

L'Unità *due*

DOMENICA 7 GIUGNO 1998

La prova dell'esistenza della massa dei neutrini è destinata a cambiare molte teorie fisiche e cosmologiche

Anche se la guerra fredda è finita, sono pochi a volerlo riconoscere apertamente. Ma a prevedere quell'«oscillazione» del neutrino registrata nella miniera giapponese di Monte Ikeno e confermata nella grotta italiana del Gran Sasso, è stato lui, Bruno «Maksimovich» Pontecorvo. Sì, proprio il fisico italiano che nel 1950 fuggì, clamorosamente, dall'Occidente per correre in soccorso dell'Unione Sovietica. È lui, l'allievo di Enrico Fermi, il più giovane tra i «ragazzi di via Panisperna», il padre della scoperta che in queste ore sta facendo rumore nel mondo della fisica.

Ma, forse, è giusto riassumere gli antefatti. Venerdì scorso da Takayama, in Giappone, giunge notizia che l'esperimento di Super-Kamiokande ha ottenuto le prove che una delle più elusive particelle conosciute dai fisici, il neutrino, è dotato di una (sia pur piccolissima) massa. L'esperimento, collocato in una miniera a mille metri di profondità sotto il Monte Ikeno, ha infatti dimostrato che uno dei tre neutrini conosciuti, il neutrino muonico, ha «oscillato» e ha «cambiato sapore». Nel gergo dei fisici significa che si è trasformato in un altro tipo di neutrino. Il fenomeno è possibile solo se la particella è dotata di massa. Cosicché, annuncia il team nipponico-americano che conduce l'esperimento, abbiamo dimostrato, in un colpo solo, che il neutrino «oscilla», cioè cambia natura, e che possiede una massa.

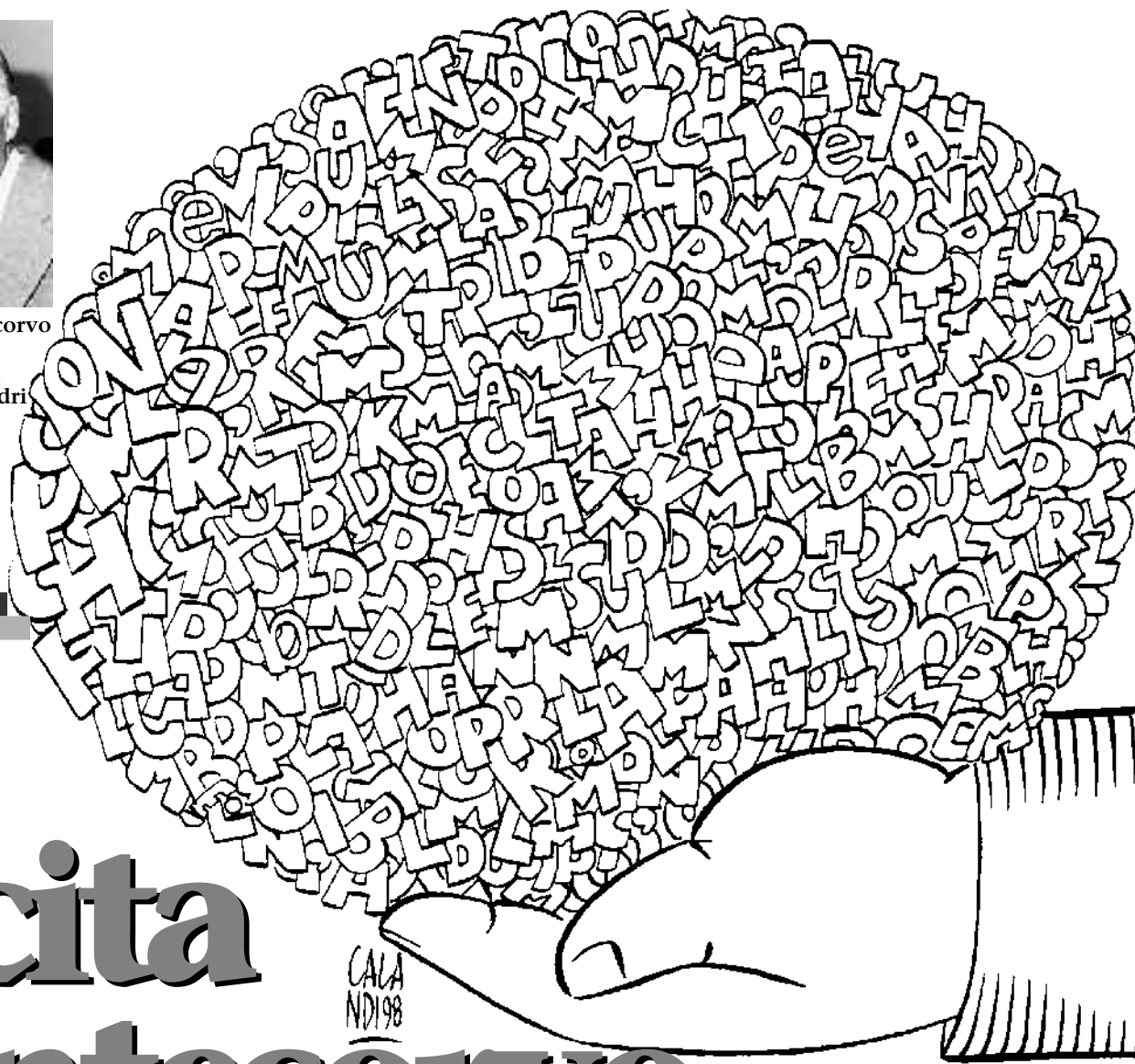
La notizia è di enorme portata. Perché il neutrino, particella elusiva, difficile da afferrare, capace di attraversare un muro di piombo largo quanto il sistema solare senza essere fermata, ha un ruolo di assoluto primo piano nella nostra visione del mondo fisico. A ipotizzarne l'esistenza, è negli anni '30, Wolfgang Pauli, che la chiama neutrone, per via del fatto che non ha una carica elettrica. Tuttavia a battezzarla è Enrico Fermi, che la rinomina neutrino per indicare che è molto, ma molto più piccola di quell'altra particella neutra che si trova nel nucleo degli atomi e che, per la sua pinguedine, merita davvero il nome di neutrone. Fermi non si limita a dare un nome al piccolo neutrino, gli trova anche un ruolo da protagonista nelle vicende disegnate da una nuova forza fondamentale della natura, l'interazione debole. L'interazione responsabile della radioattività, per intenderci. Ora ha un nome e un ruolo preciso, il nostro neutrino. Ma, passano 60 anni, senza che nessuno riesca a stabilire se abbia o meno una massa. Anzi, i teorici definiscono una teoria-quadro della fisica delle particelle, un «modello standard», in cui il neutrino ha una massa rigorosamente pari a zero.

