

GUIDO TONELLI

DOCENTE FISICA GENERALE UNIVERSITÀ DI PISA

IL BOSONE DI HIGGS NON È UNA PARTICELLA COME LE ALTRE, È LA PIETRA ANGOLARE CHE SORREGGE L'INTERO EDIFICIO DEL MODELLO STANDARD DELLE INTERAZIONI ELEMENTARI. Ad oggi, questa teoria costituisce la migliore descrizione di tutto quanto ci circonda.

Il Modello Standard descrive la materia come composta di particelle elementari (quark e leptoni) che interagiscono fra loro attraverso lo scambio di portatori di forze: il leggerissimo fotone, la familiare particella di luce che ha massa a riposo nulla e trasporta le interazioni elettromagnetiche; i pesanti, W e Z, che hanno valso il premio Nobel a Carlo Rubbia nel 1984 e che sono responsabili dei decadimenti radioattivi legati alla forza debole; i gluoni che tengono insieme protoni, neutroni e nuclei mediante l'interazione forte. Il Modello Standard è una teoria semplice che sposa in maniera elegante meccanica quantistica e relatività speciale, le due colonne portanti della fisica del XX secolo.

Dalla teoria si sono ricavate centinaia di previsioni su quantità misurabili che sono state tutte verificate sperimentalmente con grande precisione. Tutte tranne una visto che, fino a poco tempo fa, il componente più importante, il bosone di Higgs, era riuscito a sfuggire a tutte le ricerche.

Il bosone è la particella che, secondo un meccanismo proposto indipendentemente, nel 1964, da due fisici belgi, Robert Brout e Francois Englert e da un fisico scozzese, Peter Higgs, è responsabile della incredibile differenza di massa fra fotoni da un lato e W e Z dall'altro lato. È la manifestazione di un campo invisibile che occupa ogni angolo dell'universo ed assegna una specifica massa ad ogni altra particella. Come conseguenza di questo meccanismo, che si è instaurato una frazione di secondo dopo il big bang, gli ingredienti caotici dell'universo primordiale hanno cominciato ad attrarsi l'un l'altro per formare atomi, gas, galassie, pianeti e, in ultima analisi, anche noi. Senza il bosone di Higgs non solo il Modello Standard non starebbe in piedi ma non si riuscirebbe a capire nulla dell'Universo che ci circonda.

UNA CACCIA DURATA OLTRE TRENT'ANNI

La ricerca del bosone di Higgs ha impegnato gli sforzi di ricercatori del mondo intero per oltre trent'anni. Tutti i tentativi condotti in Europa e negli Stati Uniti negli anni '80 e '90 utilizzando gli esperimenti più sofisticati e gli acceleratori fino a quel momento più moderni, si sono rivelati infruttuosi. Per questo è stato deciso di costruire, il Large Hadron Collider, LHC, il più complesso apparato di ricerca mai concepito dall'umanità. Un acceleratore costituito da migliaia di magneti superconduttori, che si sviluppa per 27km, 100 metri nel sottosuolo, alla frontiera fra Francia e Svizzera nei pressi di Ginevra.

In LHC fasci di protoni accelerati a velocità prossime a quelle della luce vengono fatti urtare in collisioni di altissima energia per produrre e studiare nuovi stati della materia. LHC può essere visto come una enorme macchina del tempo. Minuscoli brandelli di materia vengono esposti ad energie e temperature simili a quelle che si registravano nell'universo primordiale con la speranza di produrre ed identificare particelle mai osservate fino ad ora. Due giganteschi occhi elettronici, analizzano centinaia di milioni di collisioni al secondo registrando su disco soltanto quelle piccole frazioni che potrebbe contenere eventi interessanti. Sono i grandi apparati di ricerca di ATLAS e CMS, moderne cattedrali delle tecnologie più avanzate, grandi ciascuno quanto un edificio di 5 piani, la cui costruzione e messa in opera ha richiesto venti anni di lavoro di migliaia di scienziati ed ingegneri di tutte le parti del mondo. Fra essi oltre 600 italiani, organizzati dall'Istituto Italiano di Fisica Nucleare, spesso in posizioni di rilievo all'interno delle grandi collaborazioni, e moltissimi studenti e giovani ricercatori impiegati nelle operazioni più complicate e difficili.

LA SCOPERTA

Il momento cruciale, tanto atteso per anni, si è intravisto, per la prima volta, alla fine del 2011. Quando, analizzando i dati appena raccolti, entrambi gli esperimenti hanno indicato al mondo che qualcosa stava succedendo intorno ad una massa di 125GeV. Per la prima volta, due esperimenti indipendenti vedevano segnali coerenti,

...

