

I nodi della teoria delle stringhe



di Roberto Battiston

Professore ordinario
di fisica generale
all'Università di Perugia

Nel secolo scorso la fisica teorica ha fatto progressi straordinari nello studio delle leggi fondamentali, guidata da criteri di economia concettuale e di bellezza estetica: dalle teorie di Einstein sulla relatività ristretta e generale alla meccanica quantistica non relativistica di Bohr, Heisenberg e Dirac, dall'estensione relativistica della teoria dei campi con Feynman, Schwinger, Dyson e Tomonaga, fino a giungere al modello standard delle particelle elementari e delle interazioni fondamentali, verificato con grande precisione in centinaia di esperimenti negli acceleratori.

Ci sono questioni di carattere fondamentale non affrontate dal modello standard, dal valore della massa delle particelle all'applicabilità della teoria perturbativa a scale di energia sufficiente-

complessi gruppi di simmetria. Witten, straordinario fisico teorico, medaglia Fields per la matematica, forse il più citato scienziato di tutti i tempi, ha dato un impulso fondamentale a questi studi negli anni ottanta, influenzando profondamente una intera generazione di ricercatori.

All'inizio sembrò addirittura che ci fossero particolarissimi gruppi di simmetria, come per esempio E_8 o $SU(32)$, in grado di risolvere una serie di importanti problemi teorici candidandosi a essere il gruppo di simmetria della teoria delle superstringhe. Il gruppo di simmetria E_8 è chiamato «gruppo eccezionale di Lie»: esso rappresenta le possibili simmetrie nelle trasformazioni in uno spazio a 248 dimensioni, e non c'è da stupirsi del fatto che da un punto di vista matematico sia un oggetto tanto complesso da risultare oscuro anche agli esperti.

Nel 1995 Witten introdusse un ulteriore sviluppo, la teoria-M, anch'essa affascinante da un punto di vista matematico ed estetico ma altrettanto intrattabile dal punto di vista dei calcoli e per nulla predittiva dal punto di vista fisico. Oggi sappiamo che di possibili stati del vuoto e, conseguentemente, di teorie-M ce ne possono essere un numero smisurato, dell'ordine di 10^{1500} . Anche per questo motivo un numero crescente di fisici teorici ha iniziato a prendere le distanze dalle superstringhe, soprattutto considerando l'assoluta mancanza di verificabilità sperimentale di queste teorie, quasi si trattasse di metafisica più che di fisica.

La nascita e l'evoluzione della teoria delle superstringhe è descritta con rigore e passione nel bel libro di Peter Woit *Neanche sbagliata* (Codice Edizioni, 2007), come disse una volta Pauli stroncando un articolo di un giovane fisico teorico (*Das ist nicht einmal falsch*). Il modello standard deve il suo successo al fatto che è possibile verificarne le predizioni e che fino a ora abbia sempre superato la prova. A distanza di trent'anni dai primi lavori di Schwarz, Green e Witten, l'idea delle superstringhe ha monopolizzato l'attività di ricerca in campo teorico, senza però riuscire a fornire una qualsiasi predizione falsificabile.

L'idea che la bellezza di una teoria sia collegata in modo profondo alla verità scientifica ha permesso a Einstein di formulare la teoria generale della relatività. Nel caso delle superstringhe, è possibile che questo schema abbia fuorviato un'intera generazione di fisici teorici, e che occorra oggi battere nuove strade per spiegare le questioni rimaste aperte nella fisica delle interazioni fondamentali.



mente elevate, all'unificazione della gravità con le altre forze fondamentali, solo per ricordarne alcune. Il tentativo di rispondere a queste domande ha portato i fisici allo sviluppo di superteorie in cui il modello standard è un caso limite.

In queste ricerche le simmetrie o invarianze rispetto a opportune trasformazioni matematiche hanno un ruolo fondamentale, seguendo i metodi introdotti da Hermann Weyl, il matematico allievo di Hilbert e amico di Schrödinger, e usati con successo per descrivere le interazioni elettromagnetiche, deboli e forti in termini di tre particolari gruppi di simmetria indicati con i simboli $U(1)$, $SU(2)$ e $SO(3)$. Con le superstringhe si è cercato di collegare le leggi fondamentali a proprietà di alcuni

SCIENZA, NON FANTASCIENZA.
Tecnici al lavoro su componenti in rame dell'acceleratore lineare allo Stanford Linear Accelerator Center, negli Stati Uniti. Grazie a esperimenti in questo e altri acceleratori di particelle è stata dimostrata la validità del modello standard.

Cortesia Peter Ginter/Interactions.org