

FISICA / INTERVISTA

Basterebbe una particella

Ugo Amaldi: dalla teoria di Salam (ancora valida) alla ricerca delle «prove»



In alto, Ugo Amaldi (foto di Martino Sterle); sotto, da sinistra, Steven Weinberg, Abdus Salam e Sheldon Glashow, premiati col Nobel per la fisica nel '79 per l'elaborazione del «Modello Standard», una teoria che dà un senso al caos dell'Universo, e sulla quale ancora si lavora, seppure senza risultati definitivi. Nella cornice sotto a destra, la disintegrazione di una particella Z nel LEP di Ginevra.

Intervista di Fabio Pagan

TRIESTE — Ugo Amaldi è figlio d'arte. Suo padre Edoardo, allievo e poi collaboratore di Fermi, dopo lo sconvolgimento della guerra ricostruì la fisica italiana riportandola in Europa. Fu una delle anime del Cern di Ginevra e fino alla morte (sovravvenuta improvvisamente nel 1989) mantenne un'inesauribile curiosità scientifica e una vis polemica che scoppiava con la violenza d'un temporale estivo. Ugo ebbe la ventura di respirare la fisica fin da ragazzino, in casa sua passavano quei «ragazzi di via Panisperna» che a Roma avevano creato la nuova scienza atomica. Fermi, Segre, Pontecorvo, Majorana, Rasetti. Oggi, a 58 anni splendidamente portati, Ugo Amaldi è uno degli uomini di punta del Cern, dove è responsabile dell'esperimento Delphi all'acceleratore LEP. Con lui, presente a Trieste al recente convegno in onore di Abdus Salam, abbiamo rivisitato le chiavi di quel Modello Standard della fisica al quale il nostro premio Nobel ha dato un contributo fondamentale.

Allora, professor Amaldi: come sta il Modello Standard dopo un quarto di secolo? «Benissimo, direi. È un po' come se negli anni Quaranta ci fossimo chiesti come stanno quelle equazioni di Maxwell che ci hanno consentito di unificare le forze elettriche e magnetiche. Ebbene, a cent'anni ormai dalla loro formulazione, le equazioni di Maxwell restano sempre valide per descrivere fenomeni classici di radiazione elettromagnetica. Così avviene anche per quello che dai fisici teorici è stato chiamato modestamente il Modello Standard: una teoria che contempla l'unificazione della forza elettromagnetica con la forza debole. Il Modello Standard ci ha fatto capire che queste due forze non sono completamente separate, bensì aspetti diversi di un'unica forza. E come la radiazione elettromagnetica, cioè la luce, viene trasportata da una particella chiamata fotone, così la forza debole è tra-

Il cosiddetto «Modello Standard», al quale lo scienziato premiato col Nobel ha dato un contributo fondamentale, apre la strada verso il «mistero» primigenio dell'universo. Il LEP, l'acceleratore del Cern a Ginevra, è la fonte delle nuove scoperte. Tuttavia, un punto resta oscuro, tutto da esplorare...

sportata da quelle particelle previste da Salam e poi scoperte da Rubbia... «Certo, le particelle W e Z, i bosoni vettori intermedi, i mediatori della forza debole. A me, però, piace di più chiamarli «astenoni», da una parola greca che vuol dire appunto debole».

Ma fotoni e astenoni non sono estremamente diversi?

«Sì, è vero. E per spiegare questo fatto dobbiamo risalire al momento del Big Bang, della grande esplosione che avrebbe dato origine all'Universo. All'inizio, alle inimmaginabili temperature del Big Bang, forza elettromagnetica e forza debole dovevano essere la stessa cosa. Poi, dopo i primi miliardesimi di secondo, esse hanno assunto un'apparenza totalmente diversa. E tali ci appaiono nell'attuale Universo freddo. Questa rottura spontanea di simmetria, come dicono i teorici, ha fatto sì che la massa del fotone sia zero, mentre la massa delle W e delle Z è grandissima sulla scala del mondo microscopico: dell'ordine dei 90 GeV, cioè pari a 90 volte l'energia necessaria per creare un protone».

E qui s'inserisce il Modello Standard...

