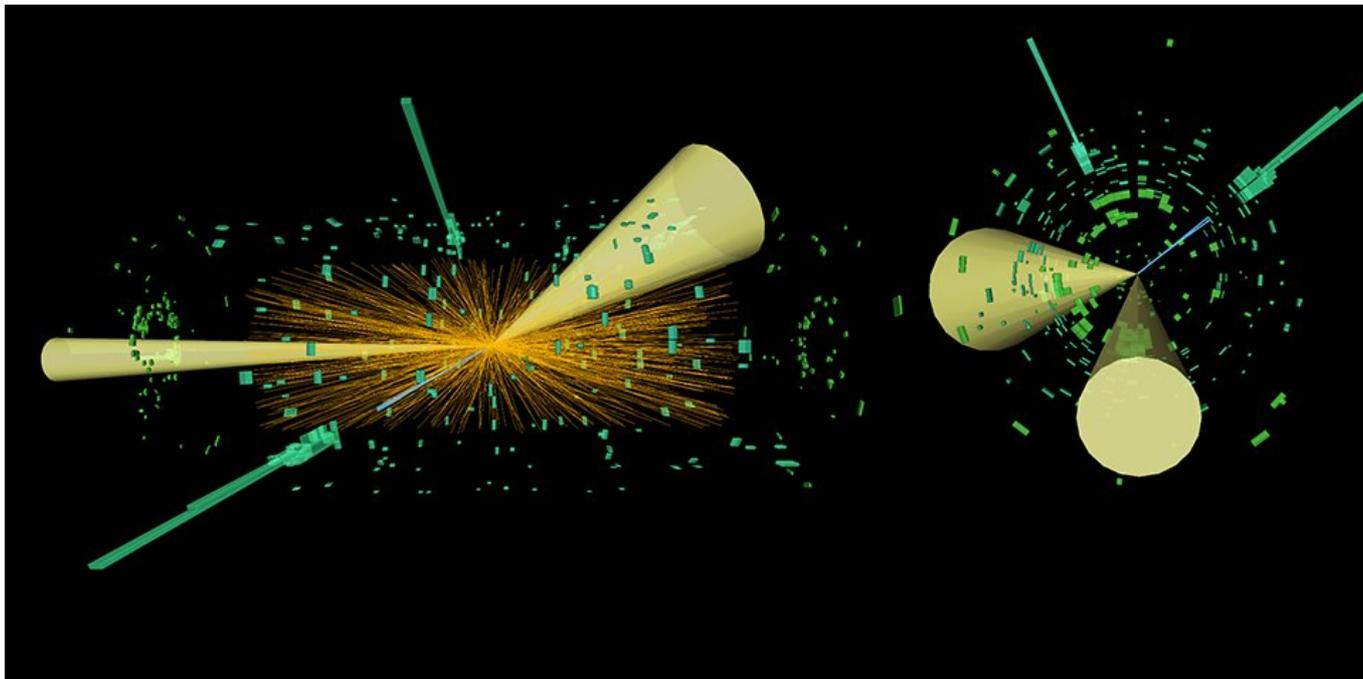


Happy birthday bosone di Higgs!

✍ S. Arcelli, M. Focaccia 📅 28-07-2021 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1339>



Evento di collisione protone-protone a LHC catturato dal rivelatore ATLAS con un fotone, due elettroni fortemente collimati e due getti di particelle. La firma è coerente con un bosone di Higgs prodotto tramite fusione di bosoni vettoriali, che decade in una coppia di leptoni e un fotone. La massa invariante del sistema fotone più dielettrone è $125.8 \text{ GeV}/c^2$. (Credit: CERN ATLAS)

Nove anni fa, il 4 luglio, nel corso di una conferenza a La Thuile, vicino Aosta, gli scienziati del CERN di Ginevra annunciavano la scoperta del bosone di Higgs.

Definita "particella di Dio" o "Sacro Graal" della fisica delle particelle, il bosone di Higgs era l'ultima delle particelle del Modello Standard teorizzate, ma non ancora osservate in un esperimento. Grazie a questa particella, i costituenti fondamentali della materia acquistano massa e la materia esiste così come la conosciamo: una particella come questa era dunque necessaria! Essa è l'ultimo mattone del quale la fisica contemporanea aveva bisogno per completare la principale delle sue teorie, chiamata appunto Modello Standard, che prevede l'esistenza degli ingredienti più fondamentali dell'Universo e le loro interazioni.

