

Al Cern di Ginevra vive per un istante un mondo speculare al nostro. Rubbia: «È la chiave per capire chi siamo»

DALLA PRIMA PAGINA

## Sessant'anni

Inoltre, sottolineava lo stesso Dirac, «se si accetta l'idea di una simmetria completa tra cariche positive e negative... dobbiamo considerare come accidentale che la Terra (e probabilmente l'intero sistema solare) contenga una prevalenza di elettroni negativi e protoni positivi. È del tutto possibile che per qualche stella le cose vadano nel modo opposto, e che queste stelle siano costituite da elettroni positivi e protoni negativi. Di fatto, ci potrebbero essere metà stelle di ciascun tipo. I due tipi di stelle mostrerebbero esattamente le stesse caratteristiche luminose e non ci sarebbe modo di distinguerle tra loro sulla base degli attuali metodi astronomici».

La lezione Nobel di Dirac delineava gran parte della fisica dell'antimateria nei decenni successivi. L'antiprotone è stato scoperto da Emilio Segrè e collaboratori, a Berkeley, nel 1955, l'antineutrone da O. Piccioni e collaboratori, sempre a Berkeley, un anno dopo. Nel 1965, nel quadro di una serie di esperimenti al Cern, Antonino Zichichi e collaboratori osservavano la produzione di antideuterio (il più leggero nucleo atomico composto esistente in Natura), osservazione confermata, qualche mese dopo, da L. Lederman, S. Ting e collaboratori negli Stati Uniti.

La scalata verso strutture di antimateria sempre più estese ha compiuto un ulteriore passo avanti, con l'osservazione dell'anti-idrogeno, l'atomo formato da un antiprotone e da un positrone, da parte di una collaborazione tedesco-italiana, annunciata in questi giorni al Cern.

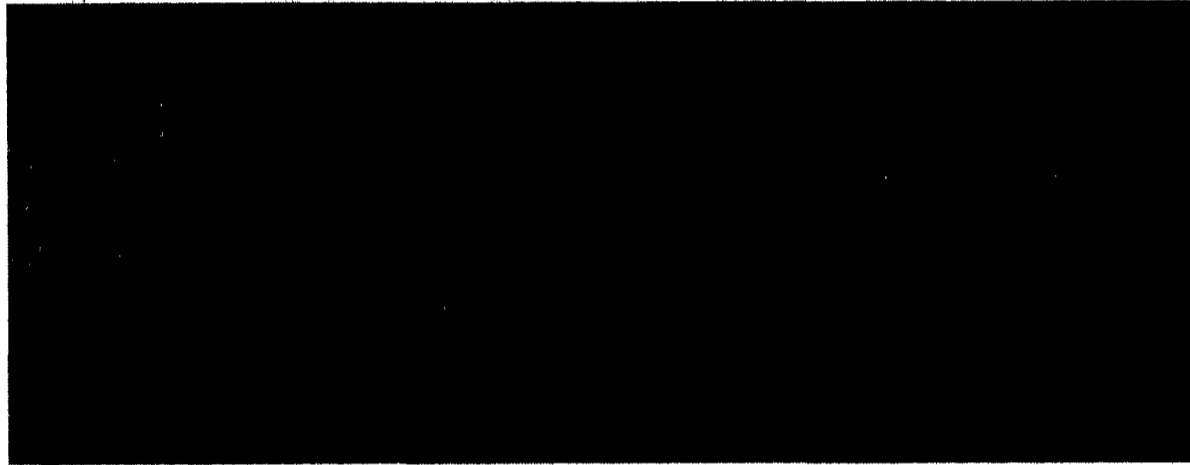
Qual è il significato di questo risultato? Innanzitutto si tratta di un bellissimo «pezzo di bravura», reso possibile dalla tecnologia dei bersagli a getto gassoso (un pennello di gas, xenon in questo caso, iniettato all'interno della ciambella a vuoto spinto in cui circolano gli antiprotoni della macchina Lear). La tecnologia è stata sviluppata da gruppi italiani dell'Infn, in particolare dal gruppo di Genova del dottor Mario Macri, e trova applicazione in esperimenti di fisica delle particelle e di fisica dei nuclei, eseguiti o in progetto presso macchine acceleratrici in Europa (Frascati, Cern, Desy) e negli Usa (FermiLab).

