

# A prova di errore

Alberto Bolognesi

## ***Di tutto e di nulla***

Un'antica ruggine corre fra i sostenitori dell'oggettività della scienza e gli assertori del carattere relativo, limitato e parziale di ogni conoscenza.

Il celebre teorema di Gödel, la dimostrazione che perfino all'interno della matematica esistono proposizioni indimostrabili, pesa sulle valutazioni dei contemporanei come una spada di Damocle. Karl Popper contesta la possibilità di acquisire verità scientifiche dal semplice accumulo di testimonianze congruenti e sostiene che una sola prova contraria è sufficiente a decretarne la falsificazione. La fragile cosmologia, ma la stessa astronomia extragalattica sarebbero così esposte alla confutazione, impossibilitate come sono di effettuare una qualsiasi verifica o misurazione diretta. Solo Thomas Kuhn, filosofo di Cincinatti, offre un brodino ai fabbricanti di universi delineando "un cammino della ragione" attraverso fasi di "scienza normale" e momenti di "rottura rivoluzionaria"<sup>1</sup>.

Eppure il Big Bang è diventato il capolinea di tutta la fisica. Qualcuno scommette che si mangerà non solo il Diavolo, ma l'astronomia, la chimica e la biologia, la logica, la filosofia e la religione. Stephen Hawking, tanto per citarne uno, è convinto che sarà possibile giungere a una Teoria Unitaria prima del Duemila "in grado di spiegarci in modo chiarissimo la totalità del reale", mentre i nuovi atomisti John Schwarz del Caltech e Michael Green dell'Imperial College di Londra ritengono di poter ridefinire il tessuto della materia "e la stessa singolarità iniziale" con entità irriducibili di forma anulare e di dimensioni di circa  $10^{-33}$  centimetri. Questi anelli o "Supercorde" non sarebbero né corpi, né energia e neppure geometria, ma tutte e tre le cose insieme.

Le Supercorde godono di crescente considerazione fra i ricercatori della Teoria del Tutto (Theory of Everything), anche se non mancano gli scettici eccellenti come il premio Nobel Sheldon Glashow, che ne invoca l'immediato ritiro dalla circolazione. Intanto bisogna farle vibrare - nota Glashow - e poi occorre ipotizzare uno spazio-tempo a dieci e più dimensioni e una quantità di nuove particelle. "Non che questo ci spaventi: noi teorici siamo in grado di inventarci ogni sorta di spazzatura con cui riempire l'universo"<sup>2</sup>. "Le supercorde sono fuori dalla scienza e i suoi ideatori navigano in acque puramente speculative" prosegue Glashow, che si accontenta di aver dimostrato assieme a Weinberg e Salam (anch'essi insigniti del Nobel) l'esistenza di un legame fondamentale fra l'elettromagnetismo e la forza nucleare semplice. Viene anche accreditato di aver fatto luce sul primo diecimiliardesimo di secondo dell'universo, ma lui fa spallucce e preferisce non parlare di cosmologia.

Su posizioni molto più critiche si colloca un altro premio Nobel, Philip Anderson, impegnato sul fronte della materia condensata. Anderson non crede che una Teoria Unitaria sia mai in grado di spiegare soddisfacentemente il mondo. Il dominio di validità delle leggi fisiche si imbatte in irriducibili contraddizioni quando si passa da una scala cosmica a un'altra: occorrono concetti, parametri e linguaggi del tutto differenti. "La realtà ha una struttura gerarchica - dice Anderson - e ogni livello di scala mostra caratteri peculiari, indipendenti e talora antitetici rispetto ad altri... Non si deve cedere alla tentazione di credere che un buon principio generale valido a un dato livello debba valere a tutti i livelli"<sup>3</sup>.

Ancora più intransigente è l'informatico dell'IBM Rolf Landauer: "La pietra filosofale non esiste!", e con lui concorda una nutrita schiera di scienziati e di astronomi osservativi, ansiosi di riprendersi l'universo dopo le frettolose nozze con la microfisica.

Ma sono molto più numerosi quelli che credono nell'indissolubilità di questo matrimonio. "Quando c'è un sacramento di mezzo - ride Dave Crawford, astronomo del Kitt Peak - non c'è ripensamento che tenga". Bisogna camminare insieme, ormai, andare a ritroso nel passato quando le galassie erano così vicine da formare un unico impasto primordiale e anzi spingerci senza timore dentro la singolarità iniziale, il punto privo di dimensioni da cui sarebbe sgorgato l'universo.

