

Ottavio Serra
Scoperto il bosone di Higgs?

E' detto "particella di Dio", ma non è pane per denti teologici.

Al grande pubblico in generale, ma anche a una parte di quello di media cultura scientifica, per avvicinarlo a temi scientifici, verso i quali di solito manifesta reazioni di rigetto, occorre fornire slogan, parole chiavi, titoli che solletichino la sua curiosità o tocchino le sue convinzioni più profonde. E' quello che si è verificato per argomenti come la cosmologia. Penso al fortunato libro di George Gamow, scritto negli anni '50 del secolo appena trascorso, il cui titolo: "*La creazione dell'universo*", suscitò molti equivoci e costrinse l'autore a scrivere, nella prefazione alla seconda edizione, che la parola "*creazione*" non andava intesa in senso mitologico o religioso, ma soltanto come istante di tempo ottenuto, forse in modo troppo semplicistico, riavvolgendo all'indietro il film della recessione delle galassie, scoperta nel 1929 dall'astronomo americano Edwin Hubble e che va sotto il nome di *espansione dell'universo*. E' quello che sta succedendo in questi giorni con l'annuncio fatto al Cern il 13 dicembre 2011 che forse è stato scoperto il bosone di Higgs. Del bosone di Higgs, come degli altri bosoni (perché: ce ne sono altri?), per non parlare dei fermioni, al grande pubblico non importerebbe alcunché, se non fosse stato per il premio Nobel Leon Lederman che, in un suo libro divulgativo edito in Italia nel 1995 da Mondadori dal titolo: "*La particella di Dio*", ha indicato con questo nome il bosone di Higgs: *l'anello mancante* alla nostra comprensione del modello standard della fisica. All'LHC, date le enormi energie che l'acceleratore può raggiungere, si stanno facendo molte, alcune clamorose, scoperte. E' del 23 settembre 2011 la notizia, questa sì inaspettata, che forse sono stati trovati neutrini più veloci della luce, argomento su cui ho tenuto una lezione agli studenti dell'ultimo anno del Liceo Scientifico Scorza di Cosenza lo scorso 17 dicembre 2011. La notizia ha messo a rumore la comunità scientifica internazionale, nonché il mondo degli appassionati di fisica, perché, se confermata, intaccherà i fondamenti dell'elettromagnetismo di Maxwell e di conseguenza coinvolgerà la teoria della Relatività di Einstein. Ma tant'è, *neutrino* è parola neutra e il grande pubblico non ne è stato toccato, se non per qualche disavventura ministeriale. Anche la scoperta del bosone di Higgs è di estrema importanza per la fisica, ma il suo soprannome ha incuriosito i mass media e il grande pubblico.

Ma che cos'è il bosone di Higgs? Peter Higgs, nato a Newcastle il 1929, è un fisico britannico. Dopo aver detenuto la cattedra di fisica teorica all'Università di Edimburgo, dal 1996 è professore emerito ed è membro della Royal Society. È principalmente noto per la proposta avanzata nel 1964 del così detto "meccanismo di Higgs" che, all'interno della teoria elettrodebole, mira a spiegare l'origine della massa delle particelle elementari in generale, e dei bosoni W e Z in particolare (quelli scoperti da Carlo Rubbia, per intenderci). Il meccanismo di Higgs predice l'esistenza di una nuova particella subatomica, denominata bosone di Higgs.

La fisica quantistica ci insegna che ogni campo di forza è generato da sorgenti che sono particelle aventi "spin" semintero in termini della costante ridotta di Plank $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ (lo spin è l'analogo quantistico del momento di rotazione di una trottola). Particelle di spin semintero sono dette fermioni, in onore di Enrico Fermi e obbediscono al principio di esclusione di Pauli. Il campo di forza è mediato, "trasportato" da un fermione all'altro, dai quanti del campo, particelle di spin intero, che perciò non obbediscono al principio di Pauli e sono dette bosoni, in onore del fisico indiano Bose. Fermioni e bosoni obbediscono a statistiche diverse, cioè quando sono in gran numero hanno un comportamento collettivo diverso, i fermioni obbediscono alla cosiddetta statistica di Fermi-Dirac, i bosoni alla statistica di Bose-Einstein. Delle quattro forze della natura, gravitazionale, elettromagnetica, nucleare debole e nucleare forte, la gravitazionale, che, tra parentesi, è la più debole delle quattro ma per la sua natura cumulativa domina l'evoluzione dell'universo, è attualmente descritta molto bene dalla Relatività Generale di Einstein, però a tutt'oggi non ha una formulazione quantistica; si ritiene che il quanto del suo campo, detto "*gravitone*", debba avere spin 2 e massa zero (la gravità, come il campo elettromagnetico, è un campo a raggio d'azione infinito), ma per ora non si ha nes-