Più in prospettiva, il fatto incoraggiante è che la probabilità di formazione degli antiatomi risulta essere abbastanza elevata. In un tempo equivalente a due giorni di funzionamento, l'apparato è riuscito a produrre circa nove atomi di anti-idrogeno. Se si riusciranno a produrre e intrappolare su tempi lunghi quantità considerevolmente superiori di antiatomi, sufficienti per uno studio dettagliato delle loro proprietà, sarà possibile ottenere ulteriori prove sperimentali di un sottile teorema della moderna fisica delle particelle (il cosiddetto teorema Cpt, dimostrato da Pauli negli anni '50) che collega le proprietà delle particelle a quelle delle relative antiparticelle (ad esempio, il teorema dimostra l'eguaglianza delle caratteristiche della luce emessa da stelle e da anti-stelle, cui si riferiva Dirac nella lezione Nobel citata dianzi).

Non è una strada facile. Oltre alle difficoltà tecniche da superare, occorre tener presente che, nello stesso campo, sono stati già ottenuti risultati di grande precisione. In particolare, usando gli antiprotoni dello stesso fascio Lear, il gruppo del prof. Gabrielse di Harvard ha potuto mostrare recentemente l'eguaglianza della massa degli antiprotoni con quella dei protoni, entro la straordinaria precisione di cinque decimi di miliardesimo. È un record che non sarà facile «battere», ma... si vedrà. Infine, il risultato ottenuto terrà acceso l'interesse per la presenza di un fascio di antiprotoni al Cern, uno strumento di grande po-



# E fu l'anti-atomo



Carlo Rubbia, premio Nobel per la fisica

Nove atomi di anti-idrogeno sono stati prodotti e mantenuti in vita per circa 40 miliardesimi di secondo. La notizia ufficiale è stata data l'altro ieri dal Cern di Ginevra, dove si è svolto l'esperimento cui ha partecipato un gruppo della sezione Infn di Genova coordinata da Mario Macri. «Questi fenomeni dell'infinitamente piccolo sono la chiave per capire cosa succede nell'infinitamente grande» commenta il premio Nobel Carlo Rubbia.

CRISTIANA PULONELLI

Non andiamo a cercare le implicazioni strettamente pratiche di scoperte come questa, avverte Carlo Rubbia, premio Nobel per la fisica. Sarebbe come pretendere di cambiare il rapporto lira-marco alla borsa grazie al Big-Bang. Ma forse nel futuro ci ricorderanno per cose come queste: perché abbiamo capito qualcosa di come siamo fatti. «Queste ricerche rispondono a quel desiderio di conoscenza proprio della cultura. Rispondono alla curiosità pura. E fa piacere sapere che in questo mondo che diventa sempre più utilitaristico c'è ancora spazio per gli istinti di curiosità».

Professor Rubbia, quando nasce l'idea che esiste un antimondo? L'ipotesi che ci sia una materia e

un'anti-materia, che esista cioè un'immagine speculare di noi stessi, non è certo nuova. Già Dirac aveva scritto un'equazione nel 1928 che ne prevedeva l'esistenza.

Ma che cos'è l'anti-materia? Ci sono due elementi elettricamente carichi che fanno la materia: gli elettroni e i protoni. L'anti-materia dell'elettrone è il positrone, mentre l'anti-materia del protone è l'anti-protone. I positroni sono stati scoperti negli anni '30 da Anderson che vinse per questo il premio Nobel, e l'anti-protone è stato scoperto da Segrè (che ricevette per questo il premio Nobel assieme a Chamberlain) negli anni '50. Queste particelle sono rimaste «dormienti» per parecchi

anni. Finché c'è stato un salto tecnologico molto importante di cui il Cern è giustamente fiero e che ha valso il premio Nobel a Simon Van Der Meer e a me: si è messa a punto una vera e propria fabbrica di anti-protoni. Una macchina, cioè, che permette di produrre un numero molto alto di anti-protoni: dieci alla decina al giorno. Per fare un confronto, il professor Segrè ne aveva ottenuti una trentina quando ha preso il premio Nobel. Grazie a questa macchina, che si chiama accumulatore anti-protoni, si sono scoperti i bosoni intermedi W e Z, e anche il Top Quark, scoperto in America, è stato ottenuto con una macchina che è una replica di questa tecnologia.

