

FISICAST

per
SxT

Bosone di Higgs

di
Giovanni Organtini



Il Bosone di Higgs

Giovanni Organtini

Abstract:

Il 4 luglio 2012 il CERN ha annunciato la scoperta di una nuova particella, che verosimilmente è il bosone di Higgs. Ma cos'è un bosone di Higgs? Ce lo spiega Giovanni Organtini, Professore del Dipartimento di Fisica dell'Università "La Sapienza" di Roma.

INIZIO

Il 4 luglio 2012 il CERN ha annunciato la scoperta di una nuova particella, che verosimilmente è il bosone di Higgs. Ma cos'è un bosone di Higgs? Ce lo spiega Giovanni Organtini, Professore del Dipartimento di Fisica dell'Università "La Sapienza" di Roma.

A: Il bosone di Higgs è una particella elementare che il fisico teorico Peter Higgs introdusse quasi cinquant'anni fa, per spiegare l'origine della massa delle particelle.

Q: Perché tutta questa eccitazione per questa scoperta?

A: Perché senza questa particella il modello, cioè l'idea matematica che ci eravamo fatti di come funzionano tutti i fenomeni non funzionava. Era monco. In particolare il fatto evidente che le particelle hanno una massa, cioè pesano, richiedeva l'esistenza di questa particella. Ed erano quasi cinquant'anni che generazioni di fisici costruivano esperimenti per cercarla.

Q: Beh, valutando la sua età lei è nato che già si stava dando la caccia al Bosone di Higgs.

A: Esatto, la nostra generazione e le successive hanno cominciato la carriera studiando a livello teorico che questa particella esisteva senza mai vederla. Scientificamente, osservare qualcosa che si è predetto è un raro privilegio, figurarsi dopo una ricerca così lunga!

Q: Ok, ma torniamo alla storia delle masse di cui tanto si sente parlare. Ha detto che il bosone di Higgs è una particella che spiega la massa di un'altra particella? In che senso? La massa non è semplicemente una proprietà delle particelle, come la carica elettrica?

A: No, non lo è. Per capire perché è necessario ricordare qualcosa a proposito del

concetto di energia.

Q: Va bene

A: Se sollevo un sasso dal suolo, e poi lo lascio cadere, questo comincia a muoversi verso il basso. I fisici dicono che il sasso, in moto, possiede energia cinetica (cioè legata al movimento). L'energia cinetica che il sasso può usare per muoversi gli viene dalla trasformazione di un'altra forma di energia: l'energia potenziale gravitazionale. Quando sollevo il sasso, questo acquista energia potenziale gravitazionale. Più lo sollevo e più energia accumula. Quando lo lascio andare il sasso può spendere l'energia così accumulata per muoversi: trasforma l'energia potenziale in energia cinetica, aumentando la propria velocità.

Q: L'energia dunque è una specie di "moneta" che i corpi possono usare per acquisire il moto?

A: Sì. E come nel caso della moneta, la cui quantità totale è fissata dalle banche centrali, la quantità complessiva di energia nell'Universo è costante. Se compro un etto di salame, pagando il negoziante diminuisco la quantità di moneta in mio possesso, ma aumenta quella nelle tasche del negoziante, in modo tale che la somma del mio denaro e di quello del negoziante sia la stessa di prima.

Q: Così nel caso dell'energia, cedendo energia potenziale il sasso acquista energia cinetica, ma la somma di queste resta costante...

A: Esatto. Ora però c'è un problema: secondo la teoria della relatività di Einstein ogni oggetto possiede una quantità di energia a riposo (cioè quando è fermo) pari alla sua massa moltiplicata per la velocità della luce al quadrato.

Q: La rinomata $E=mc^2$?

A: Proprio quella. Dunque, se voglio scrivere la quantità di energia complessiva di un corpo devo sommare all'energia potenziale, quella a riposo.

Q: E non si può?

A: Si può, ma se lo si fa non si spiegano altri fenomeni troppo complicati per essere affrontati in questa sede. In sostanza il problema è il seguente: come mai tutte le forme di energia che una particella può acquistare sono dovute all'interazione con un campo, mentre l'energia a riposo non lo è?

Q: Ci sono altre forme di energia?

A: Sì. L'energia potenziale gravitazionale di cui parlavamo sopra è dovuta al fatto che la terra esercita una forza (quella gravitazionale) sugli altri corpi. Diciamo che la Terra produce un campo di forze gravitazionali. Qualcosa di simile accade per le forze elettriche e magnetiche. Una carica elettrica produce un campo di forze, che agisce sulle altre cariche elettriche, facendo loro guadagnare energia. Le correnti elettriche generano i campi magnetici. Anche loro modificano l'energia delle particelle sensibili a questo tipo di campi. L'energia posseduta da una particella ferma è la somma delle energie derivanti dall'interazione con tutti i campi di forza presenti.

Q: Quindi Higgs riuscì a fare in modo che anche la massa si comportasse allo stesso modo?

A: Esatto, il ragionamento fu: supponiamo che anche l'energia a riposo dipenda dall'interazione con un campo, come l'energia potenziale gravitazionale, e quella elettromagnetica. Questo è il campo di Higgs. Si tratta, a tutti gli effetti, di un'altra forza, che quindi introduce un ulteriore contributo all'energia di una particella. Questo contributo è fisso: non dipende da dove si trova la particella, ma solo dalla sua natura. Questo significa che il campo di Higgs ha la stessa intensità in tutti i punti dell'Universo.

