

## LA FRECCIA DEL TEMPO



*Dato che nelle leggi classiche non esiste una freccia che assegni una direzione al tempo, un'istruzione che dica - da usarsi solo in questo senso e non in quello opposto - viene spontaneo chiedersi la seguente cosa: se le leggi che governano l'esperienza considerano entrambi gli orientamenti temporali in modo simmetrico, perché le esperienze sono tanto sbilanciate in una direzione temporale, perché si verificano sempre in un senso ma non nell'altro?*

*Da dove ha origine la direzionalità del tempo che osserviamo e percepiamo?*

*(E. Tiezzi, Verso una fisica evolutiva)*

Un nuovo giorno e uno ancora.

Il tempo sembra assistermi e con lui il sole che mi offre costante benedizione. Scopro un irreversibile processo scritto nel grande libro della vita che ammiro estasiato divenendo bibliotecario e custode della lenta evoluzione, la quale indago costantemente dal micro al macro cosmo che ne costruisce la 'forma'. Dal 'non tempo' posto in assenza di moto direzione e sostanza.

*Tutti i processi biologici dipendono dall'assorbimento dei fotoni solari e dal trasferimento di calore ai serbatoi celesti. Il Sole non sarebbe una sorgente di neghentropia, se non ci fosse un serbatoio di scarico per il flusso dell'energia termica. La superficie terrestre rimane ad energia totale costante, reirradiando tanta energia quanta ne prende. La sottile differenza è che non è l'energia di per se che fa continuare la vita, ma il flusso di energia attraverso il sistema. Il sistema ecologico globale, può essere definito come quella parte della superficie terrestre che viene ordinata da un flusso di energia, tramite i processi fotosintetici. (Morowitz da E. Tiezzi, Verso una fisica evolutiva)*

Ciò che è stato alterato.

Possiamo guardare increduli la 'forma' che ci appartiene da sempre mentre si ritira trascinando la barba incolta: la tunica quale bianco mantello, la roccia pelle sofferente che sporge dalle linee incostanti di un lento divenire tramutate in precoce invecchiamento.

Il simulacro di una visione antica.

E' la vita.

Ho guardato a lungo quel ghiaccio prima e dopo.

Gli ultimi viaggi rendono alla memoria l'immagine immortale.

Ho perso l'idea della parola, quella che mi aveva concesso di esprimere l'orrore e l'arroganza degli uomini. Loro per ultimi mi dovevano punire per ciò che avevano barattato e venduto come vita. La falsa immagine di essa li trascina verso una smorfia beffarda di disprezzo mentre guardano l'improvvisa morte. Le ingiurie le sento ancora quando elevo lo spirito eterno, mentre la simmetria primordiale mi conduce a quelle forme ideali di cui stanno distruggendo la poesia del segreto disegno.

*Con Gregorio parlai alcune volte al cospetto del mare  
Il declinare della luce cospargeva di pulviscolo dorato il cielo, sulle  
distese degli olivi una mescolanza, un'attesa. C'era come una  
sospensione, tra quello che era stato e quello che non era più.*

*Mi confidavo.*

*Parlai di Odisseo: nel suo peregrinare l'eroe compiva un'ellisse,  
tornava all'origine, l'approdo all'isola di pietra era il punto dove tutto è  
sospeso.*

*L'eterno, inesorabile ritorno.*

*Pareva ascoltarmi. Invece mi si rivolse sospettoso, anzi, irato.*

*'Le tue fantasie ti porteranno nel luogo dov'è pianto e stridore di  
denti', sentenziò, con voce dove lottavano comprensione e intolleranza.*

*Il suo compito era smascherare il serpente che, senza che me ne fossi  
avveduto, s'era insinuato in me: un raduno di volontà occulte, demoni  
aversi che sulla mia fronte riflettevano il sigillo della Bestia.*

*Per questo avrei trasgredito, tramato, rifiutato.*

*C'era tutto l'esecrabile nell'incandescenza del mio sguardo:  
L'APOSTASIA.*

*(L. Desiato, Giuliano l'Apostata)*

*Un cristallo liquido può essere definito come una sostanza che fluisce  
come un liquido, ma possiede un qualche grado di ordine nella  
disposizione delle sue molecole... L'ordine delle molecole in un cristallo  
liquido è funzione della temperatura...*

*(E. Tiezzi, Verso una fisica evolutiva)*

A cosa appellarsi di fronte a ciò.