«Esatto. Il Modello Standard risolve teoricamente il problema dicendo che questa rottura di simmetria è dovuta alla presenza in tutto lo spazio di un'entità diffusa, quella che i fisici chiamano «campo», e che in questo caso risponde al nome di «campo scalare». Qualcuno lo chiama anche «campo di Higgs», perché è stato proposto da Peter Higgs, un teorico dell'Università di Edimburgo. Ma, se c'è un campo scalare, ci devono essere anche delle particelle associate a questo campo, come ci insegna la meccanica

quantistica. E quindi dobbiamo trovare la cosiddetta particella di Higgs. Che però, fino ad ora, ci è sfuggita».

Il campo di Higgs, come si dice, dà la massa a tutte le altre particelle. La singolarità, insomma. Ma pensate di riuscire a trovare, con il LEP, le sue particelle?

«Non lo sappiamo ancora. L'obiettivo di noi fisici sperimentali non è soltanto quello di «scoprire» ma anche di «falsificare», come ci ha insegnato Popper. Vale a dire di escludere la possibilità di un certo evento, di un certo fenomeno. Quando costruivamo il LEP, pensavamo con questa macchina acceleratrice di riuscire a escludere che le particelle di Higgs avessero una massa inferiore ai 50 GeV. Oppure, se la natura fosse stata particolarmente benevola e la loro massa inferiore ai 50 GeV, di fare la scoperta del secolo. Ora, dopo tre anni, il LEP ci ha consentito di andare oltre quell'obiettivo, escludendo che le Higgs abbiano una massa inferiore ai 60 GeV. E nel giro dei prossimi mesi arriveremo a esplorare la regione dei 65 GeV. Vedremo quel che succederà...».

Intanto, però, si cerca di unificare la forza elettrodebole con la forza nucleare forte. E poi resterà ancora il passo, estremo, quello che «dovrà» inglobare anche la gravità...

«È un problema che ci poniamo da tempo. Come riuscire a inserire nello schema dell'unificazione delle forze anche la forza gravitazionale? Secondo molti teorici questo si potrà fare soltanto immaginando che alle enormi energie a cui questa unificazione deve avvenire le particelle non ci apparivano più come dei punti, bensì come dei minuscoli anelli».

li vibranti. È la teoria delle «corde», o delle «stringhe», come si dice con pessimo anglicismo. Una teoria complicata, lontana dall'essere univoca».

Molti fisici la chiamano la Teoria del Tutto, con una buona dose di supponenza. Ma l'unificazione delle forze non prevede anche il decadimento del protone in particelle di massa inferiore? E come mai questo fenomeno non è stato ancora osservato?

«Il decadimento del protone è richiesto dalla teoria che vuole unificare la forza elettrodebole con la forza forte. Però dalle nostre misure con il LEP risulta che questa unificazione si deve verificare a un'energia che è circa dieci volte maggiore di quanto si pensasse: 10 elevato alla 16 GeV, anziché 10 elevato alla 15. E quindi la vita media del protone non è più di 10 elevato alla 32 anni, bensì di circa 10 elevato alla 34 anni. Con gli apparati attuali, individuare il decadimento del protone sembra al di là della nostra portata. Ma qualcuno ci prova ugualmente...».

Anche questa scala di tempi è fuori della nostra portata, infinitamente più estesa della stessa vita dell'Universo... Torniamo al Modello Standard, professor Amaldi. E dunque fuori luogo parlare di crisi, per questa teoria?

«Ah sì, assolutamente sì. Semmai si può parlare di crisi di maturità, dal momento che Salam, Weinberg e Glashow cominciarono a elaborare il Modello Standard intorno al 1965...».

Ma perché consideriamo ancora valido il Modello Standard?

«Perché esso ci dice che tutte le forze della natura possono essere determinate conoscendo tre numeri: la costante elettromagnetica, la costante di Fermi e la massa delle particelle Z. Da ciò — sapendo quali sono i componenti della materia, cioè elettroni, neutrini, quark — si ricavano tutte le forze fondamentali. Io non sono un riduzionista, tutt'altro. Ma questa pare davvero la struttura su cui si regge il mondo».

