

La teoria delle superstringhe è scienza?

Le 40 maggiori qualità del campo unificato che possono essere equiparate alle qualità caratteristiche dei 40 aspetti del Veda e della letteratura Védica sono state derivate dalla formula matematica del campo unificato così come data dalla teoria delle superstringhe. MAHARISHI MAHESH YOGI, *Unified Field of All the Laws of Nature*

A prescindere da come si evolverà la faccenda, la storia della teoria delle superstringhe è un episodio che non ha alcun precedente nella storia della fisica moderna. Più di vent'anni di intensa ricerca, portata avanti da migliaia tra i migliori scienziati del mondo intenti a produrre decine di migliaia di lavori scientifici, non hanno condotto a una sola predizione verificabile della teoria. Questa situazione spinge a chiedersi se si possa realmente descrivere la ricerca nella teoria delle superstringhe come ricerca scientifica nel campo della fisica. La questione tende ad assumere due diversi risvolti: il primo è se la teoria delle superstringhe non debba forse essere considerata matematica piuttosto che fisica; il secondo, più drastico, pone il problema se la teoria sia realmente scienza oppure no.

Siccome passo la maggior parte del mio tempo al dipartimento di matematica, so benissimo come i miei colleghi matematici risponderebbero alla prima domanda (se la teoria delle stringhe possa considerarsi matematica). Direbbero in coro: "Certo che no!". I matematici considerano come attività essenziale della loro disciplina la formulazione precisa di teoremi su entità matematiche astratte e l'elaborazione di dimostrazioni rigorose di tali teoremi. Il fatto che la ricerca nel campo della teoria delle superstringhe faccia riferimento a entità fisiche speculative non è realmente un problema, dal momento che i matematici sono maestri nell'astrazione, e possono facilmente convertire una ben definita struttura teorica in un'altra espressa nel linguaggio della matematica astratta. Il problema è che la teoria delle superstringhe *non è realmente una teoria*, ma un insieme di *speranze che esista una teoria*. Per un matematico, "un insieme di speranze che esista una teoria"

(speranze che semplicemente esulano dalle motivazioni fisiche) senza dubbio *non* è matematica. Esattamente come in fisica, un tale insieme di speranze può, in linea di principio, essere usato come motivazione per elaborare una serie di ipotesi su ciò che è vero, ma fin quando la struttura concettuale non raggiunge il punto in cui è in grado di ottenere tale risultato, non è chiaro come sia possibile usarla realmente.

D'altro canto, molti fisici che non si occupano della teoria delle superstringhe spesso la definiscono matematica. Nella maggior parte dei casi questa è da intendersi come una caratterizzazione negativa, poiché molti fisici condividono il giudizio di Gell-Mann secondo il quale la matematica astratta corrisponde a un qualche tipo di ma-sturbazione. La teoria delle superstringhe è in gran parte ritenuta dai fisici tradizionali matematica, e dai matematici tradizionali è ritenuta fisica, e ciascun gruppo è convinto che non abbia senso nel proprio sistema di riferimento e che *presumibilmente* lo abbia nell'altro.

Una delle decorazioni preferite sulle porte degli uffici dei fisici delle particelle, verso la metà degli anni Ottanta, era un poster piuttosto grande e colorato distribuito dalla Maharishi International University. Il poster conteneva le equazioni fondamentali della supergravità in undici dimensioni, commentate con una spiegazione dettagliata della relazione di ciascun termine dell'equazione con la versione di Maharishi della filosofia indiana. L'epigrafe all'inizio di questo capitolo è presa da un documento più recente ma altrettanto pittoresco, distribuito ora online dalla Maharishi University of Management. Il nuovo documento è sì più aggiornato (la supergravità è stata sostituita dalla teoria delle superstringhe), ma alla fine sembra trattarsi della stessa zuppa.

Il personaggio principale che sta dietro tutto ciò non è il Maharishi, bensì un fisico di nome John Hagelin, studente laureato in fisica delle particelle ad Harvard verso la fine degli anni Settanta, con cui mi ricordo di aver seguito un corso di teoria quantistica dei campi. Siccome un mio compagno di stanza aveva un certo interesse per la meditazione trascendentale e conosceva Hagelin perché lo aveva incontrato nel locale centro di meditazione, mi capitò di discutere con lui. Il suo interesse per la teoria quantistica dei campi sembrava avere una connotazione particolare, dal momento che egli intendeva usarla per spiegare come gli adepti della meditazione trascendentale potessero essere in grado di levitare, ma per molti versi si comportava come la gran parte degli altri studenti.

Hagelin concluse gli studi ad Harvard un paio di anni dopo, con numerose pubblicazioni sulla fisica delle particelle all'attivo; quindi passò per qualche anno a SLAC come post-doc. Durante questo periodo lavorò all'estensione supersimmetrica del Modello standard e delle teorie di grande unificazione, collaborando con molte figure di spicco del settore e scrivendo un gran numero di articoli, alcuni dei quali citati frequentemente ancora oggi. Verso il 1984 Hagelin lasciò SLAC e si spostò alla Maharishi International University a Fairfield, nell'Iowa, dove cominciò a mettere in piedi un dipartimento di fisica. In quel periodo i dipartimenti di fisica delle particelle stampavano un gran numero di copie dei nuovi articoli dei propri membri in formato pre-print¹ e li facevano circolare negli altri dipartimenti. Durante quegli anni ho visto molti pre-print della Maharishi International University di fisica delle particelle. Nei contenuti erano indistinguibili da molte altre dispense su argomenti simili; tuttavia erano alquanto insoliti per il fatto che erano stampati su carta rosa invece che bianca.

Per tutto il resto degli anni Ottanta e nei primi anni Novanta Hagelin continuò a produrre articoli scientifici tradizionali, cercando di elaborare le implicazioni delle varie teorie di grande unificazione derivate dalla teoria delle stringhe. Verso il 1995 Hagelin aveva scritto 73 articoli scientifici, la maggior parte dei quali pubblicati su riviste di fisica delle particelle molto prestigiose; molte sue pubblicazioni sono state citate in più di un centinaio di articoli. Se si esamina la lista di questi articoli nel database di SLAC salta subito agli occhi una coppia di titoli: *La coscienza è il campo unificato? (La prospettiva di un teorico dei campi)* e *Ristrutturare la fisica dalle fondamenta alla luce della scienza vedica di Maharishi*. Osservando questi articoli si osserva che, a partire dalla metà degli anni Ottanta, Hagelin cominciò a identificare il “campo unificato della teoria delle superstringhe” con il “campo unificato della coscienza” di Maharishi. La Maharishi International University richiedeva a tutti i suoi studenti del primo anno di seguire un corso di venti lezioni introduttive sulle basi concettuali delle teorie di campo unificate, in cui presumibilmente era spiegata in dettaglio la connessione fra la teoria delle superstringhe e la coscienza. Negli ultimi anni Hagelin ha smesso di scrivere articoli di fisica e ha ottenuto una grande notorietà come candidato alla presidenza del “Partito della

¹ Formato pre-stampa. [N.d.T.]

legge naturale”, che di recente ha proposto di combattere il terrorismo con una «nuova invincibile tecnologia di difesa basata sulla scoperta del campo unificato».

Di norma ogni fisico teorico del mondo rifiuterebbe tutto ciò in quanto assurdo e frutto del lavoro di una persona un po’ strana, ma il “caso Hagelin” mostra che anche queste persone possono ottenere il dottorato di ricerca dal dipartimento di fisica di Harvard e avere un gran numero di articoli citati e pubblicati sulle migliori riviste con peer-review² di fisica teorica. Come fa il settore a proteggere se stesso da queste persone? Anche se indubbiamente Hagelin vede il suo lavoro come un tutt’uno, come si può distinguere ciò che è legittimamente scienza da ciò che invece è illusione irrazionale?

Gli esseri umani si lanciano in molti diversi tentativi per spiegare il mondo intorno a loro, ma soltanto un particolare tipo di spiegazione è generalmente considerata “scientifica”. Una spiegazione che permette di predire con successo ciò che accadrà nel corso di un esperimento riproducibile che non è mai stato eseguito prima è precisamente il tipo di spiegazione che con maggior chiarezza può essere identificata come “scientifica”. Spiegazioni che si basano su sistemi tradizionali o religiosi di credenze e che non possono essere usate per predire ciò che accadrà sono il tipo di cose che chiaramente non meritano tale attributo. Questo è anche vero per spiegazioni basate sulle illusioni o sull’ideologia, dove la fonte delle credenze è qualcosa di diverso dal pensiero razionale.

La questione se sia possibile decidere cosa sia scienza e cosa no, e in tal caso come si possa prendere tale decisione, è uno dei temi centrali della filosofia della scienza. Per distinguere ciò che è scienza da ciò che non lo è, il metodo proposto più conosciuto è il *criterio di falsificabilità* attribuito al filosofo Karl Popper. Secondo questo criterio, una spiegazione è scientifica se può essere utilizzata per fare predizioni che possono essere falsificate: vale a dire che è possibile mostrare che sono sbagliate. Il criterio di falsificabilità in alcune circostanze può essere ambiguo, perché non sempre è chiaro cosa sia da considerare come falsificazione. Le osservazioni possono essere “intrinse di teoria”, poiché è necessario un qualche tipo di teoria anche per

² La *peer-review* (letteralmente “revisione dei pari”) è il meccanismo per cui, prima della pubblicazione, si sottopone la validità scientifica di un articolo al giudizio da parte di esperti del settore (i “pari”). [N.d.T.]

descrivere ciò che si osserva in un esperimento; ma questo problema non sembra essere qui oggetto di discussione.

Mentre i modelli specifici possono essere facilmente falsificati, la questione se si possa falsificare una struttura teorica generale è più sottile. Nel corso degli anni sono stati riportati molti risultati sperimentali preliminari in disaccordo con le predizioni del Modello standard. In ognuno di questi casi era generalmente possibile formulare un'estensione del Modello standard che fosse in accordo con i nuovi risultati, al costo di aumentare sensibilmente la complessità della teoria. Nessuno di questi risultati sperimentali ha mai resistito, poiché analisi più accurate hanno sempre mostrato che in realtà non era necessaria alcuna estensione del Modello standard. Data una qualche struttura teorica, si può quasi sempre trovare il modo di farle corrispondere un risultato sperimentale, a patto di ammettere l'uso di modelli arbitrariamente complicati all'interno di tale struttura. L'estetica interviene nel problema se una data struttura sia falsificabile, poiché si deve restringere l'attenzione a modelli relativamente semplici e naturali. Se si permettono costruzioni estremamente complesse e barocche, si può ottenere in quasi tutti i casi un risultato sperimentale in accordo con la teoria.

Il Modello standard è un esempio eccellente di teoria falsificabile, poiché è uno dei modelli più semplici di questo tipo, e può essere usato per generare un insieme pressoché infinito di predizioni relative a risultati di esperimenti di fisica delle particelle, ciascuno dei quali può essere controllato in modo non ambiguo. Al contrario, la teoria delle superstringhe al momento è indiscutibilmente un esempio di teoria che non può essere falsificata, dal momento che non fa alcuna predizione. Nessuno ha ancora elaborato un modello in seno alla struttura della teoria delle superstringhe che sia in accordo con fatti noti della fisica delle particelle. Tutti i tentativi in questo senso hanno portato a costruzioni molto complicate che mostrano tutte le caratteristiche tipiche di quando si cerca di accordare una struttura teorica inappropriata ai risultati sperimentali. Allo stesso tempo, a causa della mancanza di una teoria non perturbativa, la struttura della teoria delle superstringhe rimane troppo poco compresa perché tutti siano sicuri di quale tipo di modello realmente consistente possa prendervi posto.

Il teorico delle superstringhe Joseph Polchinski, parlando nel 1988 a una conferenza cui erano presenti perlopiù fisici sperimentali, affermò: «Sono sicuro che tutti gli sperimentali si stanno chiedendo:

“Come posso falsificare la teoria delle stringhe? Come posso cacciarla via e non farle fare più ritorno?”. Be’, non potete... O almeno non ancora»³.

Secondo il criterio di falsificabilità, la teoria delle superstringhe non sembrerebbe essere una scienza, ma la faccenda è un tantino più complessa. Il punto delicato è quel “non ancora” detto da Polchinski. Molta attività teorica degli scienziati è speculativa, nel senso che consiste nel porsi domande del tipo: “Se assumessi che X fosse vero, potrei costruire una teoria basata su tale assunzione?”. Questo è proprio il genere di cose in cui gli scienziati spendono molto del loro tempo, e immagino non le si voglia catalogare come “non scientifiche”. La teoria delle superstringhe è un tentativo speculativo di questo tipo. I teorici che lavorano in quest’area prendono in considerazione un’assunzione decisamente speculativa, secondo la quale si dovrebbe sostituire la nozione di particella elementare con quella delle stringhe o di oggetti più esotici, e cercare di vedere se su questa assunzione è possibile costruire una teoria scientifica in grado di fare previsioni falsificabili.

La generalizzazione della nozione di “scientifico” che includesse tali speculazioni renderebbe certamente la teoria delle superstringhe una scienza. Ma ce la sentiamo di dire che tutta questa attività speculativa è scientifica? Una storiella molto amata dai cosmologi recita più o meno così (questa versione è di Stephen Hawking, ma ce ne sono molte altre):

Un famoso scienziato (alcuni dicono Bertrand Russell) una volta stava tenendo una lezione di astronomia aperta al pubblico. Egli descrisse come la Terra orbita intorno al Sole, e come il Sole, a sua volta, orbita intorno al centro di quel grande insieme di stelle che è la nostra galassia. Alla fine della lezione una vecchia signora minuta al fondo della sala si alzò e disse: «Ciò che lei ci ha raccontato sono solo sciocchezze. Il mondo in realtà è un foglio piatto sostenuto dalla schiena di una tartaruga gigante». Lo scienziato, prima di replicare, fece un sorrisetto di superiorità. «E su cosa si reggerebbe la tartaruga?». «Lei è molto astuto, giovanotto» disse la vecchina. «Ma sotto sotto ci sono sempre le tartarughe!».⁴

Mentre i fisici gradiscono molto questa storia e le sue diverse varianti (spesso al posto di Bertrand Russell si trovano William James o Ein-

³ Polchinski, 1998.

⁴ Hawking, 1988, p. 1.

stein), una versione analoga è molto famosa fra gli antropologi. Questa versione si deve a Clifford Geertz, e recita più o meno così:

C'è una storia indiana – almeno a me l'hanno venduta come storia indiana – su un uomo inglese che, essendogli stato raccontato che il mondo poggiava su una piattaforma che poggiava sulla schiena di un elefante che a sua volta poggiava sul dorso di una tartaruga, chiese (forse era un etnografo; questo è il loro modo di comportarsi...) su cosa poggiasse la tartaruga. «Un'altra tartaruga» fu la risposta. «E quest'altra tartaruga?». «Ah, Sahib, dopotutto, sotto sotto, ci sono sempre le tartarughe».⁵

Geertz racconta la storia per fare una considerazione sull'“antifondamentalismo”, e continua scrivendo:

E non sono neanche mai arrivato fino in fondo in nulla che io abbia mai scritto, né nei saggi seguenti né da nessun'altra parte. L'analisi culturale è intrinsecamente incompleta. E, ciò che è peggio, è che quanto più si va in profondità, tanto meno essa risulta completa.

La fisica delle particelle, a differenza dell'etnografia, è molto più una scienza che si suppone abbia delle fondamenta, e quanto più a fondo ci si inoltra in tali fondamenta, tanto più si ritiene che la teoria sia completa. Il Modello standard è una teoria che fornisce le fondamenta per la previsione e la comprensione di una vasta gamma di fenomeni. Si crede che la ricerca corrente sia focalizzata tanto a puntellare quei punti in cui le fondamenta sono un po' traballanti quanto a trovare una teoria ancora più completa.

Per scegliere una forma un po' meno strampalata della teoria della tartaruga, cosa accadrebbe se io decidessi di supporre che, a distanze sufficientemente piccole, la fisica dovrebbe essere descritta non in termini di particelle, stringhe ecc., ma di tartarughe? Se io annunciassi che sto analizzando la prospettiva di una teoria unificata elaborata sull'assunzione che il mondo sia costituito di tartarughe estremamente piccole, e che da questa assunzione spero di derivare il Modello standard e calcolarne i parametri indeterminati, molte persone direbbero che io sicuramente non sto facendo “scienza”. D'altro canto, se dopo pochi mesi di lavoro io fossi in grado di derivare i parametri del Modello standard dall'assunzione delle tartarughe,

⁵ Geertz, 1973.

allora la gente dovrebbe cambiare opinione e ammettere che in realtà io ho fatto della scienza. Pertanto la questione se una data attività speculativa sia scienza non sembra ammettere una risposta assoluta; essa dipende piuttosto dal sistema generale di opinioni della comunità scientifica e dalla sua evoluzione associata alle nuove scoperte teoriche e sperimentali fatte dagli scienziati. La ricerca speculativa su un problema che fa uso di un approccio definito non perseguibile e irragionevole da molti scienziati che hanno riflettuto a lungo e profondamente sul problema forse non dovrebbe essere considerata ricerca scientifica, soprattutto se si protrae per anni senza dare alcun segno di poter fornire alcunché. D'altro canto, se una grossa parte della comunità scientifica non considera un'idea speculativa irragionevole, allora si deve ritenere che coloro che perseguono tale speculazione stiano facendo della scienza.

La speculazione conosciuta come teoria delle superstringhe continua ad essere qualificata come scienza secondo questo criterio, dal momento che una grossa fetta di teorici la considera un'assunzione ragionevole su cui lavorare. Il motivo per considerarla tale è soprattutto sociale, e poggia le sue basi nel giudizio condiviso da molti fisici, ma non da tutti. Nel caso della teoria delle superstringhe ci sono molti fisici che credono che le assunzioni speculative coinvolte siano probabilmente sbagliate, e che sia semplicemente impossibile sperare di poter ottenere da queste una teoria predittiva. I teorici delle superstringhe sono ben consapevoli che questo è un acceso motivo di discussione nella comunità fisica, e che se la teoria dovesse continuare a non essere in grado di predire nulla, a un certo punto sarebbe necessario smettere di chiamare ciò che essi fanno "scienza".

Le perplessità che molti hanno in merito alla teoria delle superstringhe sono spesso espresse come la preoccupazione che la teoria corra il pericolo di diventare una religione piuttosto che una scienza. Glashow è uno dei fisici che hanno espresso pubblicamente questa preoccupazione:

Forse ho gonfiato il caso suscitato dalle affermazioni dei teorici delle stringhe in difesa della loro nuova versione di teologia medievale, in cui gli angeli sono sostituiti da varietà di Calabi-Yau. Il rischio, ad ogni modo, è evidente. Per la prima volta è possibile individuare come la nostra nobile ricerca possa giungere alla fine, e come ancora una volta la Fede possa rimpiazzare la Scienza.⁶

⁶ Glashow, 1986, p. 143-153.

Ho sentito un'altra versione di questa preoccupazione espressa da molti fisici, secondo cui la teoria delle superstringhe starebbe diventando un vero e proprio "culto" di cui Witten sarebbe il "sacerdote". Per fare un esempio di questo tipo di visione, ricordiamo i commenti di Magueijo sulla teoria-M citati precedentemente. Alcuni stringhisti esprimono le loro convinzioni nell'ambito della teoria delle stringhe in termini religiosi. Ad esempio un teorico della facoltà di Harvard era solito concludere così tutti i suoi messaggi di posta elettronica: «La teoria delle superstringhe/teoria-M è il linguaggio in cui Dio ha scritto il mondo». Il teorico delle stringhe e scrittore Michio Kaku, intervistato in una trasmissione radiofonica, espresse le idee di base della teoria delle stringhe in questo modo: «La mente di Dio è musica che risuona attraverso un iperspazio di undici dimensioni»⁷. Alcuni fisici, scherzando, hanno affermato che, almeno negli Stati Uniti, la teoria delle stringhe potrà sopravvivere richiedendo al governo federale fondi in quanto "iniziativa basata sulla fede". Negli anni recenti la fondazione Templeton, dedicata alla promozione del riavvicinamento della scienza e della religione, ha promosso conferenze che hanno visto la partecipazione di molti teorici delle stringhe. La preoccupazione di Glashow sulla possibilità che la teologia sostituisca la scienza sembra essere alle volte molto seria.

Personalmente io non credo che le categorie di culto o di religione siano particolarmente appropriate in questa circostanza, dal momento che esse fanno riferimento ad attività umane con caratteristiche decisamente differenti da quello che sta avvenendo nella comunità fisica. D'altro canto, mentre gli anni passano e diviene sempre più chiaro che la teoria delle superstringhe ha fallito come possibile strada verso l'unificazione, il rifiuto di riconoscere questa differenza comincia ad assumere connotazioni se possibile più inquietanti. Come abbiamo visto, non esiste un modo chiaro per separare nettamente ciò che è scienza da ciò che non lo è sulla base di questioni prettamente umane, relative a quello che la gente sceglie di credere e perché. La scienza, seguendo questo metodo, non ha alcuna garanzia di immunità nei confronti di pericoli generati dai comportamenti di natura religiosa di cui gli esseri umani possono essere preda. Stringenti norme di razionalità sono necessarie e devono essere continuamente fatte rispettare per assicurare che la scienza continui a meritare questo nome.

⁷ Kaku, 2004b.