



Un passo in avanti

UNO ZOO DI PARTICELLE

«Siamo arrivati a sfiorare quella che i cartografi medievali avrebbero definito *terra incognita*. Abbiamo una buona teoria per spiegare di che cosa sono fatti i mattoni della materia, però ci sono piccole smagliature che non possono più essere ignorate». In queste poche parole di Leon Lederman – premio Nobel per la fisica nel 1988 – è riassunta buona parte del significato dell'impresa di LHC.

La teoria di cui parla Lederman è il Modello Standard, formulato tra gli anni Sessanta e Settanta del secolo scorso: la miglior teoria oggi a disposizione per descrivere in modo coerente (o, per meglio dire, *matematicamente consistente*) la struttura della materia e le forze fondamentali presenti in natura (esclusa la gravità): la forza elettromagnetica, l'interazione nucleare forte, che tiene insieme i nuclei degli atomi, e l'interazione nucleare debole, coinvolta nella radioattività.

Le *teorie quantistiche di campo* alla base del Modello Standard, che descrivono con successo queste forze fondamentali, prevedono l'esistenza di una "fauna" di particelle: oltre ai costituenti elementari veri e propri della materia, come per esempio gli elettroni, esistono le particelle "mediatrici" delle forze, che ne consentono la trasmissione. Tutte queste particelle sono state effettivamente identificate grazie ad acceleratori precedenti LHC.

I costituenti della materia

Consideriamo le particelle che costituiscono la materia. I quark si trovano in natura sempre in gruppo: sono i costituenti elementari delle particelle nucleari che ben conosciamo, neutrone e protone (un protone = due quark up e un quark down) e di altre numerose particelle subnucleari scoperte nel secolo scorso proprio grazie agli acceleratori. Tra i leptoni, invece, troviamo l'elettrone, il suo

neutrino, e altre particelle simili.

Ma c'è un problema (la prima "smagliatura"). Alcuni requisiti fondamentali del modello teorico implicherebbero, proprio per queste particelle, una massa uguale a zero, in evidente contrasto con la realtà. Il paradosso viene risolto in modo matematicamente elegante ipotizzando l'esistenza di un altro *campo*, una specie di "melassa cosmica" che pervaderebbe tutto l'Universo, responsabile di attribuire inerzia, o massa, alle altre particelle. A seconda di come le particelle interagiscono con questo campo ricevono più o meno massa. Il campo, detto di Higgs, potrebbe, in particolari condizioni – per esempio in seguito a collisioni abbastanza violente – produrre una particella nuova, il bosone di Higgs: proprio quella che si spera di trovare con LHC. La scoperta dei bosoni di Higgs confermerebbe in via definitiva la validità del Modello Standard. Altrimenti, sarà necessaria una sua revisione piuttosto radicale.

LE PARTICELLE ELEMENTARI SECONDO IL MODELLO STANDARD

	u up	c charm	t top	γ fotone
QUARK	d down	s strange	b bottom	g gluone
	ν_e neutrino dell'elettrone	ν_μ neutrino del muone	ν_τ neutrino del tau	Z bosone Z
LEPTONI	e elettrone	μ muone	τ tau	W bosone W
	I	II	III	
	Costituenti elementari della materia			

Le particelle della forza

Dal Modello Standard resta esclusa una delle quattro forze che riteniamo fondamentali nell'Universo: la gravità, che dovrebbe essere mediata da una particella chiamata gravitone, mai individuata (la seconda smagliatura). Negli ultimi anni sono state proposte alcune teorie che completerebbero il modello, tenendo conto di questi aspetti. Secondo la teoria delle stringhe, per esempio, i costituenti fondamentali dell'Universo non sarebbero particelle, ma corde vibranti in un mondo a più dimensioni. In pratica, noi vivremmo in una sorta di bolla a quattro dimensioni, immersa in un universo a 10 o addirittura 26 dimensioni. Mentre le altre particelle mediatrici delle forze rimangono nella bolla, i gravitoni fuggirebbero nello spazio extradimensionale, senza poter essere individuati. Ma livelli inaspettati di energia prodotti dalle collisioni in LHC potrebbero rappresentare un indizio del fatto che è stato prodotto un gravitone.



Ora tocca a te

DOMANDE E ATTIVITÀ

1. La teoria non è in grado di prevedere il valore esatto della massa del bosone di Higgs: dà solo indicazioni che identificano un intervallo piuttosto ampio di valori. Fai una ricerca sul sito del Cern per stabilire qual è questo intervallo. In quale unità di misura viene espressa la massa? LHC è in grado di "stanare" il bosone, qualunque sia la sua massa?

2. C'è un altro acceleratore già in azione (il Tevatron, negli USA), che cerca il bosone di Higgs su un intervallo di massa limitato. Gli esperimenti al Tevatron si sono interrotti? C'è ancora la possibilità che il bosone venga individuato da questo acceleratore?

