

I problemi sperimentali (21/03/07)

In due salotti precedenti, abbiamo introdotto un po' gli argomenti che conducono i fisici a sospettare che il Modello Standard, elaborato tra la fine degli anni '60 e l'inizio dei '90 del XX secolo, possa non contenere tutta la verità. Essenzialmente, ci siamo basati su punti di vista teorici: da un lato l'impossibilità di conciliare Relatività Generale e Meccanica Quantistica, poiché queste due teorie si basano su visioni completamente diverse dello spazio, del tempo e della "realtà". Abbiamo poi dedicato un salotto alla Costatazione Antropica che, apparentemente, richiede uno sforzo di adattamento del Modello Standard, poiché ci sono 18 valori numerici del Modello che debbono essere "aggiustati a mano", altrimenti il Modello non descrive il nostro universo. Ciò non è considerato soddisfacente, poiché la storia della fisica insegna che, in circostanze simili, lo sviluppo successivo della scienza si è sempre trovato di fronte a unificazioni tra le leggi di natura, che sono riuscite a spiegare più fatti sperimentali con un numero minore di ipotesi e di parametri. Su basi puramente teoriche, dunque, ci siamo chiesti: "È possibile quantizzare la Relatività Generale? O, alternativamente, è possibile curvare lo spaziotempo della Meccanica Quantistica?" E abbiamo cominciato, sia pur lontanamente, a delineare due scenari alternativi, il primo che conduce verso la Gravità Quantistica, l'altro verso la Teoria delle Superstringhe.

Ma la fisica non può essere solo teorica: è necessario che ci siano risultati sperimentali di qualche genere, che suggeriscano la non adeguatezza dei modelli che stiamo utilizzando. Solo una volta si è verificato qualcosa di diverso: quando Einstein, in un decennio, basandosi esclusivamente su una nozione astratta di simmetria e geometria, elaborò all'interno della sua mente la Relatività Generale, e la diede alle stampe. Infatti, a quell'epoca, nulla richiedeva una modifica della gravitazione newtoniana, e perfino la modestissima precessione del perielio dell'orbita di Mercurio, che era l'unico dato sperimentale che non s'inquadrasse esattamente nel modello dell'epoca, poteva essere spiegata da una leggera ellitticità degli strati più interni del Sole. Dunque, non c'erano problemi sperimentali, e solo tre anni dopo la pubblicazione della Relatività Generale fu possibile dimostrare sperimentalmente che le posizioni di stelle fotografate durante un'eclissi in prossimità del disco solare, erano leggermente spostate rispetto alle posizioni normali, di una quantità che poteva andar d'accordo con le previsioni della Relatività Generale. La rianalisi moderna di quelle stesse lastre mostra che, in realtà, potevano andare d'accordo con tutto e col contrario di tutto. Sta di fatto che questo successo clamoroso convinse i fisici che si poteva tentare lo "svolazzo laterale" senza dati sperimentali e, purtroppo, senza essere Einstein.

Dunque, è ragionevole che ci domandiamo: "Un momento: è vero che il Modello Standard non può prevedere correttamente quel che succede al centro di un buco nero, o nel primo decimiliardesimo di secondo dopo il Big Bang, ma esistono fenomeni fisici osservati che non siano compatibili col Modello Standard? Siamo sicuri che sia ora di cercare qualcosa di più avanzato?"

La risposta è, come sempre, "nì". Partiamo, infatti, da una considerazione importante. Già sappiamo che il Modello Standard è più completo di quanto le osservazioni consentano di sperimentare. Il bosone di Higgs è parte integrante del Modello Standard, eppure non è stato ancora visto. Infatti, questa fantomatica particella di cui si aspetta la rivelazione sperimentale da un momento all'altro (il Tevatron, a Chicago, ha l'energia necessaria per individuarlo, e i fisici americani ci stanno lavorando 25 ore su 24 per trovarlo prima che LHC sia alla massima potenza, verso la fine del 2008, perché, in ogni caso, LHC lo troverà), è alla base del Modello Standard, e forse è opportuno ricordare perché, sebbene il **18/5/2005** abbiamo dedicato un intero salotto al tema: **Higgs e Mazzitelli**. Ripeto l'argomento utilizzando un trafiletto di due anni fa.