Solo le regole che la stessa società impone per sovvertirle e nel disordine che scaturisce poi, fissarne di nuove per un ordine primordiale della futura caverna ritrovata, dove ad ogni probabile evoluzione hanno sostituito una più conveniente regressione per il senso della 'loro' economia, della 'loro' filosofia, della 'loro' teologia ed infine della 'loro' scienza, tutte le 'loro' ragioni che dovrebbero appartenere anche alla logica del 'nostro' DNA malato (di tanto e troppo inquinamento che nell'incomprensibile lingua del 'cavernicolo' vuol tradursi in 'giusta serenità').

Eterne leggi condannate dalla direzione 'del tempo nel tempo' che scorrono per questi argini che sembra non poterle contenere tutte. Verso il mare dove una imbarcazione si dimena nelle onde di un disastro

annunciato, mentre quegli uomini ora, combattono con la furia di ciò che hanno scatenato nel ventre della Bestia ferita.

Uomini troppo piccoli per vedere l'immensità senza tempo di un pensiero infinito. Mentre io sono quassù..., su questa nuda roccia a porre le corde fissate a moschettoni del sapere, per vedere da lontano l'antico mare in burrasca

...SONO IO, NON SONO PIU' IO, MA SONO ANCORA IO?

*Un progresso decisivo in questa direzione sembra invece possibile nel contesto della cosiddetta 'teoria delle stringhe', che dovrebbe poter fornire una descrizione unificata di tutte le forze della natura....*

*Questa teoria, anziché essere basata su oggetti elementari di tipo puntiforme, come le particelle alle quali ci ha abituato la fisica classica, ammette invece come elementi fondamentali le 'stringhe', oggetti che non sono puntiformi ma si estendono spazialmente, anche se lungo una sola dimensione. Pensiamo ad esempio a delle normali corde, di lunghezza finita ma con uno spessore talmente piccolo da essere trascurabile*

*Le equazioni fornite dalla teoria delle stringhe, oltre alla simmetria per inversione temporale, godono di un altro importante tipo di simmetria, chiamata DUALITA'.*

*Esistono, in particolare, vari tipi di dualità, chiamati dualità T,S,U, corrispondenti a diversi tipi di trasformazione che lasciano invariate le equazioni della teoria.*

*La dualità di tipo T, per esempio ci dice che se le equazioni della teoria ammettono come soluzioni degli universi di raggio R, allora anche gli universi che hanno come raggio esattamente l'inverso,  $1/R$ , sono possibili soluzioni della teoria.*

*La dualità di tipo S ci dice che se una soluzione descrive una particella dotata di una carica di intensità Q, deve allora esistere anche la soluzione che descrive una particella con carica inversa,  $1/Q$ .*

*La dualità collega quindi universi grandi ad altri più piccoli, ed interazioni forti ad interazioni deboli. Inoltre trasforma espansione in contrazione e viceversa.*

*(M. Gasperini, L'Universo prima del Big Bang)*

*Le stagioni passeranno senza che in questo palazzo si senta un vagito.*

*Ma non brigo. Non mi interessa.*

*L'impero è un frutto avvelenato.*

*Vorrei solo chiudermi in un eremo, nella ventraia di un tempio, in una grande biblioteca zeppa di libri, contare il tempo che passa dal piccolo VIAGGIO quotidiano con la navicella delle emozioni.*

*Non sono un gallo da combattimento ma un uccello esotico, la raffinatezza è il mio puntiglio, le idee nelle quali credo, un sentire parallelo*

*(L. Desiato, Giuliano l'Apostata)*

*Ancora una volta, dato che le leggi della fisica sono simmetriche per l'inversione del tempo, non sono in grado di distinguere ciò che chiamiamo futuro da ciò che chiamiamo passato.*

*Così come nel buio profondo dello spazio vuoto non ci sono indicazioni che segnalino la direzione, ad esempio verso l'alto o verso il basso, nelle leggi della fisica classica non c'è nulla che suggerisca che questa è la direzione del futuro e quest'altra del passato.*