---

<sup>1</sup> Thomas Kuhn, "La Struttura delle Rivoluzioni Scientifiche", 1962

<sup>2</sup> Sheldon Glashow, "Desperately seeking superstrings" in Physics Today. La frase fu ripetuta integralmente al Convegno di Cambridge sulla materia oscura.

<sup>3</sup> Philip Anderson, "More is different", Science 1972.

La maggioranza sembra aver fatto la sua scelta, almeno per il momento, e la materia increata non interessa più. Molto più stimolante la creazione. Ormai non importa tanto stabilire se una storia è vera o falsa: quel che conta è descriverla bene.

Alexandr Vilenkin è un nome importante in cosmologia. È un emigrato dalla Russia, ha fatto tappa in Italia e ha trovato lavoro in America attraverso un'inserzione. Ha studiato Zeldovic, ha fatto fortuna col "nulla", con le "bolle" e con la "schiuma".

Cos'è il nulla? "Nulla - risponde pacatamente - Né tempo né spazio. Né energia né geometria". L'opposto delle supercorde? "Nulla" - ripete inesorabile. E poi precisa: "Io ho trattato solo corde di Turok"<sup>4</sup>.

Infatti ci sono corde e (super) corde, e come c'è una Teoria del Tutto così c'è una Teoria del Nulla (Theory of Nothing). Qui le corde non sono "super", non cause ma conseguenze. Le si può descrivere come una maglia di spaccature dello spazio-tempo, sottilissimi budelli di dimensioni inferiori a una particella, in cui permangono le condizioni energetiche del botto iniziale. Ma Vilenkin guarda molto più in là delle corde, anzi molto più indietro: il suo punto di vista è che "l'universo sia una fluttuazione del nulla", lo stesso che rese famoso uno studente di fisica americano per via della grassa risata che seppe suscitare ad un convegno di cosmologia<sup>5</sup>.

Nel suo "Creation of Universes from Nothing" (Physics Letters, 1982) Vilenkin esamina senza ironia la possibilità che l'universo - anzi più universi - possa emergere dal nulla senza violare alcuna legge di conservazione. Come una "bolla" o come un'increspatura emergente dal vacuum dell'eternità, dall'omogeneità perfetta, dalla "Supersimmetria". Bolla o bolle accidentali ma reali in mezzo a tanta schiuma virtuale o impossibile che ricollasse continuamente nell'oceanico nulla: bolla o bolle che una volta emerse devono tuttavia soggiacere a leggi fisiche preesistenti. Dunque le costanti fisiche sono quelle che sono perché questa "bolla" è quello che è? Vilenkin ne dubita. Fosse stato un po' diverso, forse quest'universo non ce l'avrebbe fatta: il Nulla ha un inprint, non la materia.

### ***Materia e Vita***

Anche Heinz Pagels, fisico delle particelle, si chiede da dove vengano le costanti della fisica. "Chi dice al vuoto che a certe condizioni può partorire un possibile universo?" D'altra parte Pagels se la prende col Principio Antropico e sostiene che questa storiella non ha fornito neanche un elemento, neanche un numero a sostegno delle proprie argomentazioni. "La vita non è un principio selettivo che domina sulla materia - scrive nel suo citatissimo libro "Perfect Symmetry", ma una conseguenza".

L'idea grezza è che se la vita è una proprietà della materia, anche Aladino dev'essere fuoriuscito dalla sua lampada: forse esistono regole semplicissime in grado di combinarsi e di generare quei sistemi complessi che noi chiamiamo "vivi". Il complessologo Christopher Langton dice che se un programmatore fornisse un mondo di molecole sintetiche in grado di seguire queste regole, esse si organizzerebbero spontaneamente, alimentandosi, riproducendosi ed evolvendosi. "Sarebbero vive, anche se stanno dentro un calcolatore".

Così la querelle mai risolta fra vitalisti e meccanicisti viene trasferita dalla filosofia alla scienza e da questa ai calcolatori, nella speranza di arrivare a una chiarificazione finale. Con toni più sfumati e su fronti paradossalmente invertiti, con algoritmi, nozioni di cosmologia, di biologia molecolare e di ingegneria genetica, la discussione va avanti generando nuovi mostri e rispolverando antichi steccati.

Vicino a Pagels è l'evoluzionista di Harvard Stephen Jay Gould il quale sostiene che la vita non è plasmata da leggi deterministiche ma da circostanze imprevedibili. Gould è un biologo e si riferisce al fenomeno della vita organica più che all'universo intero, ma anche qui sembra affiorare un'adesione al causalismo casuale che sa di meccanica quantistica e di Big Bang supersimmetrico.