suna evidenza sperimentale della sua esistenza. Delle altre tre forze, quella meglio conosciuta è l'elettromagnetica; il suo quanto è il fotone (quanto di luce), di spin 1 e massa zero. La sua sistemazione teorica è rappresentata dall'elettrodinamica quantistica (QED) ed è essenzialmente opera dei premi Nobel Richard Feynman, Julian Schwinger e Itiro Tomonaga. Le previsioni teoriche della QED sono state verificate con una precisione che non ha uguale nella fisica (lo scarto con i risultati sperimentali è inferiore a una parte su mille miliardi). La forza elettromagnetica verso il 1970 fu unificata con la forza nucleare debole (quella responsabile della radioattività) dai fisici Steven Weinberg, Sheldon Glashow e Abdus Salam nella teoria elettrodebole i cui quanti sono i bosoni W^+ , W^- e Z^0 detti da Zichichi *luce pesante*, perché a differenza dei fotoni, hanno una massa (e anche bella grande).

Come si vede, le quattro forze fondamentali della natura sono ora tre e si spera che fra non molto si riducano a due, se, tramite il bosone di Higgs, si riuscirà a unificare forza elettrodebole e forza nucleare forte. Quest'ultima è la forza che tiene insieme i nucleoni (protoni e neutroni) nei nuclei e, a livello più fondamentale, i "quark" nei nucleoni. Attualmente i quanti del campo nucleare forte, detti *gluoni* (dall'inglese *glue*: colla, ma anche dal verbo greco *glùcomai*: essere incollato), non sono imparentati con i quanti del campo elettrodebole. I gluoni hanno spin 1, massa presunta zero e *carica di colore*, come i quark; quest'ultimo tipo di carica fa sì che la teoria dell'interazione forte, la *Cromodinamica Quantistica* (QCD), sia molto più complessa della QED.

Nel modello standard, che studia i fermioni e i bosoni delle interazioni elettrodebole e nucleare forte, le particelle dovrebbero avere tutte massa zero, mentre sperimentalmente si trovano particelle sia di massa zero che diversa da zero. Il campo di Higgs, tramite il suo quanto, il bosone di Higgs, dovrebbe fornire massa alle altre particelle.

Dal 1964 al 2011 il bosone di Higgs ha eluso la caccia dei fisici. Il grande acceleratore del Cern, il Large Hadron Collider (LHC) fu costruito soprattutto, ma non solo, per scoprire questo bosone che, secondo la teoria, dovrebbe avere una massa estremamente grande e si sperava che LHC, con la sua energia di picco di 14 mila miliardi di elettron Volt (14 TeV) ce l'avrebbe fatta. L'annuncio fatto il 12 dicembre scorso dal direttore del Cern, il tedesco Rolf Heuer, che il giorno dopo i responsabili degli esperimenti CMS e ATLAS avrebbero reso nota la scoperta del bosone di Higgs, ha suscitato grande entusiasmo. È motivo di orgoglio per l'Italia che i responsabili dei due esperimenti siano due nostri connazionali: Fabiola Gianotti e Guido Tonelli rispettivamente. Però Rolf Heuer mette le mani avanti: non ci sono dati definitivi che provano l'esistenza o la non esistenza del bosone. Tuttavia le indiscrezioni dicono che siamo abbastanza vicini all'annuncio clamoroso, per quanto atteso. I due esperimenti, indipendenti, rivelano forti indizi che il bosone di Higgs esista, nella finestra di energia prevista: tra 114 e 141 GeV e quindi con una massa pari a circa 120 volte la massa del protone. Secondo alcuni fisici, però, tale massa è troppo piccola per essere quella del vero bosone di Higgs; si tratta di attendere nei prossimi mesi nuove misure.

Come detto, il campo di Higgs (e il suo quanto: il bosone di Higgs) è stato introdotto per spiegare come mai le particelle abbiano massa, come risulta sperimentalmente; ad alta energia tutte le particelle dovrebbero avere massa zero; la massa nascerebbe quando l'energia dell'universo, diminuendo a partire dal valore dell'energia di Plank subito dopo il *Big Bang*, scende a un valore abbastanza piccolo da subire la cosiddetta *Rottura spontanea della simmetria*. A bassa energia la forza nucleare debole si separa da quella elettromagnetica e i suoi quanti acquistano massa.

Capire come avvenga la rottura della simmetria non è facile; può servire la seguente similitudine creata dal fisico italiano Tullio Regge: Si immagina una scodella circolare allargata verso l'alto, il cui fondo non sia piatto, ma con un rialzo centrale circondato da un solco il cui bordo esterno poggi su un tavolo orizzontale. Delle palline lanciate internamente alla scodella con velocità sufficientemente alta (energia elevata) ruotano premute dalla forza centrifuga contro la superficie interna della scodella. Esse presentano simmetria circolare. Quando l'energia diminuisce, le palline cadono verso il basso e si vanno a fermare nel solco del fondo in punti diversi e non presentano più simmetria circolare: la simmetria circolare si è rotta spontaneamente. Nella similitudine la scodella è l'universo, il campo di gravità che rompe la simmetria è il campo di Higgs.