*Le leggi ci danno un orientamento temporale poiché non avvertono lo scambio del futuro con il passato e, dato che le leggi del moto sono responsabili dei cambiamenti che si verificano sia verso ciò che definiamo futuro sia verso ciò che definiamo passato, il ragionamento statistico/probabilistico su cui si fonda la seconda legge della termodinamica si applica con altrettanta efficacia a entrambi gli orientamenti temporali. Pertanto, non solo vi sono probabilità molto elevate che l'entropia di un sistema fisico sia maggiore in quello che chiamiamo futuro, ma anche che lo stesso avvenga in quello che chiamiamo passato...*

*Questo è dunque il principio di fondo: la freccia temporale data dall'entropia è bidirezionale. In qualsiasi momento è orientata verso il futuro e verso il passato, ed è per tale ragione che appare decisamente strano proporre l'entropia quale giustificazione della freccia unidirezionale del tempo secondo la nostra comune esperienza.*

*(B. Green, La trama del cosmo)*

*Gioviano, prima di portarla a Costantinopoli, secondo quanto ha deciso, mi ha fatto leggere la memoria scritta da Giuliano durante questa guerra e a me indirizzata.*

*Aperta una cassetta, prima pochi poi sempre più fogli hanno preso a scivolare da una fessura. Inframmentate alle pergamene ho ritrovato le mie lettere. Si vede che ci teneva, al nostro parlare a distanza. Parlare del proprio credo è oppugnare il vuoto. Cercare l'essere contro il divenire, proprio della nostra epoca di passaggio.*

*L'Augusto Gioviano graziosamente mi ha lasciato solo nella tenda perché potessi leggere. Al centro, appesa all'architrave per la catena, una lanterna cilindrica in bronzo dava una luce traballante ma intensa. La*

*stessa lanterna, avevo saputo da una lettera, che Giuliano usava ai tempi di Lautetia.*

*Ho iniziato la lettura.*

*Una gragnola di notizie, come accalcarsi di folla dai vomitoria di un anfiteatro.*

*(L. Desiato, Giuliano l'Apostata)*

*Da dove ha avuto origine il Sole, caratterizzato da un ordine tanto elevato?*

*Il Sole si è formato circa cinque miliardi di anni fa a partire da una nube di gas diffusa che ha iniziato a ruotare e ad ammassarsi a causa dell'attrazione gravitazionale reciproca dei suoi componenti. Via via che la nube diventava più densa, l'attrazione gravitazionale esercitata da una sua parte su di un'altra è aumentata, causandone l'ulteriore collasso. Inoltre, mentre la gravità la compattava sempre di più, essa diveniva più calda. Alla fine il calore è stato tale da innescare le reazioni nucleari, che hanno generato radiazioni dirette all'esterno, che a loro volta hanno spinto verso un'ulteriore contrazione gravitazionale del gas. Così è nata una stella calda, stabile, generatrice di luce intensa.*

*Ma da dove ha avuto origine la nube di gas?*

*Probabilmente dai resti di stelle più vecchie che hanno cessato di esistere e che, trasformatesi in supernove, hanno riversato il loro contenuto nello spazio.*

*Ma da dove ha avuto origine il gas diffuso, responsabile della nascita di queste prime stelle?*

*Probabilmente si è formato in seguito al big bang. Secondo le teorie cosmologiche (cioè relative all'origine dell'universo) più sofisticate, quando l'universo aveva un paio di minuti di vita era pieno di un gas caldo quasi uniforme, composto approssimativamente dal 75% di idrogeno, dal 23% di elio e da piccole quantità di deuterio e litio.*

*Il punto fondamentale è che questo gas presentava un'entropia incredibilmente bassa. Il big bang ha dato vita all'universo in uno stato di entropia bassa, che sembra essere la fonte dell'ordine che ora noi vediamo. In altre parole, l'ordine attuale è un retaggio cosmologico...*

*Siamo dunque giunti a un punto fermo: la fonte prima dell'ordine, della bassa entropia, deve essere il big bang. Nei suoi primi istanti di vita, invece di essere caratterizzato da contenitori giganteschi di entropia quali buchi neri, l'universo era pieno di una miscela gassosa, calda, uniforme, di idrogeno ed elio.*

*Anche se tale configurazione ha un'entropia elevata quando le densità sono tanto basse da permetterci di ignorare la gravità, tutto cambia nel caso contrario: la miscela di gas presenta allora un'entropia*

*molto bassa. E rispetto ai buchi neri, il gas diffuso, quasi uniforme, si trova in uno stato di entropia straordinariamente bassa.*