Intanto al neutrino cominciano a interessarsi gli astrofisici. Che alla elusiva particella chiedono di risolvere due misteri piuttosto grossi e profondi. Gli astrofisici che studia-

La scoperta fatta in Giappone fu teorizzata dal grande scienziato Ora ne sapremo di più sul sole e sulla «materia scura»



Bruno Pontecorvo. A lato un disegno di Mauro Calandri



La rivincita di Pontecorvo



no il Sole, per esempio, sostengono di sapere tutto della nostra stella. Come funziona. Quali tipi di reazioni nucleari lo mantengono in vita da 5 miliardi di anni, trasformando idrogeno in elio e liberando enormi quantità di energia. Non riescono però a spiegare perché i neutrini che dal Sole giungono sulla Terra siano esattamente un terzo di quelli previsti. L'enigma dei neutrini è il

problema aperto più importante della fisica solare.

Anche i cosmologi chiedono al neutrino di risolvere uno dei più grandi problemi aperti della fisica che studia l'universo come intero. Deve esserci, dicono, una grande quantità di materia sparsa per l'universo che noi non riusciamo a vedere: una «materia scura». Questa ma-

teria, dicono i cosmologi, «deve» esistere: altrimenti dobbiamo riscrivere daccapo le nostre teorie sull'origine, l'evoluzione e la fine cosmica. E se esiste questa massa invisibile, il migliore dei candidati a ricoprire il ruolo di «materia scura» sarebbe il neutrino. Se avesse una massa.

Il neutrino, insomma, è protagonista assoluto in molte e decisive branche della fisica. Nessuna meraviglia, dunque, che da decenni sia oggetto di ricerca di punta da parte dei fisici di tutto il pianeta. Fisici che devono molto, anzi moltissimo a Bruno Pontecorvo. Egli, perché l'unico allievo di Fermi ad essere, come il maestro, un grande teorico e, insieme, un grande sperimentale, è un vero esperto di neutrini. Dopo Pauli e Fermi, è l'uomo che, probabil-



mente, ha contribuito di più a farci conoscere la natura di questa elusiva particella. Le sue intuizioni sono, infatti, innumerevoli. Pontecorvo è il padre delle teorie più profonde e, insieme, l'ideatore di esperimenti cruciali per la conoscenza del neutrino. In breve, è lui il primo a ipotizzare negli anni '50, dopo la clamorosa fuga in Urss, che di neutrini, in giro per l'universo, ce ne sono almeno di

tre tipi. L'ipotesi verrà dimostrata sperimentalmente, anni dopo, dagli americani Lederman, Schwartz e Steinberg. Per questo, i tre verranno insigniti del Premio Nobel nel 1988. Mentre, caso unico nella storia del premio, il riconoscimento non andrà al teorico che aveva previsto quanto i tre sperimentali hanno osservato. Qualcuno sostiene che la