3. La ricerca dei costituenti fondamentali della materia è storia antica, che ha subito, nel secolo scorso, un imprevedibile stravolgimento con lo sviluppo di due teorie: la meccanica quantistica e la relatività ristretta. Prova a ricostruire, con l'aiuto dei libri di testo e cercando in rete, alcune tappe fondamentali di questa avvincente ricerca, identificando i suoi principali protagonisti. La prossima tappa (non certo l'ultima!) potrebbe essere la scoperta del bosone di Higgs, oppure di altre particelle che ancora non possiamo nemmeno immaginare.

SCIENZA E SOCIETÀ

4. Negli ultimi due anni, giornali, radio e tv si sono occupati molto spesso di LHC, degli esperimenti che vi saranno condotti e dei risultati attesi dai ricercatori. Giornalisti e divulgatori hanno dovuto comunicare alcuni contenuti di una disciplina altamente specialistica, come la fisica delle particelle, mentre

i ricercatori hanno cercato di rendere il più comprensibile possibile il loro lavoro. Ma con quali risultati? È stata davvero efficace la comunicazione relativa a LHC?

Svolgi una piccola indagine tra amici o parenti (meglio se di diverse età), chiedendo loro:

a. se in genere hanno prestato attenzione quando i media si occupavano di LHC;

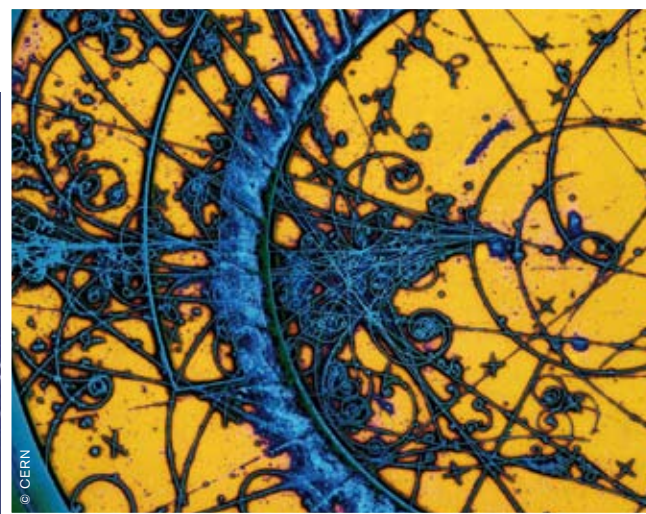
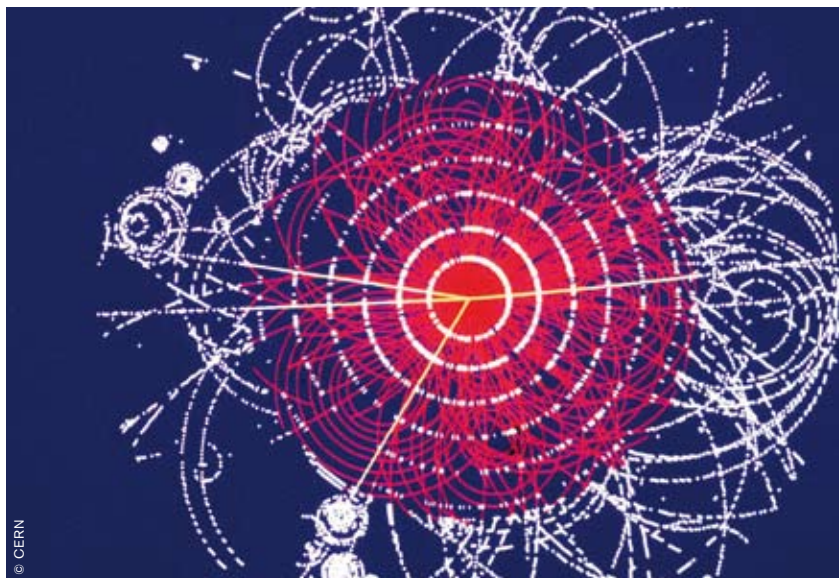
b. se ritengono che l'argomento sia stato trattato in modo comprensibile;



c. se ti possono fornire una sintetica spiegazione dei seguenti termini: LHC, bosone di Higgs, rivelatore di particelle.

Trascrivi le risposte e confrontale con quelle raccolte dai tuoi compagni di classe e con le definizioni corrette che ti può fornire l'insegnante.

SCRIVERE DI SCIENZA

Le moderne "teorie del tutto", come la teoria delle stringhe, tentano di ricondurre tutto quanto è osservabile a una formulazione matematicamente coerente ed elegante, in grado di descrivere i fenomeni fisici anche in situazioni "estreme", per esempio ad altissime energie. Tuttavia, proprio perché tali situazioni non sono facilmente riproducibili nemmeno in un acceleratore come LHC, è molto difficile ottenere dei riscontri sperimentali. Non a caso, si tratta di problemi comuni anche alle teorie cosmologiche, che ambiscono a descrivere l'origine e il destino dell'intero Universo. Prova a riflettere su questi aspetti, scrivendo un breve articolo/saggio, a partire da quello che conosci sul metodo scientifico.



 **Tracce di particelle in una camera a bolle (immagine in falsi colori).**
 **Simulazione del decadimento di un bosone di Higgs in 4 muoni (tracce in giallo).**