

Dal bosone di Higgs al Signore degli Anelli

✍ G. Tonelli 📅 29-06-2022 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1527>

Sono passati dieci anni dalla scoperta del bosone di Higgs ma, talvolta, mi capita ancora di svegliarmi la mattina chiedendomi se è veramente successo. Chi ha vissuto le innumerevoli crisi che hanno accompagnato la costruzione del Large Hadron Collider (LHC) e dei suoi grandi rivelatori ATLAS e CMS ha una chiara consapevolezza dell'enorme privilegio che abbiamo vissuto. Alla nostra generazione è capitata la fortuna di partecipare in prima linea a una scoperta che ha cambiato in profondità la nostra visione del mondo.

Oggi possiamo raccontare con dovizia di particolari cosa è successo in quei primissimi istanti dopo il Big Bang, quando l'Universo primordiale ha attraversato quella decisiva transizione di fase che ha separato per sempre l'interazione elettromagnetica da quella debole. Il medesimo processo ha assegnato masse diverse alle particelle elementari, differenziando i loro ruoli e permettendo lo sviluppo di forme materiali stabili: protoni e neutroni, atomi e gas, stelle e galassie. Sistemi persistenti che si sono evoluti per miliardi di anni, consentendo anche lo sviluppo delle forme biologiche complesse che popolano il nostro pianeta, compresi noi.

Mentre celebriamo il decennale di questa scoperta straordinaria, la nostra attenzione è concentrata sulle sfide dell'oggi. Con il ruolo centrale del bosone di Higgs, il Modello Standard continua la sua marcia trionfale. Tutte le misure effettuate finora sulle caratteristiche della nuova particella sembrano confermare le previsioni della teoria, ma in molti casi la precisione fin qui raggiunta non è sufficiente per trarre conclusioni definitive. Per esempio, c'è ancora spazio per un accoppiamento dell'Higgs a particelle sconosciute che potrebbero essere buoni candidati per spiegare la materia oscura. E rimangono gli interrogativi di fondo: il bosone di Higgs è veramente elementare o nasconde una struttura interna? Vive da solo o è accompagnato da un'intera famiglia di particelle scalari? I suoi accoppiamenti con tutte le altre particelle sono esattamente quelli previsti dal Modello Standard o si comincia a vedere "qualcosa di strano"?

Tutto questo è oggetto di lavoro quotidiano, a LHC. L'acceleratore ha ripreso a funzionare e l'aumento nella statistica dei dati permetterà di studiare in dettaglio alcune delle caratteristiche più elusive del nuovo bosone. In particolare, i decadimenti rari e gli accoppiamenti al quark top e ad alcune delle particelle più leggere. Il nome del gioco è: ricerca di anomalie rispetto alle previsioni del Modello Standard. Un lavoro certosino di miglioramento delle previsioni teoriche e di controllo degli errori sistematici che sarà essenziale per sfruttare appieno l'aumento di statistica prodotto da LHC, in particolare nella fase di alta luminosità dell'acceleratore.

Ma il nostro sguardo è già rivolto a nuovi progetti per il futuro, in particolare al Future Circular Collider (FCC), vero "Signore degli Anelli" destinato a segnare la fisica delle particelle dell'intero secolo. Si prevede di costruire al CERN un nuovo acceleratore da 91,7 km, che in una prima fase porterà in collisione elettroni e positroni per condurre studi di precisione sull'Higgs e "sottoporre a stress" tutti i parametri del Modello Standard collegati a W, Z e top. In seguito, FCC si trasformerà in un collisore a protoni capace di raggiungere un'energia nel centro di massa di 100 TeV.

Passa da qui il sogno di scoprire l'origine della materia oscura o della dinamica che ha scatenato l'inflazione cosmica. Nel secolo della conoscenza, il Future Circular Collider rappresenta un'opportunità unica per l'Europa di mantenere quella posizione di leadership mondiale nel campo della fisica delle particelle che ha faticosamente acquisito.



Guido Tonelli - Fisico del CERN, professore emerito dell'Università di Pisa e ricercatore associato dell'INFN, è uno dei principali protagonisti della scoperta del bosone di Higgs.