*Da quel momento, in accordo con la seconda legge della termodinamica, l'entropia generale dell'universo è aumentata a poco a poco: la quantità netta, complessiva di disordine si è progressivamente accresciuta.*

*Dopo circa un miliardo di anni la gravità ha indotto il gas primordiale ad ammassarsi, e dalla formazione dei vari ammassi gassosi hanno avuto origine le stelle e le galassie. Gli ammassi più leggeri hanno invece dato vita ai pianeti. Almeno uno di questi pianeti si trovava nelle vicinanze di una stella che costituiva una fonte energetica di entropia relativamente bassa, grazie alla quale diverse forme di vita a bassa entropia si sono potute evolvere...*

*Tutto nasce dalla presenza di un incredibile ordine iniziale, a partire dal quale si è assistito a un'evoluzione graduale verso un disordine maggiore.*

*(B. Green, La trama del cosmo)*

*Era lui, la sua angustia, il disagio, il sogno folle*

*Le ragioni che lo spinsero, il mistero di una vita, di una disfatta.*

*I giovani bruciano, ardono.*

*Una memoria dettata da Tyche, avrebbe detto, la malevola dea della fortuna.*

*Ho letto, perché nulla vada perduto.*

*Ci sono anch'io, in queste pagine, dal tempo della nostra amicizia, durante gli studi ad Atene.*

*I suoi ideali, ha sempre ribadito di ritenerti proprietà imperfetta, prestito degli Altissimi.*

*Egli è stato seguace di Platone nelle idee, cristiano nell'austerità dei costumi, superstizioso nell'immaginazione, pagano nel culto, credulo nei suoi misteri.*

*(L. Desiato, Giuliano l'Apostata)*

*Nella fisica prequantistica una regione di spazio si dice vuota se non contiene particelle materiali e se tutti i campi al suo interno hanno un valore uniformemente nullo.*

*Rivediamo ora questa definizione alla luce della indeterminazione quantistica.*

*Se un campo rimanesse nullo nel tempo, allora avremmo determinato con precisione sia il suo valore (zero) sia il suo tasso di cambiamento (zero anche questo).*

*Ma ciò contrasta con il principio di indeterminazione.*

*Se un campo ha valore zero a un certo istante, non possiamo dire nulla sulle sue modalità di cambiamento, che saranno del tutto imprevedibili.*

*Questo significa che agli istanti il valore del campo oscillerà su e giù in modo casuale, anche in una regione di spazio che penseremo vuota. L'idea intuitiva di vuoto, di nulla, è quindi incompatibile con la meccanica quantistica: il valore di un campo può oscillare attorno al valore zero, ma non può essere zero per più di un breve istante.*

*I fisici chiamano questo fenomeno una fluttuazione del vuoto.*

*La natura casuale delle fluttuazioni che nelle regioni di spazio non troppo microscopiche gli scostamenti dallo zero in alto e quelli in basso sono in media uguali, e quindi il campo in media sembra avere valore nullo, proprio come una lastra di marmo che sembra perfettamente liscia a occhio nudo rivela in realtà al microscopio elettronico, una serie di scabrosità e avvallamenti...*

*Ma se scendiamo nei regni microscopici, l'indeterminazione aumenta e le fluttuazioni diventano sempre più tumultuose. Al livello più alto, che mostra una porzione di universo più piccola della lunghezza di Planck (pari a un milionesimo di miliardesimo di miliardesimo di centimetro, cioè  $10^{-33}$  cm) lo spazio diventa irricososcibile, un calderone ribollente pieno di fluttuazioni ingovernabili.*

*Le consuete nozioni di alto/basso, avanti/indietro e destra/sinistra diventano così aleatorie, alle scale ultramicroscopiche, da perdere del tutto di significato. Anche la familiare sequenza temporale prima/dopo, quella che mostravamo affettando lo spazio-tempo in momenti successivi, non ha più alcun senso a scale minori del tempo di Planck, cioè  $10^{-43}$  (elevato) secondi, che è circa il tempo impiegato dalla luce a percorrere la lunghezza di Planck.*

*In sintesi, a scale minori di quelle di Planck, sia spaziali sia temporali, l'incertezza quantistica rende la trama del cosmo così irregolare e spiegazzata che non è più possibile servirsi dei normali concetti di tempo e di spazio.*