Una scoperta resa possibile dall'LHC, il Large Hadron Collider, situato nel grande anello sotterraneo tra Ginevra e il confine francese. Il bosone è intitolato a Peter Higgs, il fisico inglese che già nel 1964 ne predisse a tavolino l'esistenza, e che nel 2013, a seguito della conferma sperimentale da parte degli esperimenti ATLAS e CMS al CERN, è stato insignito del Premio Nobel per la Fisica, insieme al fisico belga François Englert, per la scoperta teorica del meccanismo di rottura spontanea della simmetria elettrodebole che spiega l'origine della massa delle particelle elementari.

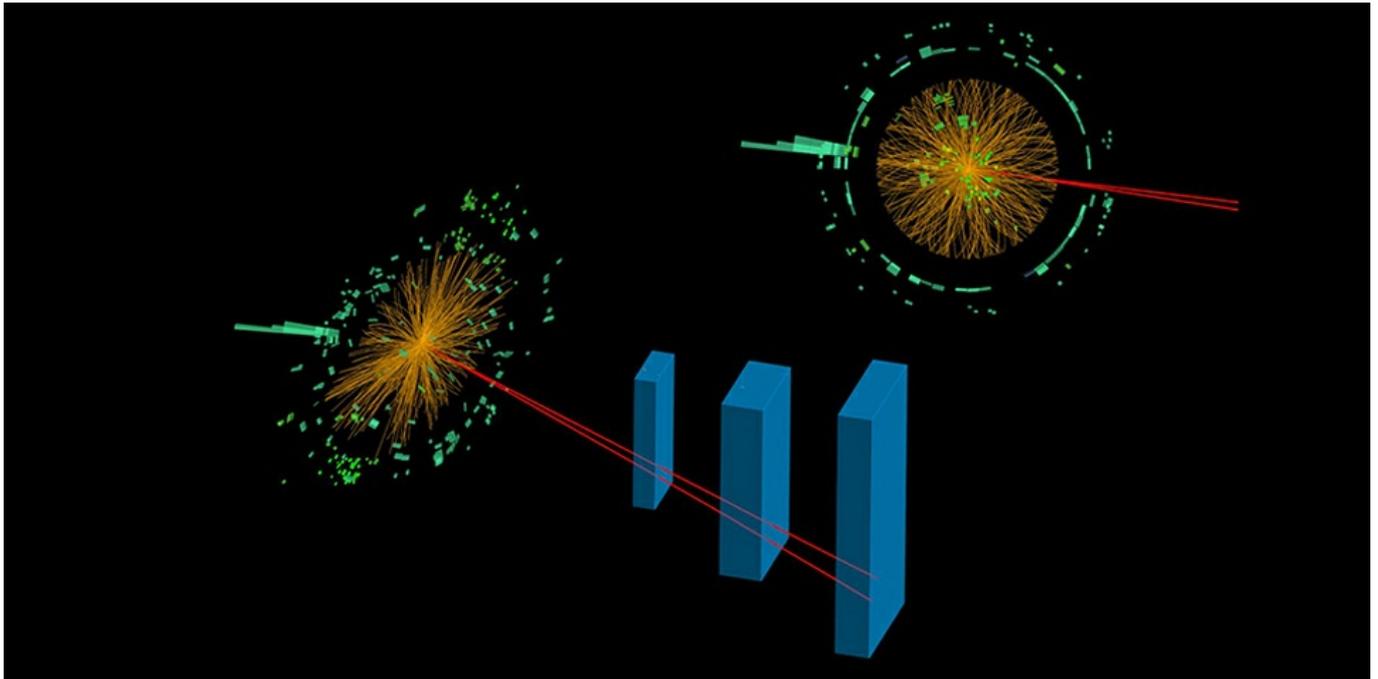
La "particella mancante" non venne cercata da un solo team di ricercatori: due dei quattro rivelatori costruiti intorno all'anello di LHC per lo studio delle collisioni fra i protoni lanciati a una velocità prossima a quella della luce, sono stati dedicati alla sua ricerca. ATLAS e CMS hanno lavorato in competizione "in cieco", senza conoscere l'uno i dati dell'altro esperimento, sia per evitare condizionamenti, sia per mantenere un eventuale "vantaggio" sui rivali.