E scatta la rappresaglia. Philip Anderson si rifà vivo per protestare che "la biologia non è chimica applicata", mentre il grande biologo francese Jacques Monod avverte che "la vita è altamente, anzi palesemente improbabile".

E poi c'è Stuart Kauffman, esperto di vita artificiale, che dal "fronte di guerra" spara bordate di meccanicismo vitalistico quasi senza accorgersene. Kauffman è convinto che la natura sappia

---

<sup>4</sup> Neil Turok inglese, fra i principali teorizzatori delle corde cosmiche.

<sup>5</sup> Ed Tyron, oggi professore all'Hunter College di New York. Autore di "Is the Universe a Vacuum Fluctuation?", Nature 246.

benissimo quel che deve fare, secondo un codice, anzi una vera e propria "tendenza universale", un "anti-caos", "una nuova forza fondamentale" che rivaleggia con il disordine e con il secondo principio della termodinamica. (!)

Nel suo libro "At Home in the Universe" (1995) Kauffman prende le distanze anche da Monod e dall'"improbabilità della vita": dice che l'origine biologica e la sua evoluzione è in un certo qual senso inevitabile, assai più volontaria della semplice selezione naturale.

Il Principio Antropico è una vecchia idea che torna sempre sopra il suo ultimo volo: l'ultima volta fu riproposto dai medici di Montpellier alla fine del Settecento e venne inserita nella celebre "Encyclopédie"<sup>6</sup>. Costoro immaginarono l'essenza vitale come una forza inconsapevole, come un principio spontaneo e organizzatore che agisce a livello molecolare. E, in fondo, la stessa "nuova forza fondamentale" che oggi reclama Kauffman, la stessa che solo ieri, con infinite sfaccettature, coinvolse Bergson, Driesch, Reinke e tanti altri. Occorre tuttavia ricordare che fin dalla sua enunciazione questo principio trovò la strada in salita, perché di lì a pochi anni (1828) venne realizzata la sintesi dell'urea a partire dai soli elementi inorganici.

Ma Kauffman tiro dritto per la sua strada e documenta attraverso raffinate simulazioni al calcolatore che quando un insieme di sostanze raggiunge un certo livello di complessità o di "interconnessione", esso compie una transizione spontanea, un vero e proprio cambiamento di fase. Le molecole prendono a combinarsi in molecole più grandi, di complessità crescente proprio come se eseguissero un piano. È questa "capacità autocatalitica", conclude Kauffman, e non la formazione accidentale di una molecola capace di replicarsi che ha portato alla vita.

Ci prova Murray Gell-Mann a mettere d'accordo tutti sul linguaggio da adottare: "La natura probabilistica della meccanica quantistica - dice nel suo libro "The Quark and the Jaguar" - permette all'universo di dispiegarsi in un numero infinito di modi, in alcuni dei quali si presentano condizioni favorevoli alla comparsa di fenomeni complessi". Alla vita nelle galassie, e giù giù fino a noi, a questo piccolo pianeta. Ma la quadratura del cerchio non è raggiunta: GellMann ha un bel dire che non c'è bisogno di "una nuova forza" per spiegare fenomeni complessi come la vita e "che il secondo principio della termodinamica consente di per sé la crescita temporanea dell'ordine e della complessità in sistemi relativamente isolati"... Riaffiora il dilemma di Pagels che poi, in fondo, è lo stesso che ha fatto grande Aristotele: CHI determina le costanti della fisica? Già, chi detta le leggi alla termodinamica, chi fissa la massa dell'elettrone o la varietà dei quark? E chi ispira Murray Gell-Mann?

Viene in mente Dio, per la gioia di Allan Sandage, o il serial di "Alien" per i patiti della fantascienza, col sinistro quesito della sua eroina: "Chi depone le uova?"

### ***A prova di errore***

Marco ha tredici anni, occhi a mandorla e capelli neri lucenti che ha ereditato dalla madre filippina. Da grande vuol fare l'astronomo o l'informatico, ed è un appassionato di "lenti gravitazionali".

"Forse Dio non esiste - mi dice con la sua vocetta un po' stridula - perché sennò lo avremmo già visto dietro l'universo".

"Non ti aspetterai un vecchio con la barba bianca o un occhio triangolare!" - mi affretto a rispondergli. "Ma quello che è più strano - prosegue ignorando la mia battuta - è che siccome ogni linea di vista nel cielo termina nel Big Bang, la luce della creazione dovrebbe essere amplificata e noi dovremmo poter vedere ancora quella luce".