*(B. Greene, La trama del cosmo)*

*Sotto tale ipotesi l'universo attuale, che è caratterizzato da una geometria molto piatta, e da una densità ad una temperatura in media bassissime rispetto agli standard macroscopici, dovrebbe avere nel lontano passato una controparte duale simile allo stato presente, e quindi dovrebbe aver attraversato un regime molto piatto, vuoto e freddo che, andando indietro nel tempo, tende a diventare sempre più piatto e vuoto sino ad identificarsi, con lo stato chiamato il 'vuoto perturbativo' della teoria di stringa...*



*Risulta possibile che tutta la materia e la radiazione presenti attualmente nell'universo siano il risultato diretto della transizione dal pre-big bang al post-big bang ovvero il risultato diretto del decadimento dello stato iniziale, il vuoto perturbativo.*

*(Gasperini)*

*Le equazioni della teoria delle stringhe non danno i risultati sperati se applicate al consueto universo con tre dimensioni spaziali: è necessario che queste siano nove*

*Detto in altro modo, considerando anche il tempo, lo spazio-tempo della teoria delle stringhe è un'entità con dieci dimensioni!*

*Perché la teoria sia corretta, devono esserci da qualche parte sei dimensioni di cui nessuno si è mai accorto.*

*Questo non è un dettaglio tecnico, ma una tragedia.*

*(Greene)*

*Una cena frugale, l'ho consumata seduto a terra su una stuoia.*

*Un piatto di polenta, una manciata di lenticchie, acqua cruda di pozzo.*

*Una stanchezza mi ha colto, un sonno affannoso, mentre cominciavo a scrivere. E nel sonno, piuttosto, in quel dormiveglia, semisdraiato, la mano che teneva il foglio una mano me l'ha afferrata.*

*L'ho riconosciuto subito, il mio demone*

*Aveva una faccia emaciata, gli occhi spaventati delle sibille*

*Che fai?*

*Che vuoi?*

*Ha lasciato la presa ed è uscito dalla tenda.*

*Mi sono alzato, l'ho seguito.*

*Nella notte: supernum, sempiternum, divinum... l'ho chiamato coi nomi più potenti. Ma quello era sparito.*

*E' stato allora che ho veduto in cielo una fiaccola ardentissima simile a una stella cadente, che ha solcato da un angolo all'altro la volta. La stella di Ares, minacciosa che non tocca mai terra. Accanto alla tenda lo stendardo con la scritta 'Soli Invicto' pendeva sfilacciato inerte, arso dal calore delle sabbie*

*(L. Desiato, Giuliano l'Apostata)*

*Le equazioni della teoria delle stringhe hanno senso solo in dieci dimensioni, nove spaziali e una temporale*

*E questo è un requisito della teoria.*

*Mai nella storia della fisica si era prodotto un risultato di questo tipo.*

*Le equazioni non si limitano a determinare il numero delle dimensioni, ma specificano anche le forme che queste possono assumere.*

*Finora ci siamo limitati a esaminare figure geometriche semplici, come cerchi e sfere, ma ora dobbiamo affrontare una classe molto più complicata di forme, che sono quelle previste dalla teoria delle stringhe: gli spazi di Calabi-Yau.*

*...Se così fosse, una di queste strane forme sarebbe attaccata a ogni punto dello spazio visibile: in questo preciso istante ne siamo circondati e ogni volta che ci spostiamo da un punto all'altro il nostro corpo si muove anche dentro le dimensioni extra, tanto rapidamente (visto che sono minuscole) che sembra che l'unico movimento avvenga nelle tre dimensioni visibili. Se queste ipotesi sono giuste, la trama del cosmo, a livello microscopico, è ricca di meravigliosi ricami.*

*Queste dimensioni extra giocano un ruolo fondamentale nella soluzione di alcuni ei più grandi misteri della fisica. La teoria delle stringhe, inoltre, prevede che le consuete nozioni di spazio e di tempo perdano di significato al di sotto di una certa scala....*

*Nei primi momenti dell'universo queste caratteristiche estreme, che oggi possiamo indagare solo in modo teorico, erano invece manifeste. Tornando ancora più indietro nel tempo, deve esserci stato un momento in cui l'intero universo osservabile era più piccolo della lunghezza di Planck, il momento in cui il tempo e lo spazio a noi familiari non erano ancora emersi da quelle misteriose entità primordiali che stiamo ancora cercando di identificare.*

*(B. Greene, La trama del cosmo)*

*(G. Lazzari, Il Viaggio)*