Tra i protagonisti di questa storia, ci sono i fisici Guido Tonelli e Fabiola Gianotti, che all'epoca era alla testa di ATLAS e oggi alla guida del CERN medesimo, e che insieme hanno guidato una squadra di quasi 10mila fisici tra i quali molti italiani. All'indomani della scoperta, Tonelli affermava: «*Oggi comincia una lunga avventura, all'insegna di una collaborazione tra fisici e astrofisici. Abbiamo capito il meccanismo con il quale le particelle acquistano la massa. Il*

prossimo passo sarà studiare il ruolo che il bosone di Higgs potrebbe aver giocato nei primi istanti dell'Universo».

Una scoperta che non è stata un punto di arrivo, bensì di partenza verso nuovi obiettivi: definire meglio i dettagli ancora poco noti dell'impronta del bosone di Higgs e partire alla ricerca di quella misteriosa parte dell'Universo composta dalla cosiddetta materia oscura che, insieme all'altrettanto misteriosa energia oscura, costituirebbero il 96% dell'intero Universo.

L'"ultima particella mancante", prodotta nelle collisioni ad alta energia, decade in un tempo brevissimo, praticamente impossibile da misurare, trasformandosi in altre particelle che invece gli strumenti sono in grado di rilevare. Ed è proprio nei prodotti di decadimento del bosone di Higgs che gli scienziati da allora cercano dati inattesi. Già nel 2012 Sergio Bertolucci, all'epoca Direttore della Ricerca del CERN, spiegava: *«Le osservazioni di oggi ci indicano la strada da seguire in futuro. C'è ancora molto da fare per capire i dettagli dei nostri dati».*



Evento di collisione protone-protone catturato dal rivelatore ATLAS con un fotone e due muoni fortemente collimati. La massa invariante della coppia di muoni è $0.6 \text{ GeV}/c^2$ e la massa invariante del sistema fotone più dimuone è $124.9 \text{ GeV}/c^2$. La firma è coerente con un bosone di Higgs che decade in una coppia di leptoni e un fotone. (Credit: CERN ATLAS)

Dopo nove anni, con la precisione finora raggiunta, le proprietà osservate del bosone di Higgs, come i suoi accoppiamenti alle particelle elementari del Modello Standard, il suo spin e la sua parità, sono risultate coerenti con le previsioni. Tuttavia, proseguono le ricerche e le indagini su possibili segnali di nuova fisica al di là del Modello Standard. All'inizio di quest'anno, per esempio, è stato messo in evidenza per la prima volta un raro decadimento del bosone di Higgs in un fotone e due leptoni (elettroni o muoni). Si tratta di un tipo di decadimento a tre corpi che permetterebbe non solo di sondare la violazione della simmetria CP nel settore di Higgs ma di gettare anche nuova luce sugli accoppiamenti esotici introdotti da possibili estensioni al Modello Standard.

Ancor più interessante sarebbe uno scenario in cui le particelle che costituiscono la materia oscura dell'Universo interagissero solo con il settore di Higgs della teoria, ossia attraverso il cosiddetto portale di Higgs. *«Dobbiamo trovare una finestra, o un portale verso questo mondo oscuro, e cercare di interagire con esso con la sperimentazione. E uno di questi mezzi per accedervi potrebbe essere proprio il bosone di Higgs»*, afferma James Beacham, un giovane ricercatore di ATLAS al CERN.

Il problema, però, è che questa via d'accesso non è stata ancora trovata. Ma la storia continua ...



Silvi Arcelli - Professoressa associata presso l'Università di Bologna, svolge attività di ricerca nell'ambito della fisica subnucleare alle alte energie. Ha partecipato all'esperimento OPAL presso il LEP del CERN e all'esperimento CMS presso il Large Hadron Collider (LHC), ed è attualmente membro della collaborazione ALICE per lo studio delle collisioni di ioni pesanti ultrarelativistici a LHC e dell'esperimento DarkSide presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN. Svolge attività didattica nei corsi di Laurea in Fisica, ed è stata coordinatrice del Corso di Dottorato in Fisica dell'Ateneo di Bologna. Dal 2014 è membro, come Vicedirettore, del comitato editoriale di SIF Prima Pagina.



Miriam Focaccia - Ricercatrice presso il Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche "Enrico Fermi" di Roma. Storica della Scienza, è esperta di storia delle istituzioni scientifiche e dei laboratori di ricerca; delle biografie di alcuni protagonisti della scienza post-unitaria. Si occupa altresì del rapporto tra donne e scienza in Italia a partire dal XVIII secolo.