Forse Marco è un genio, o forse gioca troppo poco al pallone. Può darsi anche che fra qualche anno la passione per l'astronomia svanisca e che la sua inclinazione per la matematica venga impiegata per tener dietro ai conti di un più redditizio ristorante con lampadari di carta e cucina a base di bambù e meduse fritte. Ma se nel frattempo i più raffinati strumenti di osservazione dovessero evidenziare una radiazione luminosa sul tipo di quella ipotizzata da Marco, io mi impegno solennemente a chiamarla sempre e soltanto col suo nome.

Ci sono già troppi pretendenti in lista di attesa per "un fondo fossile di emissione X e gamma". La "luce di Marco" invece renderebbe giustizia a tutti, senza mugugni e dissapori come purtroppo è già accaduto con la radiazione a 3°K. Forse nessuno osserverà mai il "fireball", la "lux biblica", quella di Lemaitre, di Gamow o di Marco, ma il pessimismo è fuori luogo: chi ha esperienze di fisica sa che quando si

---

<sup>6</sup> Paul Barthez (1734-1806), medico di stato e membro dell'Académie des Sciences.

cerca caparbiamente qualcosa si finisce sempre per trovare *qualcosa*. Che poi, spesso *é qualcos'altro*. I miei venticinque lettori devono sapere che in astronomia extragalattica *é impossibile qualsiasi verifica diretta*: se facessimo l'ipotesi provocatoria che il fondo di radiazione a 3°K non *é "fossile" ma "locale"*, relativo alla nostra Galassia, all'Ammasso o anche al Superammasso di cui facciamo parte, impiegheremmo rispettivamente migliaia, milioni e miliardi di anni per accertarlo, a causa del limite che ci viene imposto alla velocità della luce.

E' deprimente calcolare quanto tempo impiegherebbe una sonda con i mezzi attuali a uscire dalla Via Lattea, dall'ammasso locale o dal Superammasso, completare l'indagine del fondo e trasmetterci i dati. Per il profano che non ci ha mai pensato *é un po' come tornare al giorno in cui si scopre che la Befana *é un'illusione*, che i marziani sono lontanissimi e che spesso, per tenerci su di morale, i regali siamo costretti a farceli da soli*. Nessun cosmologo vi racconterà volentieri che in astronomia remota le nostre misure, le nostre convinzioni, i nostri errori sono tutti candidati all'eternità.

Questo non significa, grazie al Cielo, che non possiamo ottenere alcuna risposta (o che possiamo permetterci ogni scemenza) ma che non avremo MAI tutte le risposte. Più che una condizione umana, sembra una vera e propria condizione della fisica.

Naturalmente al Caltech, ad Harvard, al MIT o al Fermilab non diventeranno più prudenti perché all'A.A.U (Associazione Astronomica Umbra) c'è un dilettante scettico che scrive queste cose. Al contrario, molti scienziati sono convinti di aver archiviato perfino Kant e contano di prendere a calci il noumeno all'interno di qualche acceleratore ancora più grande, di impadronirsi del segreto dell'universo e forse, chissà, di venderlo ai giapponesi.

Frattanto l'acquisizione scientifica del modello di universo *é già stata celebrata*: ci fu un'esplosione a partire da un punto, un punto privo di dimensioni che adesso ci circonda in ogni direzione.

Uno degli articoli considerati "decisivi" nella pur sterminata letteratura del Big Bang *é quello apparso sul numero di Agosto di Nature del 1991*. E intitolato "The case for the relativistic hot big bang cosmology" ed *é firmato da Jim Peebles, David Schramm, Edwin Turner e Richard Kron (PSTK)*. Peebles e Schramm non hanno bisogno di presentazioni: sono così celebri che qualcuno li chiama "i bombaroli del Big Bang", Edwin Turner *é un astronomo specializzato in lenti gravitazionali*, mentre Kron *si é guadagnato grande reputazione con le sue surveys sugli spostamenti verso il rosso effettuate in sezioni ristrette dello spazio profondo*.

Fin dall'introduzione questi autori assegnano al Big Bang tre requisiti fondamentali:

- 1) Spiega e prevede le osservazioni in modo eccellente.
- 2) Non si conoscono modelli cosmologici alternativi soddisfacenti.
- 3) Sebbene vi siano ancora dei dettagli irrisolti ("unsolved puzzles"), nulla contraddice il Big Bang.

Si potrebbe chiudere già qui, insomma, e proseguire nella lettura dell'articolo soltanto se si ha un debole per le questioni di dettaglio, per gli aneddoti e per i puzzles, appunto.