Nei pressi di Ginevra è stato costruito il Large Hadron Collider, l'apparato di ricerca più innovativo dell'umanità

...

Due giganteschi occhi elettronici, analizzano centinaia di milioni di collisioni al secondo

La rivoluzione del bosone

Ecco come in sette mesi la fisica moderna è cambiata per sempre

Guido Tonelli ha lavorato all'esperimento Cms del Cern a partire dal 1993. Anticipiamo la lezione che terrà il 21 a Bergamoscienza in cui racconta i passaggi della meravigliosa scoperta

che, per quanto ancora deboli, indicavano con chiarezza la possibile presenza della particella tanto a lungo ricercata. La prudenza e la pazienza che accompagna il nostro lavoro ci suggerirono di attendere nuovi dati prima di sciogliere la riserva e di accumulare ulteriore evidenza prima di rimuovere ogni dubbio residuo.

Questo è avvenuto molto rapidamente con la presa dati del 2012. Dopo soli tre mesi dall'inizio del nuova raccolta di dati, non appena si è visto che il segnale osservato a 125GeV nel 2011, ricom-

pariva nei dati del 2012 esattamente nello stesso posto ed ancora in entrambi gli esperimenti, si sono sciolte le riserve ed è stata annunciata al mondo la nuova scoperta.

La nuova particella scoperta ad LHC sembra avere tutte le caratteristiche previste per il bosone di Higgs. Siamo quindi sulla buona strada per capire cos'è avvenuto un centesimo di miliardesimo di secondo dopo il big-bang. Oggi sappiamo che in quell'istante, con l'instaurarsi del campo di Higgs, la forza debole venne definitivamente separata dalla forza elettromagnetica e quark e leptoni acquistarono quelle masse così peculiari che hanno consentito la nascita degli atomi, lo sviluppo della chimica e dato il via a quella evoluzione dell'universo della quale noi stessi, fragili abitanti del pianeta Terra, siamo un risultato.

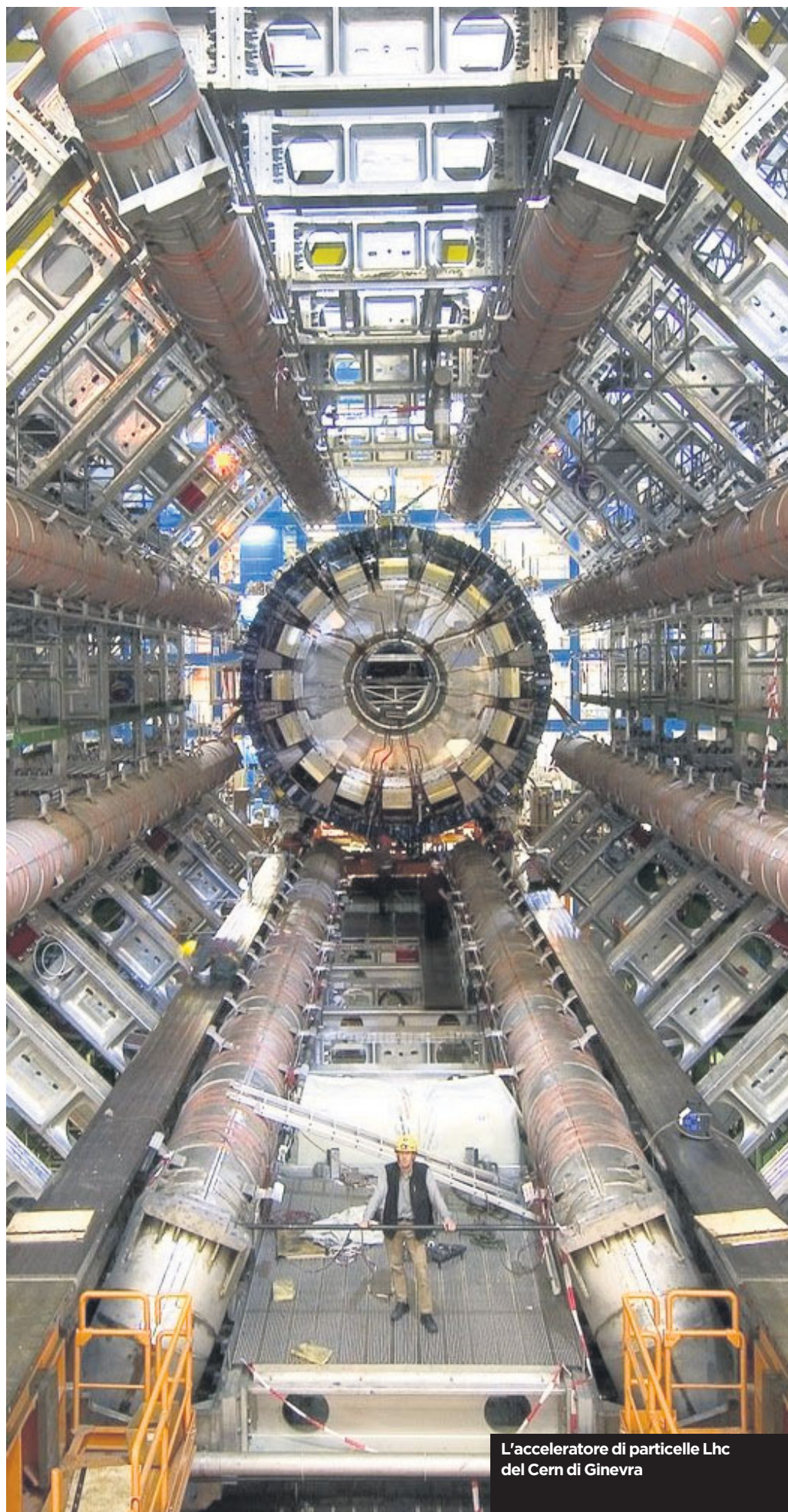
Mentre si celebra il raggiungimento di questo obiettivo di portata storica, le questioni aperte sono ancora molte. Anzitutto si tratta veramente del bosone di Higgs? Ha precisamente tutte le caratteristiche previste dal Modello Standard? Oppure presenta anomalie che potrebbero suggerire la presenza di nuova fisica oltre il Modello Standard?

