

# Intervista a EDWARD WITTEN

**Piergiorgio Odifreddi**

Ottobre 2003

Alla sua morte, nel 1955 a Princeton, Einstein lasciò incompiuto un trentennale tentativo di unificazione delle due grandi teorie fisiche che avevano caratterizzato la prima metà del Novecento: la relatività generale e la meccanica quantistica, che descrivono rispettivamente il macrocosmo delle galassie e il microcosmo delle particelle elementari.

Il miglior candidato moderno per una teoria unificata del tutto è la cosiddetta teoria delle stringhe, mirabilmente divulgata da Brian Greene in *L'universo elegante* (Einaudi, 2000), e il suo profeta è Edward Witten: un fisico cinquantenne che lavora allo stesso Istituto per gli Studi Avanzati di Princeton nel quale stava appunto Einstein, e che in attesa di vincere il premio Nobel per la fisica ha già ottenuto nel 1990 la medaglia Fields per la matematica.

Nelle sue mani, infatti, la teoria delle stringhe è diventata uno spettacolo di fuochi d'artificio intellettuali che ha illuminato diverse zone d'ombra della matematica e della fisica, e che un giorno forse farà luce sul mistero stesso dell'universo. Per godere di qualche scintilla di questo spettacolo pirotecnico, siamo andati a trovare Witten nel suo ufficio il 13 ottobre 2003.

**Di recente una sua intervista è apparsa sull'Espresso, col titolo "Dio gioca a dadi", e il giorno dopo il giornale dei vescovi ha commentato: "Vedete, il nuovo Newton crede in Dio". Cominciamo dunque a chiarire questo punto: c'è qualche connessione tra scienza e religione?**

Sono cose molto diverse. E per la comprensione dell'universo, la scienza è più efficace della religione.

**E lei è credente?**

Le scoperte scientifiche non incoraggiano la fede religiosa.

**C'è invece una connessione tra la teoria delle stringhe e il pitagorismo?**

Non conosco abbastanza il pitagorismo per poter rispondere, ma credo che nessuna delle filosofie antiche influenzi il pensiero degli scienziati moderni.

**Nemmeno l'armonia delle sfere, cioè la relazione fra matematica, fisica e musica?**

In senso letterale, la cosa è falsa: in fondo, la musica è costituita da onde che si propagano nell'aria.

**E in senso metaforico?**

C'è effettivamente un'analogia interessante. La ricchezza dei suoni prodotti dalle corde di un violino o di un piano deriva dal fatto che ciascuna di esse vibra in tanti modi, chiamati armoniche. Un do, ad esempio, suona molto diverso sul piano o su un diapason, che invece produce un suono puro. Se si suonassero dei pezzi soltanto con dei diapason, l'effetto sarebbe molto brutto.

**Helmoltz ha provato a dirigere un'orchestra di diapason, nell'Ottocento.**

Sarà stato terribile. Ora, anche le stringhe che io studio possono vibrare in tanti modi, e ciascuno di essi viene interpretato come una particella elementare. Questa è la chiave per unificare le varie particelle: come diverse forme di vibrazione di un'unica stringa.

**E che cosa corrisponde al suono puro?**

Niente. Se torniamo alla corda di piano, le vibrazioni fondamentali sono due: su e giù, o avanti e indietro. Nel caso delle stringhe, invece, la supersimmetria impone che il modo fondamentale sia nullo.

**Le parla di stringhe, ma non ci sono anche membrane? Cioè, non solo strumenti a corda, ma anche a percussione?**

La teoria moderna, che si chiama M-teoria, è una reinterpretazione della teoria delle stringhe.

**A proposito, che cosa significa "M"?**

Matrice, ma anche Magia o Mistero. Perché la sua natura non è ancora completamente compresa, certamente molto meno della teoria delle stringhe, che ne costituisce il limite quando gli effetti quantistici sono piccoli.

**E quante teorie delle stringhe ci sono?**

Varie, e la M-teoria è nata appunto per capire le differenze tra di esse. Tutte sono casi speciali di questa teoria generale più ricca.

**Nello stesso senso in cui la meccanica newtoniana è un caso speciale di quella einsteiniana?**

Sì e no. La somiglianza sta nel fatto che le teorie delle stringhe sono casi limite della M-teoria, così come la meccanica non relativistica è un caso limite di quella relativistica. La differenza invece è che c'è un solo tipo di meccanica non relativistica, mentre ci sono cinque casi limite della M-teoria, corrispondenti a cinque diverse teorie delle stringhe.

**E quale di queste corrisponde al mondo fisico?**

Io credo che non conosciamo tutti i segreti necessari a comprendere il mondo fisico: quindi, qualunque risposta le dessi sarebbe sbagliata. Ma se la domanda fosse quale teoria è la più facile da usare per modellare il mondo fisico, allora la risposta sarebbe  $E_8 \times E_8$ .

Ma forse si può fare meglio con la sua versione fortemente accoppiata (coupled), che rende conto delle situazioni in cui gli effetti non lineari o quantistici sono grandi, e che fa anch'essa parte della M-teoria.