Che ci si fa con gli anti-protoni così ottenuti?

Innanzitutto si possono far viaggiare molto veloci, accelerandoli il più possibile e utilizzandoli come proiettili da far scontrare con i protoni (ed è così che si sono ottenuti il Top Quark, i bosoni W e Z). Oppure si può fare l'inverso: decelerare invece che accelerare questi anti-protoni in modo da poterli toccare con mano, per così dire. E quindi studiarli da vicino, per capire qualcosa di più. Perché questi anti-protoni sono degli oggetti molto affascinanti: sono una replica della materia di cui

siamo fatti, ma con le cariche tutte scambiate di segno. Tutto quello che è positivo nel mondo è negativo nell'antimondo, tutto quello che è negativo nel mondo è positivo nell'antimondo. C'è una macchina che si chiama Lear e che è stata messa a punto dal Cern proprio per fare questi studi sugli antiprotoni a bassa energia.

A questo punto è nata la voglia di imitare la natura...

Sì, il desiderio di cercare di costruire con questi anti-protoni e con dei positroni (cioè gli antielettroni) la cosa più semplice. E cosa c'è di più semplice nella materia dell'idrogeno, che è formato solo da un elettrone e da un protone? Si è pensato così di costruire un anti-idrogeno. Per farlo si doveva mettere l'anti-protone in condizione tale da catturare un positrone. Così si è fatto recentemente al Cern: si sono presi degli anti-protoni e si sono messi in un «bagno» di positroni e questo ha permesso di fare un atomo di anti-idrogeno.

Però l'anti-atomo ha avuto vita breve.

In linea di principio l'atomo di anti-idrogeno è altrettanto eterno che l'idrogeno ordinario. Ma quando l'anti-materia si trova a contatto con la materia avviene quella che si chiama l'annichilazione: cioè tutta l'energia spesa per ottenere queste particelle ri-

torna energia. Con la conseguente distruzione immediata della materia. Noi siamo immersi in un mare di materia e quindi mantenere l'anti-materia per un periodo lungo è molto difficile: bisognerebbe isolarla contro qualunque contatto con la materia esistente. Se mettessimo, ad esempio, l'anti-idrogeno in una bottiglia normale il contatto con le pareti lo farebbe annichilare. E finora non esiste una bottiglia anti-materia.

Cosa sappiamo sull'anti-materia?

Molte cose. L'anti-materia segue le stesse regole della materia: in linea di principio, si può costruire oggetti complessi finché si vuole (persino un essere vivente) mettendo ai posti giusti positroni e anti-protoni e facendo così una copia speculare della materia originaria. Che caratteristiche avranno questi oggetti? Recentemente si è scoperto che la materia è levigata, come se fosse mancina. L'anti-materia è destrorsa, come se fosse la mano destra. Anche destra e sinistra vengono scambiate nel passaggio dal mondo all'antimondo.

L'universo è fatto anche di anti-materia?

Questa è un'ipotesi. E in effetti quando noi creiamo materia partendo dall'energia, creiamo sempre anche dell'anti-materia e viceversa. Se il meccanismo della creazione in natura fosse lo stesso che sperimentiamo all'interno dei nostri laboratori, l'universo dovrebbe essere costituito per metà da materia e per metà da anti-materia. Ma non sembra che questo punto di vista sia corretto. Le teorie prevalenti sostengono che il nostro universo è fatto tutto di materia: il buon Dio sembra aver fatto un protone e un elettrone assieme e non i loro opposti separatamente, in coppie positrone-elettrone e protone-antiprotone come sappiamo fare in laboratorio.

Fin qui la teoria, ma sono stati fatti esperimenti per verificare se l'anti-materia esiste?

