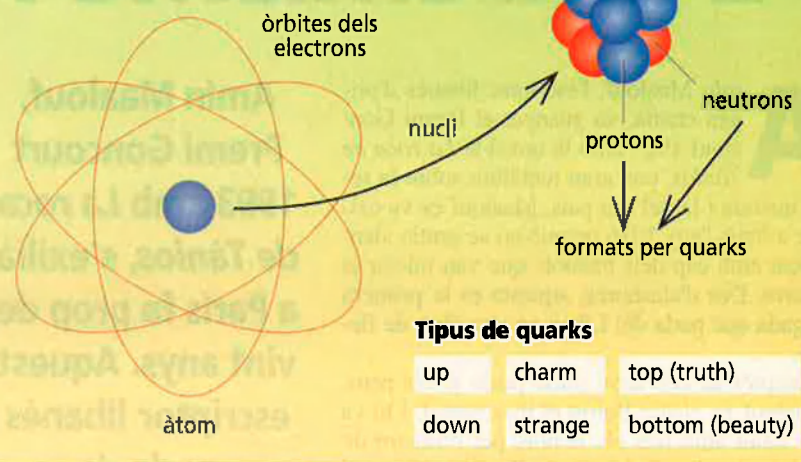
El següent pas, el següent gran repte per als físics teòrics, és detectar l'anomenat bosó de Higgs, que explicaria per què les partícules tenen massa. Per Albert Bramon, "així com el quark top era imprescindible per al model estàndard, si no es trobés el bosó de Higgs probablement hi hauria alternatives teòriques per revisar el model". Per això, el bosó de Higgs és important, però no imprescindible.

Però el bosó de Higgs requereix acceleradors més potents. Una vegada abandonat el projecte de SSC (Superaccelerador Superconductor) que s'havia de construir a Texas, les esperances estan dipositades en LHC (Large Hadron Collider), un projecte del Laboratori Europeu de Física de Partícules (CERN) amb seu a Ginebra i que podria ser aprovat definitivament abans de l'estiu.

Pel doctor Bramon, "potser no té sentit construir grans màquines amb molta més energia, sinó d'altres amb més precisió. Al nivell de baixes energies encara hi ha molta feina a fer i potser la cursa de les energies altíssimes és inútil".

Hi ha dues preguntes que molta gent es pot

Els integrants de l'àtom



fer. La primera és si els quarks són, efectivament, els últims graons en el camí cap a l'estructura íntima de la matèria. Hi ha algunes teories que proposen que els quarks encara estan formats per altres partícules més petites, anomenades, segons la teoria, rishons o preons.

Els articles publicats sobre aquesta possibilitat són ben pocs. D'entrada, és molt difícil proposar el camí teòric –i ja no cal dir l'experimental– per endinsar-nos en els quarks i veure si són efectivament fonamentals. D'altra banda, les dimensions acceptades per a protons i per a quarks fan que d'aquests darrers gairebé es pugui dir que són puntuals, sense dimensions. Per tant, esbrinar si tenen una estructura interna sembla, ara com ara, impossible.

La segona pregunta faria referència a la certesa del descobriment. Si els quarks són tan difícils de detectar, si intèrpretar les traces que deixen és tan complex, si s'han escollit dotze xocs en un immens oceà de milions de col·lisions, no seria possible que l'equip d'investigadors s'hagués equivocat?

Això sempre és possible. Potser és la raó per la qual l'article té 180 pàgines i no les 15 o 20 usuals al *Physical Review D*. Per tal de curar-se en salut, els 439 investigadors han de matissar molt les dades, han de donar moltes voltes als raonaments. Un dels portaveus dels 439 científics, Melvyn J. Shochet, de la Universitat de Chicago, declarava que quan algú li ressaltava que els calen més evidències, ell hi està d'acord.

Per això, l'equip de Fermilab diu que no ha fet un descobriment, sinó que té "evidències" de la producció del *quark top*. Si d'aquí uns mesos es demostra que tot ha estat una falsa alarma, tampoc no seria greu. El quark top hi és i l'únic que caldria és continuar buscant. "Hem estrenyut el setge al quark top", diu un membre de l'equip. És poc probable que en pugui escapar.

Xavier Duran



Accelerador de partícules del CERN. La física busca ara el bosó de Higgs.