L'idea di Higgs s'illustra per mezzo di un'analogia che viene spesso usata (con le modifiche del caso) nella divulgazione. Supponiamo che all'inaugurazione di un congresso di fisici abbia luogo un *party* con un *buffet* faraonico. La stanza è già piena di gente quando entra Einstein. Da lontano, egli adocchia un *pan brioche* dall'aspetto molto interessante e comincia a dirigersi in quella direzione. Ma appena i colleghi lo vedono, si precipitano attorno a lui e cominciano a porgli domande. «Albert, che ne pensi delle superstringhe? E mi firmi una petizione a favore dei DICO?», oppure: «ma non eri

morto cinquant'anni fa?», e ancora: «è vero che sei stato uno degli amanti di Rosy Bindi?» e così via. Sta di fatto che il movimento di Einstein verso il *pan brioche* incontra una notevole resistenza, e la sua velocità è alquanto inferiore a quella che avrebbe potuto tenere se gli altri fisici non gli avessero fatto capannello attorno. Ora, entra nel salone anche Mazzitelli. Poiché nessuno se lo fila, egli si dirige a tutta velocità verso il *pan brioche* e lo divora. Ebbene: il campo di Higgs è come la folla che si accalca attorno alle celebrità, che quindi sono costrette a tenere una velocità tanto minore (ovvero “sviluppano” una massa tanto maggiore) quanto più sono celebri. Il fotone, invece, è come Mazzitelli, che non interagisce con la folla e non ne è rallentato. Questo è il modo in cui il campo di Higgs fornisce massa alle particelle che con esso interagiscono, mentre quelle che non c'interagiscono restano senza massa.

Ma resta la domanda: supponiamo che il bosone di Higgs sia stato trovato (lo sarà comunque a breve): ci sono indicazioni sperimentali non spiegabili dal Modello Standard? Nì.

Il momento magnetico del muone. Abbiamo imparato che il muone è un “elettrone pesante”, ovvero l'omologo dell'elettrone nella seconda famiglia di particelle elementari. Ha le stesse proprietà dell'elettrone, ma una massa circa 600 volte maggiore. Quando abbiamo parlato delle particelle virtuali, abbiamo visto come esse contribuiscano al momento magnetico dell'elettrone, e che i risultati teorico e sperimentale sono gli stessi, con dodici cifre decimali di precisione. Adesso ripetiamo lo stesso gioco col muone. È più difficile, perché il muone vive solo un milionesimo di secondo, ma si riesce a misurare il suo momento magnetico con molta precisione. Il risultato è pari a: 1.16952080 in termini di quello elettronico. Vediamo quello calcolato in base al Modello Standard: 1.16951841. C'è una differenza di 2.39×10^{-9} . Si tratta di una differenza significativa? La statistica afferma che la probabilità che ci siano ancora errori di misura è del 7%; vuol dire che, al 93%, ci crediamo.

Quale potrebbe essere l'origine di questa differenza? Sempre nel conto delle particelle virtuali. Il muone, essendo molto più massiccio dell'elettrone, è sensibile a particelle virtuali di massa molto più alta di quelle che possono influenzare l'elettrone. Ma, siccome nel calcolo teorico abbiamo messo tutte le particelle conosciute, vuol dire che ce ne devono essere altre, non comprese nel Modello Standard. Per ora, non diciamo altro su questo argomento.

Esiste un mesone di grande massa, chiamato B_s . Per generarlo, occorrono acceleratori dedicati, perché debbono lavorare esattamente all'energia giusta. A Batavia, nell'Illinois, c'è la più potente “fabbrica di B”. Circa un anno fa, è stato scoperto che questo mesone oscilla tra sé stesso e la propria antiparticella circa 20 volte ogni picosecondo (trilionesimo di secondo). Il Modello Standard prevede un'oscillazione molto più lenta. La certezza della misura è ancora al 90%. Anche qui, la responsabilità dovrebbe essere di particelle virtuali di massa maggiore di quelle previste dal Modello Standard.

Sappiamo che i fotoni non interagiscono tra loro. Inviando due fasci laser di alta potenza ad angolo retto, nella zona d'incontro non deve succedere nulla. Ma sono stati osservati (sempre con certezza non superiore al 90%) pochissimi fotoni che sembrano deviati. Anche qui, dovrebbe trattarsi di una particella virtuale non tra quelle conosciute, che interagisce con un fotone nel campo elettrico di un altro, diventa reale per un istante, poi decade nuovamente in un fotone, ma in direzione diversa.

E ci sono tutta una serie di altri indizi sperimentali, oltre a tutti quelli teorici (il Modello Standard non spiega l'asimmetria tra materia e antimateria, ecc.). Il lavoro dei fisici è cercare conferme definitive a queste violazioni del Modello Standard, nel contesto della Supersimmetria (SUSY) che dovrebbe rappresentare la prima estensione del Modello oltre i suoi limiti. Di sicuro, LHC fornirà informazioni importanti.