Q: Noi però abbiamo sentito parlare di un bosone di Higgs, che ci ha detto essere una particella e che ha a sua volta una certa massa, non di un campo di Higgs, che sembra essere una forza...

A: Al tempo. Vediamo di capire qual è il meccanismo attraverso il quale il campo di Higgs fornisce massa alle particelle. Prima di tutto però la interrogo: che cosa è la massa di un oggetto?

Q: Beh, ciò che si misura con una bilancia, direi...

A: Ok, non è proprio esatto, però suppongo sia ciò che direbbero gli ascoltatori ... Per aiutarvi mi faccia allora menzionare il secondo principio della dinamica, il quale dice che la forza da imporre a un corpo per accelerarlo è pari al prodotto tra l'accelerazione che intendo ottenere e la massa. A parità d'accelerazione, la forza da imporre a un corpo è tanto maggiore quanto più grande è la sua massa. Quindi, la massa è la caratteristica del corpo che mi dice quanto è difficile far muovere il corpo stesso. Maggiore la massa di un corpo, più difficile è muoverlo.

Q: Ok ci sto, per fortuna non sto facendo un esame con lei ...

A: Ora possiamo fare un esempio semplice di come il bosone di Higgs dia massa alle altre particelle. Supponiamo di trovarci al rinfresco di un'importante conferenza

internazionale. Il buffet è sistemato lungo la parete opposta a quella della porta d'ingresso e la sala è affollata di fisici. Dalla porta entro io e mi dirigo verso il buffet. Poiché non sono un fisico famoso, la mia presenza viene notata da pochi. Quei pochi mi si avvicinano per salutarmi, mi rallentano, ma non mi impediscono d'arrivare al buffet. Ci arrivo un po' più lentamente di quanto avrei fatto normalmente, diciamo che ho una massa piccola perché muovermi è relativamente facile. Poi entra Peter Higgs. A questo punto tutti lo riconoscono e vogliono salutarlo, fargli domande, chiedergli autografi... il povero Higgs non riesce a muoversi e a raggiungere il buffet, nonostante la fame lo spinga in quella direzione.

Q: Mi faccia capire: i fisici che sono già nella sala rappresentano il campo di Higgs, mentre lei e Peter Higgs siete due particelle...

A: ...di massa diversa. La mia massa è piccola, come quella dell'elettrone, perché il campo di Higgs si accoppia debolmente con me, cioè i presenti si interessano poco alla mia presenza. Peter Higgs, invece, rappresenta una particella più pesante, come il muone, il parente grasso dell'elettrone perché tutti vogliono avere a che fare con lui.

Q: È più pesante perché la sua interazione con il campo di Higgs è molto intensa e la stessa forza che guida lei verso il buffet fa muovere lui molto meno rapidamente...

A: Perfetto. Vedo che ha afferrato il concetto.

Q: E il bosone?

A: Il bosone è a sua volta una particella con massa ed è una manifestazione dello stesso campo di Higgs, che interagisce con sé stesso oltre che con le particelle.

Q: Come come?

A: Immagini, a questo punto, che si sparga la voce (infondata), che anche Albert Einstein è appena entrato in sala. Tutti i presenti si accalcano verso la porta e cercano di farsi strada verso il punto in cui credono si trovi il fisico. Non riescono a trovarlo, ma il gruppo, fatto da gente che si spinge a vicenda per conquistare l'attenzione dello scienziato (che non c'è), si muove come un solo oggetto lungo la sala.

Q: Ho capito! Il campo di Higgs, interagendo con sé stesso, acquista massa, e così anche lui si muove con una certa "viscosità" in questo mezzo riempito di campo di Higgs. In qualche modo il campo lo "trattiene". E questo fa acquisire una massa al campo che quindi si manifesta come se fosse una particella.

A: Ecco. Vedo che ha afferrato anche questo.

Q: Quindi, proviamo a riassumere...

A: L'Universo è permeato dal campo di Higgs, uguale a sé stesso in ogni punto. Le particelle che vi si trovano si muovono con più o meno difficoltà attraverso questo campo, che ne riduce la capacità di essere accelerate e dunque ne determina la massa. Siccome il campo di Higgs interagisce con sé stesso, anch'esso è in qualche modo "trattenuto" dal campo stesso e acquista una massa, diventando una particella.

Q: Grazie per la spiegazione. Ma perché ci sono voluti 50 anni per vederlo?

A: Perché nessuno sapeva quanto pesasse e perché solo oggi possediamo le tecnologie necessarie per costruire le macchine che ci consentono di raggiungere l'energia necessaria per produrre una particella così pesante. Oltre tutto il bosone di Higgs si nasconde molto bene, visto che la sua presenza, ai nostri strumenti, appare quasi identica alla presenza di altri fenomeni che accadono con frequenza molto maggiore rispetto alla produzione di bosoni di Higgs. Pensi che, per trovare un solo bosone di Higgs dobbiamo cercare in un pagliaio di alcune decine di miliardi di eventi molto simili!

Allora avrete molto da fare, perciò direi che possiamo finire qui quest'intervista e non mi resta che augurarvi buon lavoro!

A: Grazie.

FINE