Sì, in particolare si cerca di vedere se nei raggi cosmici che vengono dallo spazio lontano ci sia dell'anti-materia. Finora, però, non ci sono stati risultati positivi. Bisogna anche notare che la simmetria è tale che la luce emessa da un'anti-galassia sarà identica alla luce emessa dalla galassia. Non si può dire se si tratta di materia o anti-materia semplicemente analizzando la luce che proviene da galassie lontane: le righe spettrali dell'anti-idrogeno sono uguali a quelle dell'idrogeno. Perciò guardare non basta, bisogna toccare con mano.

La fisica delle alte energie sta vivendo un momento di grande produttività. Quali prospettive ci sono per il futuro?

L'infinitamente piccolo è ricco quanto l'infinitamente grande. Quando guardiamo il cielo vediamo un'infinità di cose: la sua ricchezza, anche intellettuale, è senza limiti. E, tra queste cose, ce ne sono alcune che Einstein poteva soltanto sognare! La stessa ricchezza la possiamo sperimentare anche nell'infinitamente piccolo. Il modo in cui la materia è costruita nella sua struttura più intima ha la stessa ricchezza intellettuale, culturale e di inventività che la natura ha espresso nell'infinitamente grande. E la cosa straordinaria è che l'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo parlano lo stesso linguaggio: i cosmologi hanno bisogno dei fisici delle particelle elementari, e questi ultimi imparano molte cose andando a studiare il Big Bang. Questi fenomeni dell'infinitamente piccolo sono la chiave per capire cosa è successo nell'infinitamente grande. Siamo di fronte quindi a due campi di ricerca estremamente ricchi, che si toccano nella ricerca dell'essenza di ciò che siamo.

FANTA-UNIVERSI

## Ma nell'Immaginario tutto è già successo

ALBERTO CRESPI

Non credete a quello che vi raccontano, l'antimateria non esiste. L'ha consumata tutta Star Trek per far volare l'Enterprise. Sissignori, la mitica astronave del mitico telefilm vola proprio grazie all'antimateria, anzi: grazie all'anti-idrogeno congelato, tenuto sospeso grazie a campi magnetici. E con tutti i voli interstellari che ha fatto l'Enterprise, al cinema e in televisione, con tutti i suoi diversi equipaggi, capirete che il combustibile non può che scarseggiare.

Scherzi a parte, l'antimateria esiste eccome: è tutto quell'universo parallelo che semiologi e sociologi chiamano, poco scientificamente, «immaginario» (aggiungendo a volte l'aggettivo «collettivo»). L'Immaginario è un territorio vecchio quanto l'uomo, e quindi assai più antico del pensiero scientifico propriamente detto. Un territorio in cui, è persino ovvio dirlo, l'uomo proietta se stesso, i propri incubi e i propri sogni, creando - appunto - universi paralleli in cui sfogare le proprie frustrazioni terrene. In que-

sto senso, antimateria sono le fiabe, i miti, le storie, forse persino gli dei. La cosa curiosa, e affascinante, è quando il pensiero e la ricerca scientifica «raggiungono», per così dire, l'Immaginario; quando la scienza scopre che l'antimateria può esistere davvero, e azzera, quindi, la fantascienza.

Chissà cosa penseranno, di tutto ciò, Topolino e il dottor Enigm. Già, sentendo parlare di antimateria la prima «fetta d'Immaginario» che ci viene in mente è disneyana. Il dottor Enigm, pacioso scienziato volante che nell'antimateria ci sgazzava, nacque nel 1936 in una storia americana di Floyd Gottfredson intitolata *Man on Sky Island* e nota da noi come *Topolino e l'Uomo Nuovola*. Diventa poi italiano, Enigm, nella fantastica storia scritta e disegnata da Romano Scarpa *Topolino e la dimensione Delta*, dove il sommo disegnatore veneziano - sicuramente uno dei grandi narratori italiani del dopoguerra - crea il

personaggio di Atomino Bip-Bip. Atomino è... un atomo, uno dei due atomi isolati e ingranditi da Enigm grazie al «bambatrone», una macchina prodigiosa. L'altro atomo è Atomino Bep-Bep, cattivo e dissoluto quanto Bip-Bip è buono e coscienzioso, e che quindi diventerà complice del truce Gambadiegno in una furibonda lotta per il dominio dell'universo. Il tutto si svolge in un universo parallelo, vuoto, «compenetrato» al nostro, dove Enigm lavora lontano dalle nevosi della Terra. E qui siamo al punto.