In un altro lavoro apparso anche sull'edizione italiana<sup>7</sup> di Scientific American, PSTK concludono così la loro ennesima discussione: "Qualunque nuova teoria cosmologica non potrà quindi fare a meno di incorporare l'idea del Big Bang. Quali che siano i futuri rivolgimenti, la cosmologia si *é ormai trasformata da branca della filosofia in scienza fisica, nella quale le ipotesi passano al vaglio di osservazioni ed esperimenti*".

A prova di errore. Il Big Bang viene acquisito come fenomeno fisico e i cosmologi si autoproclamano come depositari della verità scientifica. Le estrapolazioni e non le osservazioni e gli esperimenti (nemmeno quelli futuri!) tracciano il sentiero della conoscenza: "il dato empirico" quando *é in contraddizione con l'ipotesi assunta diventa semplicemente un errore di selezione*.

A parte i soliti vecchi nomi, nessuno sembra opporsi al sillogismo di PSTK: la cosmologia *é scienza-la sola cosmologia plausibile *é il Big Bang-ergo il Big Bang *é l'unica scienza**. Al trionfante "The case for the big bang hot cosmology", Halton Arp e T. Van Flandern hanno subito opposto il loro "The case against the big bang"<sup>8</sup> elencando un gran numero di dati e di osservazioni inconciliabili con il modello di PSTK. Ma quanti l'hanno letto? E chi ci tiene ad attaccar briga coi colleghi del Fermilab o a seminar zizzania al CERN?*

Così il nostro Nobel, Carlo Rubbia, al riparo dai "futuri rivolgimenti" si rivolge al volgo in

---

<sup>7</sup> Scientific American. PSTK "l'evoluzione dell'universo", numero speciale 1994 n. 316 (ediz. italiana).

<sup>8</sup> Physics Letters A, n. 164, 1992.

televisione ricordando che "l'universo ha 15 miliardi di anni" e che uno di questi giorni saremo in grado di emulare Dio riproducendo in uno scantinato le pesantissime particelle della Creazione, tecnicamente "il Big Bang caldo".

Nel momento in cui questo articolo va in stampa, e in conseguenza di misurazioni più accurate ottenute con il Telescopio Spaziale, l'età dell'universo é letteralmente franata. La costante di espansione  $H_0$ , invocata da tutti sotto i 50 km. al secondo per megaparsec, viene fissata a non meno di 80 e più probabilmente vicina a 90 km. al secondo per Mpc. Con "comprensibile imbarazzo dei cosmologi", ammette Duccio Macchetto direttore all'HST Institute, chiamati ad assemblare galassie che adesso non possono avere più di sette o otto miliardi di anni con ammassi stellari che ne hanno almeno venti (miliardi di anni)<sup>9</sup>.

Se non ci azzardiamo a chiamare Chicago o Baltimora per paura di ... disturbare, non resta che telefonare al professor Rubbia al CERN e chiedergli candidamente: "Ma lei non aveva detto che l'universo ha 15 miliardi di anni?" (Chi scrive ha fatto tutti i numeri, ma quando ha dovuto specificare il motivo della chiamata non ha avuto fortuna).

Quali saranno "i futuri rivolgimenti" chiediamo dunque a gran voce a PSTK se  $H_0$  é 80 km. al secondo per megaparsec? Bisognerà ripescare il termine A delle equazioni di campo, la famigerata "costante cosmologica" che servì ad Einstein per tenere in equilibrio il suo universo statico? O sarà necessario riscrivere l'intera storia dell'evoluzione stellare - un'evoluzione accelerata, naturalmente-?

Prevedibilmente tutte e due le cose. Un'acceleratina di qua, una frenatina di là, un po' di maquillage al calcolatore e riavremo il Grande Botto. Halton Arp scriverà un altro articolo di fuoco che nessuno pubblicherà e un astrofilo lunatico farà squillare invano i telefoni dei dipartimenti di cosmologia di mezzo mondo.

---

<sup>9</sup> Le più recenti misurazioni di variabili Cefeidi appartenenti a galassie in Virgo e in Leo ottenute con il Keck Telescope e con l'HST danno i seguenti risultati:  $H_p = 87 \pm 7$  km. sec. Mpc (NGC 4571, M. Pierce et alt., 1994)  $H_p = 80 \pm 17$  km. sec. Mpc (M 100, W. Freedman et alt., 1994)  $H_0 = 69 \pm 8$  km. sec. Mpc (M 96, N. Tanvir et alt., 1995)