Nello stesso momento in cui si celebra un altro trionfo del Modello Standard, sappiamo già che esso rimane tutt'ora, anche includendo il bosone di Higgs, una teoria incompleta. Non spiega molti fenomeni che giocano un ruolo fondamentale nel nostro universo quali materia ed energia oscura o l'asimmetria fra materia ed antimateria.

Non sappiamo a quale scala di energia sarà possibile trovare risposte ad alcune di queste domande. Oggi abbiamo a disposizione una nuova particella che, essendo sensibile, per il ruolo che gioca, ad ogni nuovo stato della materia, potrebbe portare a nuove, ulteriori sorprese.

Gli esperimenti di LHC sono solo all'inizio di una esplorazione che durerà per lo meno per altri 20 anni.

Rimanete in ascolto.



L'acceleratore di particelle Lhc del Cern di Ginevra

LA MANIFESTAZIONE

Sedici giorni di dibattiti con i premi Nobel

Fino al 21 ottobre si svolge la X edizione della rassegna di divulgazione scientifica BergamoScienza.

Dopo il successo della passata edizione con 118.000 presenze, torna l'appuntamento con la scienza a Bergamo. Aperti gratuitamente al pubblico conferenze, spettacoli, concerti, laboratori, mostre e incontri con Premi Nobel, scienziati di fama internazionale e ricercatori che animeranno la città per 16 giorni.

Le attività di BergamoScienza, utilizzando un approccio e un linguaggio divulgativo adatto a tutti, offriranno la possibilità di esplorare in modo interattivo l'universo matematico, astronomico, fisico, chimico, informatico e tutti gli ambiti in cui la scienza è quotidianamente applicata.

I luoghi più belli di Città Alta e Città Bassa faranno da quinta scenografica alla manifestazione: dal Teatro Sociale alle dimore e ai palazzi storici, oltre a chiese, chiostri e musei. Il pubblico avrà occasione di incontrare esponenti del panorama scientifico e culturale che approfondiranno i temi più attuali. Tra questi, tre Premi Nobel per la Medicina e Fisiologia: Bruce Beutler (Premio Nobel 2011), Linda Buck (Premio Nobel 2004) e James D. Watson (Premio Nobel 1962).

Inoltre, tra gli ospiti internazionali: la giornalista scientifica premio Pulitzer Deborah Blum; la geologa Linda Elkins-Tanton; il biologo Stuart Firestein; l'ingegnere Mamoru Kawaguchi; il neurobiologo Simon Laughlin; i genetisti Milan Macek e Ian Wilmut; i neuroscienziati Alan Sanfey e Semir Zeki; il fisico di medicina nucleare Pat Zanzonico.