

## 01/03/2013 – I fili pendenti: il Modello Standard 1

A Luglio dello scorso anno il CERN annunciò la scoperta *definitiva* del Bosone di Higgs. Per la verità, la dicitura ufficiale fu: “*una particella avente le caratteristiche che ci si aspettano dal Bosone di Higgs*”. Perché tante cautele? Il motivo c'è, ed è importante.

In primo luogo, possiamo stare tranquilli per quanto riguarda la scoperta di un oggetto di massa 125 GeV circa, che quest'oggetto sia un bosone (spin intero) e che sia proprio lui a fornire la massa alle varie particelle del **MS**. In tal senso, è sicuramente *un* Bosone di Higgs, e completa lo zoo di particelle del **MS**. Però...

Però, la sua scoperta non risolve nessuno dei problemi tradizionali del **MS**. Lo completa, per l'appunto, ma non lascia intravedere nulla che vada oltre. Cerco di spiegarvi meglio.

Sappiamo tutti che Higgs ha i capelli bianchi, mentre quando ipotizzò il bosone era un giovanotto. Nei quarant'anni trascorsi da allora a oggi, moltissima gente ha cercato di risolvere i problemi ancora aperti nel **MS**, e una delle ipotesi che circolavano nell'ambiente fino a pochi mesi fa, forse l'ipotesi che tutti, o quasi, ritenevano fosse la strada maestra, per procedere oltre il muro di quasi stagnazione nella fisica di base che si prolunga da un trentennio e più, richiedeva qualcosa di diverso. Per la precisione, occorre ben *cinque* Bosoni di Higgs, dalle caratteristiche un po' diverse rispetto a quello puramente standard. Parleremo più avanti di questa ipotesi; per ora diremo solo che un'analisi molto accurata delle varie modalità di disintegrazione del Bosone di Higgs avrebbe potuto fornire risultati interessanti.

Un esempio: lo spin. Mentre non ci sono dubbi che lo spin sia un numero intero, e che non sia **1** come per il fotone, prima di riuscire a decidere se è **0** (come previsto dal **MS**), oppure **2**, occorre contare in dettaglio quante volte il Bosone decade in un certo modo, quante in un altro e così via. Negli ultimi mesi, sono cominciati ad apparire sulle riviste di fisica articoli che già nel titolo esprimono rammarico, perché le caratteristiche di questa particella, via via che si precisano sempre meglio, sembrano essere proprio quelle del *solito, noioso* Bosone di Higgs di spin **0**.

Questo discorso è solo un preludio ai fili pendenti del **MS**. Sono tanti, e neanche è detto che li abbiamo scovati tutti; il principale in assoluto, è che tratta solo tre delle quattro interazioni, ma di questo neanche parleremo. Al momento, lo accettiamo e lasciamo a un futuro remoto la soluzione (eventuale) del problema. Sofferamoci sui fili più lunghi, quelli sui quali si rischia di inciampare in continuazione. Il primo – e il fondamentale – è quello che valse il Nobel a Feynman, e che lui stesso ammetteva, quasi quarant'anni dopo, essere stato il suo principale fallimento (e non solo suo). Mi riferisco, ovviamente, alla *rinormalizzazione*.

Tutte le interazioni trattate dal **MS**, si possono esprimere matematicamente grazie a uno schema individuato da Yang e Mills, per il quale essi ottennero il Nobel nel 1957. Concettualmente, il gioco è molto semplice, almeno all'inizio, perché poi si complica in maniera inesorabile, e non cercherò di spiegarlo in questa sede. Dirò solo che, in un modo molto nascosto, che si chiarirà pian piano col tempo, esso contiene “*built in*” il principio di causalità e, anzi, si potrebbe ricavare da quest'ultimo. Inoltre – e questo è un altro dei

motivi per cui è così popolare tra i fisici – riesce addirittura a *prevedere* quanti bosoni esistono per ogni interazione.

Purtroppo, proprio il modello di Yang e Mills è il responsabile dei problemi che s’incontrano quando si calcola l’interazione di una particella con se stessa. È da lì che vengono fuori gli infiniti negativi e positivi, che impediscono il calcolo. E noi già sappiamo quale fu la scappatoia di Feynman: ignoriamo questa *divergenza* matematica, e mettiamo i valori sperimentali al posto della somma che non è possibile ottenere. Con questo trucco – per l’appunto la cosiddetta *rinormalizzazione* – tutto funziona, certo, ma nessuno è mai riuscito a dimostrare matematicamente che ciò sia lecito, e con ogni probabilità nessuno lo dimostrerà mai, perché *non è lecito*.

Senza ancora affrontare i problemi della *Supersimmetria*, perché prima bisogna continuare a elencare i fili pendenti, limitiamoci a constatare che una *scappatoia* matematicamente lecita esiste, ma questa richiederebbe l’esistenza di almeno venticinque o trenta particelle mai osservate, *doppioni* di quelle del **MS**, tali per cui le somme che divergono quando si usa il modello di Yang e Mills potrebbero essere portate a convergere. Proprio in questa nuova, ipotetica estensione del **MS**, non esisterebbe un solo Bosone di Higgs, ma ce ne sarebbero cinque, e quello osservato sarebbe solo il primo della serie. In tal caso, però, dovrebbe avere caratteristiche un po’ diverse da quelle scoperte.

Da quanto ho appena scritto, si potrebbe incolpare il modello di Yang – Mills per essere stato una strada troppo facile, sulla quale i fisici si sono buttati immediatamente. Forse, ripartendo da zero, si potrebbero trovare modelli matematici alternativi, che non conducano a sbattere contro il muro della rinormalizzazione. Non che l’idea non sia venuta in mente a nessuno: il problema è che, come abbiamo detto poco fa, il modello di Yang e Mills contiene in sé la *causalità*. L’impressione è che, se non vogliamo rinunciare alla causalità, qualunque altro modello matematico finirebbe per sbattere contro lo stesso muro. Ci dev’essere sotto qualche trucco di Madre natura, che ancora non riusciamo a individuare neanche alla lontana. Ma questo tipo di ragionamenti li lasciamo ai fisico – matematici, e seguiamo con i fili pendenti.

Forse, qualcuno avrà sentito parlare del *Problema della gerarchia*. Si può esprimere in un sacco di modi, apparentemente del tutto diversi e non correlati fra loro, ma la sostanza è quella che segue. In primo luogo, constatiamo che le costanti di natura ci mettono di fronte alla “massa di Planck” che, intuitivamente, dovrebbe essere l’unità di misura più ovvia per quella delle particelle elementari. Invece, la più *pesante* delle particelle, il quark Top, *pesa* circa  $10^{-15}$  volte meno. Lo stesso quark Top, a sua volta, *pesa* 350.000 volte più dell’elettrone, ed è  $10^{10}$  volte più massiccio del neutrino elettronico. Perché questa *gerarchia* di masse?

Se volete, è un problema che possiamo girare immediatamente sul Bosone di Higgs. Per quale motivo la sua massa, che è poco più piccola di quella del quark Top, è così microscopica rispetto alla massa di Planck? E per quale motivo le varie particelle elementari (e i bosoni) del **MS** interagiscono ciascuno in modo diverso col Bosone di Higgs – poiché è la loro interazione con quest’ultimo che determina la loro massa – fornendo uno spettro di masse di dieci ordini di grandezza? Chi lo sa!