Già, all'antimateria è strettamente connesso - non chiedeteci però con quanta verosimiglianza scientifica! - il grande, affascinante tema degli universi paralleli. Ovvero, mondi uguali al nostro dove però tutto cambia di segno, dove il Male è Bene e il Bene è Male. Il contatto fra questi universi - ovvero, fra materia e antimateria - è solitamente, nella convenzione fantascientifica,

foriero di sciagure: deflagrazioni, perdite di identità per i personaggi, esplosioni, vere e proprie apocalissi. Ad esempio, nella saga di *Ritorno al futuro* - che è costruita sui viaggi nel tempo, ma che è funzionale al nostro discorso - la raccomandazione dello scienziato Doc al giovane viaggiatore Marty è sempre quella di non incontrare l'Altro Sé. Stesso che è nel futuro o nel passato, perché questo potrebbe creare una «crisi» che romperebbe la catena temporale con disastri irreparabili. E ciò a cui deve badare Marty soprattutto nel secondo episodio, il più complesso della trilogia, quando un salto nel tempo produce un 1985 parallelo a quello primario, dove Marty è in galera, suo padre è morto e il loro rivale Biff è ricco, potente e sposato in seconde nozze - orrore! - con la madre di Marty.

In fondo, il tema degli universi paralleli, e rovesciati di segno, è

vecchio quanto la mitologia, e deve risalire al momento in cui Narciso si uccise contemplando la propria immagine nello stagno. Lo ritroviamo sicuramente nel viaggio di Alice attraverso lo specchio, e poi nei numerosi mondi paralleli creati nei fumetti della D.C., per Superman e per altri supereroi, dove incontriamo Superman perfido e Lex Luthor bonaccioni. In *Star Trek*, invece, la fantascienza anni '60, filo-hippy e «positiva», dà all'antimateria una quotidianità non più minacciosa, equiparandola - di fatto - alla benzina, a un carburante non più pericoloso di altri. Come dire: con l'antimateria si può convivere, come ci riusciva Captain Marvel che l'usava per i suoi bracciali (i quali, messi a contatto, gli consentivano di cambiare aspetto). Oggi, alla vigilia del 2000, si può solo sperare che l'antimateria sia quella utile e utilizzabile immaginata da *Star Trek*, e non quella diabolica raccontata da tanti altri film, fumetti e romanzi: ma ci sarà da fidarsi?



Il fisico Walter Oehert, che insieme all'italiano Mario Macri ha condotto l'esperimento al Cern di Ginevra

Ducklau/Agf

tenzialità, la cui vita è resa difficile dalle recenti difficoltà di bilancio del Cern.

Lo studio dell'antimateria prosegue, in Italia e all'estero, su molti altri fronti. Una violazione della simmetria materia-antimateria è stata osservata negli anni Sessanta, nei decadimenti di alcune particelle subnucleari. Per chiarire l'origine dinamica di questa violazione, sono in progetto nuovi esperimenti, a Frascati (con la costruzione della macchina Dafne) al Cern e negli Usa (a FermiLab, a Cornell e con la nuova macchina di alta energia in costruzione a Stanford). Non sappiamo ancora se questa violazione è collegata o meno alla composizione su vasta scala dell'Universo, che sembra dominato da stelle e galassie di materia e non, come poteva congetturare Dirac, da una composizione mista di oggetti celesti fatti di materia e oggetti di antimateria. È stato congetturato, da Andrej Sacharov e da altri, che questa misteriosa asimmetria sia legata a una instabilità di tutta la materia, in particolare al decadimento del protone di cui, tuttavia, non si è trovata traccia negli esperimenti finora effettuati.

A quasi sessant'anni dalla scoperta di Dirac, il ruolo dell'antimateria, nella fisica microscopica delle particelle e nelle grandi strutture dell'Universo, è ben lontano dall'aver trovato una sistemazione definitiva.

(Luigi Mariotti)  
Presidente dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare