

RIVISTA TRIMESTRALE DI ANALISI E CRITICA

NUOVA CIVILTÀ DELLE MACCHINE



ANNO XIX - N°4 - 2001 - € 7,75

LEGGI DI NATURA E TEORIE DELLA MENTE Umberto Bottazzini, Claudio Pizzi, Alberto Artosi, Vincenzo Fano, Felice Cimatti, Mauro Dorato, Paolo Artuso, Giuseppe Lanzavecchia, Albertina Oliverio, Luciano Bazzocchi, Carlo Andreoni, Jacopo Bulgarini d'Elci, Pasquale Rotunno.

Rai  Eri



presumibilmente si lascerebbe riassumere in una equazione fondamentale, forse nel concetto stesso di «superstringa» o, piú brevemente, come scrive Greene, «stringa» (e perché no: «S»). Emerge un quadro all'interno del quale la rappresentazione scientifica del mondo sembra richiedere una identificazione col mondo stesso e postulare nel contempo un percorso di riduzione dell'universo a principi di logica, che il pensiero può cercare di afferrare. Attraverso quale isomorfismo un universo – eventualmente composto di innumerevoli universi – può essere rappresentato in un libro, in una pagina, in una formula – al limite, in una lettera? Diciamo subito che la teoria delle superstringhe, chiave di volta del lavoro di Greene, non è completa: la sua legge fondamentale non è ancora formulata e nessuno sa se finirà per diventare davvero la teoria ultima della nuova fisica, la teoria del tutto (TOE: theory of everything). Greene ritiene che sia tuttavia la miglior candidata a fondere insieme relatività generale e meccanica quantistica, teorie di campo e teorie delle particelle, ritrovando quella visione unitaria che è mancata alla fisica del '900. L'intera teoria si muove sulla fiducia che una formula definitiva e incondizionatamente valida possa esistere, e di tale formula, benché ancora ipotetica, esplora tutte le condizioni e i prerequisiti. La perfezione – del mondo, della teoria, della formula – è quindi innanzi tutto una convinzione, un ideale, un atto ermeneutico. Corrisponde all'idea che la conoscenza profonda dell'universo fisico richieda l'armonia di soggetto e oggetto, il senso di appartenenza al cosmo che si intende rappresentare, la convinzione quasi mistica di essere adatto a

rappresentarlo nelle sue strutture di fondo. L'apparato concettuale e matematico non è teso a forzare un scigno incastonato tra le pieghe della natura, ma è volto a dipanare la trama stessa del pensabile, e quindi del possibile. La ricerca fisica di frontiera sembra così postulare un atto filosofico fondante: il mondo è così perché non potrebbe essere altrimenti; i fatti contingenti mascherano una struttura elementare originaria; la semplicità non è solo una economia di pensiero, ma il criterio logico-estetico del comportamento della materia.

Che garanzia abbiamo che l'universo sia davvero semplice ed elegante? Ovviamente, nessuna: la nostra pretesa potrebbe risultare avventata. Greene avanza tuttavia due considerazioni: 1) le rivoluzioni scientifiche piú importanti, da Galileo in poi, hanno semplificato e resa piú armonica la nostra visione del cosmo, attraverso una generalizzazione, la rivelazione di una ulteriore simmetria, oppure l'unificazione di teorie frammentarie o addirittura contraddittorie; 2) il fisico a volte non ha altra scelta che seguire il suo intuito, il suo senso estetico: in una parola, di fare ciò che piú lo soddisfa. Quando gli fu chiesto cosa avrebbe pensato se le prove sperimentali avessero finito per contraddire la relatività generale, Einstein rispose: «In quel caso mi sarebbe davvero dispiaciuto per il buon Dio, perché la mia teoria è giusta». «Einstein voleva dire – commenta Greene – che la sua teoria ha una tale eleganza e profondità, e riposa su idee tanto semplici eppure geniali, che è difficile pensare che la natura la ignori. La relatività generale è troppo bella per essere sbagliata» (p. 144). Si tratta di un atteggiamento diffuso: «proprio come accade nell'arte, le simmetrie

BRIAN GREENE, *L'universo elegante*, Einaudi, Torino 2000, pp. 396, € 51,13.

L'universo elegante di Brian Greene è un libro perfetto che descrive un universo perfetto. Allo stesso modo, se questa fosse una recensione perfetta potrebbe cogliere interamente l'essenza del libro; tale essenza

in fisica danno un senso di appagamento, perché mostrano ordine e coerenza» (p. 146). Il giudizio estetico ha quanto meno un valore euristico: se fornisce risultati proficui, la domanda se l'universo sia *in sé* elegante potrebbe non aggiungere niente di significativo. «Soprattutto in un'epoca in cui le teorie si occupano di fatti sempre più difficili da verificare sperimentalmente – conclude Greene – il criterio estetico è spesso usato per decidere la strada da seguire, evitando vicoli ciechi e percorsi infruttuosi. Fino a oggi, questo metodo si è dimostrato una guida utile e profonda» (p. 145).

In tutti i casi, lo spessore del libro di Greene non dipende da postulati epistemologici, e forse neanche dalla effettiva solidità della teoria delle stringhe; deriva piuttosto dalla limpidezza con cui individua i nuclei concettuali, i problemi e i contrasti dei principali apparati teorici della fisica del '900. I percorsi, non sempre lineari, seguiti da Einstein, Bohr, De Broglie, Schrödinger, Heisenberg, per giungere fino a Feynman, Gleshow o Hawking, sono rivisitati con rara efficacia e con una sorprendente capacità di mettere a fuoco il problema senza ricorrere a formalismi troppo specialistici. Il libro diventa così, in molte parti, un ottimo compendio di fisica teorica, corredato persino di un buon indice analitico.

Greene intende mostrare che la fisica contemporanea non riesce ancora a conciliare relatività generale e meccanica quantistica, sia nell'interpretazione degli eventi sub-atomici sia nella visione d'insieme di tutto l'universo, dalla sua origine ai suoi esiti finali: nei casi limite, le equazioni generano valori infiniti che non trovano interpretazioni coerenti. La teoria delle superstringhe, per

quanto possa apparire stravagante, è ormai l'unica candidata a risolvere le contraddizioni e ad unificare elettromagnetismo e gravità in una spiegazione omogenea. L'idea di base della teoria consiste nel supporre che lo spazio non sia suddivisibile all'infinito, ma, in sintonia con l'atomismo degli antichi Greci, sia costituito da elementi ultimi, con una dimensione minima corrispondente alla lunghezza di Planck (10^{-33} cm, miliardi di volte più piccola di un nucleo atomico). Tali elementi, rappresentabili come filamenti unidimensionali chiusi ad anello, vibrano con intensità e frequenze specifiche, dando origine alle particelle elementari e alle forze note. La dimensione non nulla delle stringhe permette di stabilire un limite inferiore al campo di dominio delle equazioni relativistiche, e nello stesso tempo evita i paradossi della fluttuazione quantistica, la quale diviene incontrollabile al di sotto della lunghezza di Planck. Come in Democrito, la varietà degli eventi è rimandata ad un unico substrato, non ulteriormente scomponibile, che si differenzia non per qualità ma per forma: nel caso delle stringhe, solo per la frequenza e l'intensità della vibrazione di ciascuna. Come in Pitagora, la materia non è inerte, ma sprigiona una musica celeste, una armonia cosmica. «Con le superstringhe, la metafora diventa straordinariamente vera: secondo questa teoria, il mondo microscopico è pieno di piccole corde di violino, i cui modi di vibrazione orchestrano l'evoluzione del cosmo. I venti del cambiamento, in questo scenario, spirano in un mondo soffuso di melodie» (p. 117).

Rappresentare le particelle e la loro energia attraverso le leggi matematiche dei corpi

vibranti richiede però alcune soluzioni ad hoc, consistenti in particolare nel far vibrare le stringhe, oltre che nelle quattro dimensioni spazio-temporali ordinarie, anche in sei dimensioni «nascoste». Il nostro universo avrebbe cioè nove dimensioni spaziali, di cui solo tre «espansive»: le altre sono dimensioni «curve», che si estendono – se così si può dire – appena al di sopra della lunghezza di Planck. Se anzi immaginiamo che anche le tre dimensioni ordinarie siano «curve» (nel senso della geometria di Riemann) e abbiano la stessa estensione dell'universo, oggi 15 miliardi di anni luce, si apre un'ipotesi ancora più sorprendente. Possiamo infatti supporre che il big bang non sia partito da un universo puntiforme, inconcepibile per ogni tipo di fisica, ma da un universo discreto in cui *tutte le dimensioni* spaziali erano della lunghezza di Planck. Il big bang, per ragioni statisticamente giustificabili, avrebbe interessato solo tre dimensioni, lasciando immutate le altre.

Poiché eventi che si svolgono in dimensioni di raggio così limitato sono virtualmente non sperimentabili, in quanto per il principio di indeterminazione si richiederebbero energie pressoché infinite, si comprende che la teoria delle dimensioni «arrotondate» è ad hoc in senso molto forte. Anche qualora la teoria delle superstringhe ricevesse conferme sperimentali indirette (nel 2010 il nuovo acceleratore di Ginevra potrebbe rivelare nuove particelle pesanti che la teoria prevede), nessun esperimento sarebbe in grado di controllare l'esistenza di eventi all'interno di una dimensione «nascosta». Si potrebbe pensare di considerarla solo un *éscamotage* matematico per svolgere i calcoli, e non una «vera» dimensione.

Eppure, per chi lavora alle frontiere della teoria (e Greene è uno di questi) una interpretazione in chiave puramente «strumentalista» non sarebbe soddisfacente. Il vantaggio della teoria delle stringhe non è di tipo strumentale (per la verità, non ci sono ancora previsioni quantitative specifiche, perché il margine di approssimazione delle equazioni è ampiamente al di sopra della precisione necessaria), ma esplicativo: essa intende descrivere il meccanismo che realmente sta sotto il multiforme comportamento delle particelle, riportando le loro bizzarrie ad un'unica causa.

La propensione a ricorrere ad ipotesi ad hoc si è confermata nella cosiddetta seconda rivoluzione delle superstringhe. Quando nel 1995 le cinque versioni della teoria si sono confrontate, Edward Witten ha proposto di non considerarle in competizione: ha dimostrato che potevano essere unificate in una teoria di ordine superiore (la M-teoria) *aggiungendo una dimensione supplementare*. In definitiva, l'universo possiederebbe una dimensione temporale e 10 dimensioni spaziali (di cui 7 arrotolate): in tal modo le discrepanze tra le versioni precedenti diventano, per così dire, «punti di vista» all'interno della dimensione aggiunti-

va. La supersimmetria della M-teoria consente di utilizzare l'una o l'altra delle cinque versioni a seconda della natura del problema e della difficoltà matematica dell'approccio. Contrariamente però al caso classico in cui l'ipotesi ad hoc complica la struttura esplicativa, come un nuovo epiciclo sovrapposto alla teoria tolemaica, qui si ha un aumento di simmetria e una unificazione di procedure matematiche le quali finiscono per allinearsi sul medesimo risultato.

Sottolineiamo un ultimo punto che meriterà una riflessione epistemologica approfondita. La teoria delle superstringhe non soltanto intende riportare le differenze qualitative tra particelle elementari – per esempio, tra elettrone e fotone, tra neutrino e muone – a differenze di vibrazione di stringhe altrimenti identiche, ma spera anche di giustificare le costanti sperimentali che caratterizzano il nostro universo. In altre parole, le 19 costanti fisiche fondamentali (tra cui i rapporti di massa delle particelle elementari) non rappresenterebbero dei dati di fatto, ma esprimerebbero relazioni puramente logiche e matematiche, così come *pi greco* non indica una caratteristica empirica dello spazio, ma un rapporto interno alla geometria euclidea. Nel caso più favorevole, tutto l'uni-

verso sarebbe deducibile da un nucleo teorico, senza necessità di guardare fuori dal finestrino. L'universo perfetto (l'universo elegante) non avrebbe alcuna caratteristica strutturalmente contingente: in esso ogni cosa troverebbe la sua ragion d'essere all'interno della teoria di base. Il nostro non sarebbe uno degli universi possibili (eventualmente, come sosteneva Leibniz, il migliore), ma, come in certa teologia, l'unico possibile, in quanto l'unico perfetto. Se invece una qualche costante non fosse riconducibile all'essenza della teoria e dell'universo che essa rappresenta, ciò aprirebbe la strada ad infiniti universi paralleli, uno per ciascun possibile valore della costante stessa. In tal caso, però, come nota Greene, varrebbe comunque il principio antropico, per il quale poiché l'uomo esiste, il mondo deve essere tale da permettere la sua presenza. Il *nostro* universo ha proprio quella costante, perché si tratta dell'unico valore che consente quella particolare aggregazione, quel particolare atomo di carbonio, quella particolare storia evolutiva che ci ha portato a guardarci attorno e a dire: il cielo stellato sopra di noi.

LUCIANO BAZZOCCHI