**Tra l'altro,  $E_8 \times E_8$  predice l'esistenza di 496 bosoni di campo, cioè ... un numero perfetto!**

Certamente il mondo fisico è descritto da strutture e teorie matematiche eleganti e di grande bellezza, che hanno una loro logica interna precisa ed esigente: non sappiamo perché, ma è così. E col passare del tempo le teorie diventano sempre più stringenti e ricche: la legge dell'inverso del quadrato della distanza, ad esempio, era solo una conseguenza contingente di fatti sperimentali per Newton, ma divenne una necessità della teoria di campo per Maxwell.

**Più che alla bellezza della matematica in generale, alludevo alle considerazioni numerologiche come quelle proposte da Eddington o Dirac. Lei pensa che siano significative?**

Finora non hanno ancora avuto importanza in fisica, ma non è detto che non l'avranno in futuro. Io non mi sorprenderei troppo se la teoria dei

numeri diventasse importante per la fisica e, viceversa, se la fisica diventasse importante per la teoria dei numeri: nel 1990 sembrò, per un breve periodo, che le cose stessero appunto per prendere questa piega.

### **In che senso?**

C'è molta teoria dei numeri, anche se forse non del genere più profondo, nella teoria bidimensionale conforme dei campi, che all'epoca sembrava essere *lo* strumento essenziale per la descrizione dello spazio. Oggi la consideriamo più come *uno* degli strumenti, e sembra che l'idea giusta sia invece la dualità tra la teoria di gauge e la gravità, o la descrizione del mondo in termini di matrici: così le idee di quindici anni fa ci sembrano ingenue, perchè abbiamo imparato molto, ma magari tra quindici anni ci sembreranno ingenue quelle di oggi.

**Qualcuno si lamenta che i suoi sono ragionamenti da fisico, e non vere dimostrazioni da matematico.**

In parte hanno ragione. Il fatto è che molte idee interessanti in geometria sono venute dalla teoria quantistica dei campi, la più importante teoria fisica del Novecento, che non è affatto ben compresa matematicamente: quelle idee quindi non sono ancora state sistematizzate. Ci sono due vie complementari da seguire, per farlo: sviluppare la matematica necessaria, e comprendere meglio la fisica coinvolta. Fino ad allora, benchè la cosa sia frustrante, bisognerà accontentarsi di idee stimolanti senza dimostrazioni rigorose.

**Altri invece si lamentano che la sua è matematica pura, di interesse più metafisico che fisico.**

La teoria delle stringhe ha già giocato un ruolo importante nella fisica contemporanea, ad esempio permettendo interessanti e sorprendenti intuizioni sul problema del confinamento dei quark: il fatto, cioè, che non li si possa mai osservare isolati. Inoltre ha prodotto l'idea della supersimmetria, alcuni effetti della quale sono già stati verificati da vent'anni, anche se non si sono ancora trovate le superparticelle predette dalla teoria. In questo forse i critici esagerano un po'.

**Lei però li ha provocati, dicendo che in fondo la teoria delle stringhe predice l'esistenza della gravità ...**

Volevo proprio toccare questo punto, che a prima vista sembra banale. Il fatto è che nella teoria quantistica tradizionale la gravità è impossibile! Mentre la teoria delle stringhe la rende non solo possibile, ma inevitabile. In

altre parole, c'è una contraddizione tra la meccanica quantistica e la gravità, che la teoria delle stringhe risolve.

**Che cosa corrisponde, nella teoria delle stringhe, alle equazioni di campo di Einstein nella relatività generale, o alle equazioni d'onda di Schrödinger e Dirac nella meccanica quantistica?**

Le equazioni principali non si conoscono ancora, e questo è appunto il maggior problema aperto. Il motivo è che, invece di partire da certe idee ben definite e costruirci sopra una teoria, come fece Einstein con la relatività generale, ci siamo trovati fra le mani una teoria senza capire bene su che idee sia basata.

**E dalle equazioni della teoria si potranno ricavare, come casi speciali, quelle di Einstein, Schrödinger e Dirac?**

Chi lo sa? Bisognerebbe sapere quanto sono difficili da risolvere, una volta trovate. Ma certamente questa è una delle cose che mi incuriosiscono di più, perchè ci direbbe che cosa è veramente la teoria e ci darebbe l'ispirazione per nuove idee, sia in matematica che in fisica.

**Benchè lei voli alto in matematica, non sembra il tipico matematico che vive nelle nuvole. In particolare, lavora per la pace in Medioriente.**

Sì, questo è un problema che mi sta a cuore. Ho vissuto in Israele per un anno, quando ne avevo dodici, e da venti lavoro con un gruppo chiamato *Shalom Achshav*, "Pace Ora" ([www.peacenow.org](http://www.peacenow.org)). Una delle cose recenti che sono state fatte è un prototipo di trattato di pace tra israeliani e palestinesi, che sarà firmato ufficialmente a Ginevra tra qualche settimana. Il problema è che le delegazioni che lo firmeranno sono formate di politici che sono state al potere recentemente, ma non lo sono più ora, nè ci torneranno in tempi brevi. Ci sono persone razionali da entrambi i lati, ma le possibilità che vadano al governo sono minime: a differenza della matematica, purtroppo, la politica non si basa sulla ragione.