FISICA / RICERCHE

Non è così facile unire le forze

In perfetta e singolare contemporaneità, due meeting internazionali hanno passato al setaccio qualche settimana fa il Modello Standard della fisica: il modello di forze e particelle che dà un senso al caos dell'Universo e che è legato ai nomi di Steven Weinberg, Abdus Salam e Sheldon Glashow, premiati col Nobel per la fisica nel 1979. A La Thuile, in Val d'Aosta, nella settima edizione degli annuali «Rencontres de Physique», il Modello Standard è parso in affanno, logorato dagli anni e dagli enigmi irrisolti. A Trieste, al Centro internazionale di fisica teorica, la diagnosi è stata migliore: il Modello Standard resta un punto di riferimento tuttora valido. Ma in entrambi i casi ci si è chiesti se i nuovi mega-acceleratori ci aiuteranno a superare l'impasse in cui da qualche anno annaspa la fisica delle particelle.

Le nucleari forti e deboli, le gravitazionali e le elettromagnetiche: prima del Big Bang devono essere state una cosa sola. Ancora oggi si tenta di ricostruire questa simmetria originaria, che già «tormentava» Einstein. Ogni tanto, nella feroce gara al primato, si grida vittoria: ma sempre troppo presto.

interazioni elettromagnetiche, che entrano in gioco tra particelle cariche e che trattengono gli elettroni attorno al nucleo per formare gli atomi; le interazioni nucleari deboli, responsabili del decadimento beta, cioè della disintegrazione degli atomi radioattivi; e le interazioni gravitazionali, grazie alle quali noi restiamo con i piedi sul pavimento e la Terra ruota attorno al Sole invece di andarsene in giro per conto proprio. Alla nascita dell'Universo, all'origine del Tempo e dello Spazio, le quattro forze devono essere state una forza sola. E oggi i fisici tentano di ricostruire la simmetria primigenia spezzata dal Big Bang, di unificare queste forze risalendo alla temperatura e alle densità inimmaginabili di 15 o 20 miliardi di anni fa. Weinberg, Salam e Glashow hanno scongiurato le forze elettromagnetiche con le forze deboli. Ma i passi successivi sembrano ancora lontani. Viene alla mente il tormento intellettuale di Einstein, che a Princeton, nel 1950, mentre cercava la strada matematica per unificare la forza elettromagneti-

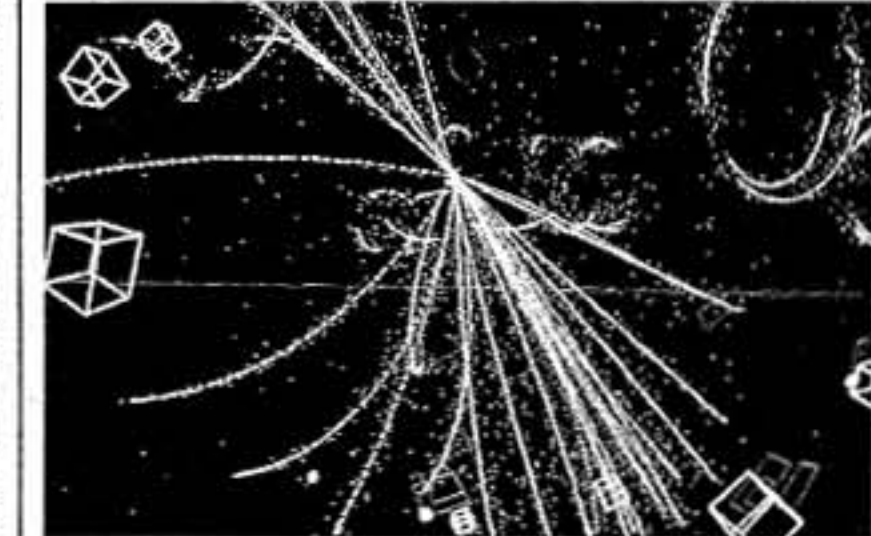
ca e gravitazionale, scriveva a un amico: «Sto lottando con gli stessi problemi di dieci anni fa. Ottengo buoni risultati nelle piccole cose, ma la vera meta resta irraggiungibile, anche se a volte pare vicinissima. È un'impresa ardua ma gratificante: ardua perché la meta è al di là delle mie capacità, gratificante perché mi distoglie dalle preoccupazioni della vita quotidiana». L'unificazione delle forze fondamentali della natura resta una specie di Santo Graal per i fisici teorici e sperimentali sulle due sponde dell'Atlantico, ricercatori che lavorano con carta e matita o che sparano negli acceleratori fasci di particelle a velocità vicina a quella della luce. Una sfida che non esclude i colpi bassi per battere sul tempo i rivali. Nell'84, alla vigilia del Nobel, Carlo Rubbia annunciava trionfante di aver messo nella rete, con il superprotosincrotrone del Cern, il fantomatico quark top, il sesto quark previsto dalle leggi di simmetria che paiono governare il microcosmo. Ma aveva cantato vittoria troppo presto. E troppa fretta hanno avuto pure gli americani del