Reale Accademia della Scienze di Stoccolma ha fatto pagare al fisico italiano dalle straordinarie intuizioni scientifiche l'«errata» intuizione politica che lo ha portato a scegliere il comunismo e a dare il suo contributo per la «difesa» dell'Urss.

L'Occidente non riconosce l'intuizione geniale di Bruno Pontecorvo. Ma Bruno Pontecorvo non smette di avere intuizioni geniali. E così tra la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60 ipotizza che quei tre diversi neutrini possano «oscillare», cioè trasformarsi l'uno nell'altro mentre viaggiano inarrestabili per il cosmo. Naturalmente, sostiene Pontecorvo, se così è, allora i neutrini devono avere una massa.

L'ipotesi di Pontecorvo risolve l'«enigma dei neutrini solari». Ri-



solve molti problemi relativi alla «materia scura» cercata dai cosmologi. Persino i fisici della alte energie non avrebbero nulla da ridire, perché un neutrino dotato di massa spianerebbe la strada per una nuova teoria generale, in grado di superare il modello standard e unificare in un unico quadro teorico tutte le forze fondamentali della natura. Tuttavia l'ipotesi di Pontecorvo ha un difetto: per quasi quarant'anni nessuno riesce a provarla e a osservare l'«oscillazione» dei neutrini.

Poi, venerdì scorso, l'annuncio da Takayama rimuove, finalmente, questo difetto. E segna la rivincita, postuma, di Bruno «Maksimovich» Pontecorvo.

Pietro Greco

L'ESPERIMENTO

In viaggio attraverso la Terra

La scoperta della «oscillazione» e, quindi, della massa dei neutrini è stata effettuata dall'esperimento Super-Kamiokande, grazie a un rivelatore ad acqua di 40 metri di diametro posto a mille metri di profondità, irraggiungibile dai raggi cosmici. Il rivelatore contiene acqua purissima, l'acqua più pura del pianeta è stato detto, che registra con un flash il passaggio dei neutrini. Verso il rivelatore è stato inviato un fascio di neutrini muonici provenienti dall'altra parte della Terra. I neutrini hanno attraversato il pianeta: ma all'appuntamento in Giappone se ne sono presentati in numero inferiore al previsto. Segno che i neutrini muonici hanno cambiato natura, trasformandosi in altri tipi di neutrini. E che, quindi, sono dotati di massa. La massa è certamente superiore, pare a 0,1 elettron Volt. Insomma, è davvero piccolissima. Il fenomeno è stato subito confermato dall'esperimento

MACRO presso il Laboratorio che l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ha presso il Gran Sasso. L'esperimento MACRO, a differenza del Super-Kamiokande, non utilizza acqua, ma un liquido scintillatore. L'esperimento ha misurato i neutrini di tipo muonico, provenienti dal basso e quindi generati agli antipodi del pianeta. Anche sotto il Gran Sasso il loro numero è risultato inferiore a quello previsto, e ciò significa, come sostiene Alessandro Pascolini, un fisico che partecipa all'esperimento, che un numero importante dei neutrini muonici si è trasformato. Naturalmente la partita dei neutrini non finisce qui. Già in passato, infatti, erano stati rilevati numerosi indizi sull'«oscillazione» prevista dalla teoria di Bruno Pontecorvo. Gli indizi più importanti erano stati ottenuti proprio al Gran Sasso nel 1992. E il prossimo esperimento, quello che dovrà fornire risultati in condizioni più controllabili, è un esperimento che coinvolgerà ancora il Gran Sasso, questa volta in tandem con il Cern di Ginevra. Dal laboratorio svizzero, infatti, verrà «sparato» un fascio di neutrini ben controllato verso il monte abruzzese. Così che il rivelatore del Gran Sasso potrà fornire una misura accurata della massa dei neutrini.

L'INTERVISTA

Parla Luciano Maiani nuovo direttore generale del Cern di Ginevra

«Ora potremo modificare ricerca ed esperimenti»

«La scoperta conferma dati che erano già noti, ma adesso si tratta di riportare il fenomeno sotto un microscopio controllabile».

ROMA. L'individuazione della massa dei neutrini «apre un campo, ma non dà la risposta definitiva» commenta Luciano Maiani. E la «risposta definitiva» può arrivare dalla sperimentazione a cui il progetto fra Cern e Gran Sasso è destinato. Insomma: ora la partita torna alla squadra italiana (fondi permettendo). Presidente uscente dell'Istituto nazionale di fisica nucleare, prossimo direttore generale del Cern di Ginevra, Maiani è fra i massimi fisici teorici europei, coautore della definizione di quella teoria del «modello standard» alla base della fisica fondamentale.

Professore, quali sono le verifiche da fare ora?

«La bassa energia di questi neutrini non permette di rispondere a un certo numero di domande, per esempio, se questi neutrini oscillano, in cosa oscillano. E in più l'effetto, sebbene sia da molto che questa anomalia venisse riscontrata è qualcosa che sicuramente apre un campo ma non dà risposte definitive. Si tratta di risultati noti da tempo, anche se in forma preliminare: proprio questa base ha motivato il nostro

progetto del fascio di neutrini dal Cern al Gran Sasso, analogo a quello americano, con cui competiamo, di un fascio di neutrini che va dal grande laboratorio Fermi a Chicago a una miniera che sta più o meno a 700 chilometri, circa la stessa distanza che c'è fra Gran Sasso e Cern. Insomma, due progetti in parallelo che dovrebbero chiarire questo aspetto in condizioni controllate e con neutrini di alta energia, il che significa avere la possibilità di osservare le particelle in cui questi neutrini oscillano positivamente, invece di osservare soltanto una loro sparizione».

Ha parlato di risultati già noti

«A suo tempo non ha avuto grande risonanza nella stampa, ma c'è un risultato estremamente importante ottenuto l'autunno scorso da una collaborazione franco italiana, un esperimento analogo, ma condotto con i neutrini di un reattore nucleare piazzato a un chilometro di distanza. Il reattore sta nel paesino di Chooz, nelle Ardenne: il reattore è una sorgente di neutrini di tipo elettronico, e questo esperimento non ha visto assolutamente alcun

deficit. Poiché i neutrini dei raggi cosmici sono una miscela di neutrini di tipo muonico e di neutrini di tipo elettronico, i due esperimenti combinati, cioè quello del reattore e dei giapponesi, sembrano indicare che sono i neutrini di tipo muonico che hanno un'anomalia».

Quali sono i passi da fare?

«A questo punto diventa urgente un esperimento con una sorgente artificiale di neutrini di tipo muonico, quelli, appunto, che vengono prodotti con le macchine acceleratrici in maniera più frequente, e in condizioni controllate».

Le varie «squadre» lavorano tutte per lo stesso risultato?

«Voglio dire che un'evidenza di mancanza di neutrini dovuta a oscillazione è stata segnalata dagli esperimenti che vedono i neutrini del sole, fatti negli Stati Uniti, in Giappone e al Gran Sasso. C'è tutto un panorama che vorremmo chiarire definitivamente e da qui parte appunto il progetto di questo fascio dal Cern al Gran Sasso. Noi possiamo vedere i neutrini che vengono dal sole, che oscillano su delle

frequenze molto più basse perché la cosa è collegata alla distanza; i neutrini sembrano oscillare su distanze di quel genere mentre, visti da un reattore a un chilometro di distanza, non oscillano. I neutrini di tipo muonico sembrano oscillare su distanze dell'ordine di migliaia di chilometri come quelli prodotti dai raggi cosmici. Ecco, adesso vorremmo riportare il fenomeno sotto un microscopio controllabile».

Il progetto Cern Gran Sasso potrebbe già partire?

«L'Istituto nazionale di fisica nucleare, che dovrebbe agire come attore principale in questo progetto del fascio di neutrini, ha proposto al ministero un piano di cinque anni che prevede il finanziamento per circa due terzi, contando sul fatto che il resto dei fondi - dato l'interesse del progetto - potremo trovarlo sul mercato. Speriamo che il ministro approvi il nostro piano. Partendo adesso si potrebbe tranquillamente iniziare la sperimentazione fra tre, quattro anni».

Roberta Chiti

Ogni lunedì due pagine dedicate ai libri e al mondo dell'editoria

HOLLYWOOD PARTY
PIECATI IN DUE DALLE RISATE
L'album dei mondiali Mexico '86 e la cassetta di Hollywood Party IN EDICOLA a sole 15.000 lire