Fermilab di Chicago, lo scorso novembre: i quattro eventi registrati nell'anello del Tevatron pare siano stati un abbaglio, il tam-tam del media è risultato prematuro.

Ma siamo poi sicuri che le forze fondamentali della natura siano davvero quattro e non di più? Nel 1986, su «Physical Review Letters», un articolo di Ephraim Fischbach e collaboratori sosteneva l'esistenza di una quinta forza. Una forza debolissima, celata fino ad ora nelle pieghe della gravità. I fisici americani della Purdue University fondavano la loro ipotesi su alcune anomalie riscontrabili in un famoso esperimento condotto nel 1889 con una bilancia di torsione dal barone ungherese Roland von Eotvos. L'esperimento mirava a verificare eventuali differenze tra massa inerziale e massa gravitazionale. Il barone disse di non averle trovate. I ricercatori americani sostenevano che egli aveva avuto torto. Esiste dunque una nuova forza, che opera in modo repulsivo a cortissime distanze?

Due anni fa, su «Nature», Fischbach e soci smentivano però sé stessi: «I nuovi esperimenti non hanno mostrato alcuna chiara evidenza che esista in natura una quinta forza». Tutto come prima, allora? No. Perché se la «quinta» non esiste allora andrebbe rivista buona parte del Modello Standard. Parola di Fischbach. Ma pochi gli credono.

FISICA / PROGETTI
Macchine mostruose in arrivo
Negli Usa un «anello» da 11 miliardi di dollari



Guerra di acceleratori tra Europa e America. Al Cern di Ginevra, all'interno dello stesso tunnel sotterraneo di 27 chilometri del LEP in cui oggi si scontrano elettroni e positroni, sta per cominciare il montaggio di LHC, il Large Hadron Collider: se il progetto verrà approvato nel '94, il LEP potrà passare il testimone al suo successore all'inizio degli anni 2000. Neppure gli urti fra protoni che avverranno dentro LHC consentiranno di «vedere» le agognate particelle di Higgs. Ma LHC potrebbe mettere in evidenza quelle particelle supersimmetriche (squarks, gluini...) già previste dalla teoria e che unificherebbero interazioni elettrodeboli e interazioni forti.

La risposta americana a LHC sarà il mostruoso SSC, il Superconducting Super Collider in cui si scontreranno protoni e antiprotoni. Dovrebbe trovar posto in un anello sotterraneo di 87 chilometri di circonferenze, il cui

scavo è già cominciato nel deserto texano. Il condizionale è d'obbligo, anche se i fisici sembrano aver convinto l'amministrazione Clinton a finanziare il faraonico progetto. Se col prossimo anno fiscale arriveranno i previsti 600 milioni di dollari, allora SSC resta in corsa. Ma non potrà essere pronto prima del 2003. E costerà 11 miliardi di dollari, 17 mila miliardi di lire. L'estremo esempio di Big Science, almeno in questo secolo. Ma servirà davvero?

«We need the Super Collider», abbiamo bisogno del Super Collider, scriveva recentemente Steven Weinberg in un appassionato articolo sul «New York Times». «Chi nega l'importanza di queste ricerche mi sembra girare la schiena a uno degli sforzi più nobili della nostra specie. Se con SSC scopriremo la Teoria finale, questo segnerà un punto di rottura nella storia intellettuale dell'uomo».

Fabio Pagan