

pubblicato su "L'area di Broca", XXV, 67, 1998

Roberto Maggiani

IL TEMPO

Tempo...tempo-retta, retta-passato, passato-futuro, futuro-presente, presente-eternità, eternità-scivolone, scivolone-cerchio, cerchio-tangenza, tangenza-punto, punto-retta, retta-direzione, direzione-verso, verso-freccia, freccia-irreversibilità, irreversibilità-evoluzione, evoluzione-creazione, creazione-creatore, creatore-creatura, creatura-anima, anima-creato, creato-biologico, biologico-psicologico, psicologico-storico, storico-senso, senso-cosmo, cosmo-universo, universo-infinito, infinito-fine, fine-BigCrunch, BigCrunch-BigBang, BigBang-genesì, genesì-Dio, Dio-Paradiso, Paradiso-coincidenza...tempo.

Il rapporto di ogni uomo col tempo è più o meno conflittuale e dipende molto dall'età dell'individuo, in genere più avanzano gli anni e più si ha la sensazione che il tempo sfugga veloce. C'è chi afferma che il tempo è soltanto una parentesi nell'eternità, un suo scivolone, una sorta di inciampo da noi voluto, cercato, desiderato. Una parentesi nella quale l'umanità possa prendere coscienza di sé stessa, della propria esistenza, tra gli estremi della nascita e della morte; la sua chance per ricostruire la propria perfezione infranta. Forse il tempo è un'eterna creazione che si dispiega nell'uomo, ma l'eternità cos'è? Considerando il tempo in analogia a una retta in cui un punto rappresenta il presente, la sinistra il passato e la destra il futuro, forse l'eternità è la stessa retta guardata da dove i tre punti coincidono sovrapponendosi in uno solo, l'eterno attimo presente. Comunque sia, per ognuno di noi, il tempo è inesorabilmente, o amabilmente, dipende dai punti di vista, scandito dal ticchettio meccanico o digitale degli orologi, che ne sono diventati lo standard preciso (gli antichi avevano i cicli della luna, delle stelle, delle stagioni), ma il tempo meccanico fisico non è l'unico possibile, ad esempio esiste anche un tempo psicologico.

Parlando del tempo è lecito porsi molte domande.

E' l'osservatore, l'uomo, la coscienza, che crea il tempo, il quale non esisterebbe in un universo senza coscienza di sé (almeno noi come umanità ci siamo a dargli una coscienza), o è l'universo, il tempo, a creare la coscienza, l'uomo, l'osservatore?

Questi due modi di porsi il problema del tempo hanno le loro radici in pensatori antichi. Pitagora (VI sec. a.C.) e Aristotele (IV sec. a.C.) pensavano che il tempo fosse un fatto di natura a cui la mente si adeguasse, in questo caso il divenire sarebbe reale. Invece Plotino (III sec. d.C.) e Agostino (IV sec. d.C.) lo pensavano come un fatto appartenente alla mente, cosicché il tempo di cui parlano i fisici sarebbe una idealizzazione di contenuti mentali, in questo caso il divenire sarebbe illusorio. Ciascuna delle due concezioni non riesce però ad essere esaustiva, entrambe hanno bisogno dell'altra per spiegare tutti i fatti accertati, infatti Aristotele, nella *Fisica*, definisce il tempo come "il numero del movimento secondo il prima e il poi [...] se non si ammette l'esistenza del numerante, è anche impossibile quella del numerabile, sicché, ovviamente, neppure il numero ci sarà". Questi due modi di pensare il tempo sono tutt'oggi oggetto di confronto sia tra gli scienziati (anche se ci sono pensatori che affermano che il tempo non può essere oggetto di scienza perché è troppo complesso) che tra i filosofi.

Alcuni scienziati sono d'accordo con l'affermazione che è la coscienza a creare il tempo, il quale non esisterebbe in un universo senza uomini e senza coscienza. Altri, in risposta, pensano che l'idea di un tempo creato dall'uomo presupponga che l'uomo sia differente dalla natura in cui è immerso, la quale è soggetta a invecchiamento, non sembra così, essendo l'uomo, almeno corporalmente, parte della natura stessa. Pare invece plausibile pensare a un tempo creatore, al tempo-culla, entro il-la quale esistiamo. "Nuove scoperte sui fenomeni irreversibili (fenomeni che non si possono riproporre uguali invertendo la direzione temporale) ci possono dare ora quella prospettiva del prima e del poi che cercava Aristotele. L'uomo fa parte di questa corrente di irreversibilità che è uno degli elementi costitutivi dell'universo stesso. Bisogna dunque pensare all'universo come a un'evoluzione irreversibile; la reversibilità e la semplicità classiche divengono allora dei casi particolari"¹; infatti nella concezione classica il tempo viene relegato al di fuori della fisica, essendo concepito come lo sfondo su cui avvengono gli eventi naturali: è perfettamente indifferente scambiare passato e futuro.

Il tempo è in realtà un "oggetto" di cui si può parlare in molti modi, sotto punti di vista molteplici tra cui quello fisico non è affatto privilegiato.

Quanti tempi ci sono? C'è un senso privilegiato (definito da chi? come?) del tempo, nella cui direzione l'universo si evolve, è il senso del *tempo cosmologico*. L'evoluzione cosmologica coincide con l'evoluzione termodinamica della natura che avviene nel senso del *tempo termodinamico*, seguendo il quale un vaso può soltanto cadere sul pavimento rompendosi in mille cocci e mai ricomporsi sul tavolo come in un filmato all'indietro (irreversibilità). All'interno di questa grande freccia temporale segnata dalla termodinamica e dal tempo cosmologico meccanico (scandito da un pendolo, per intenderci) esistono dei tempi che possiamo chiamare tempi interni dell'universo, provocati forse dalla irreversibilità dei fenomeni fisici. Una reazione chimica, ad esempio, ha un tempo interno che muore quando la reazione smette. Con la nascita della vita, è nato un tempo interno che prosegue sui miliardi di anni, è un *tempo biologico*, ed ha i suoi ritmi, più o meno complessi rispetto a quelli di un pendolo o del moto di un pianeta intorno al Sole. Anche gli animali e l'uomo sembrano avere un loro tempo interno regolato da geni sincronizzatori presenti nei cromosomi. Alcuni esperimenti, inoltre, stabiliscono che stimando una durata di tempo non si sa se si stia valutando la durata dell'evento sotto osservazione o la durata dell'atto di coscienza con il quale si osserva quell'evento, cioè esiste un *tempo psicologico* che può dilatarsi o contrarsi secondo la concentrazione che mettiamo nel seguire un dato evento. Mi colpì il risultato di un esperimento in cui un uomo venne messo in una grotta, lontano dai ritmi del giorno e della notte e da ogni altro ritmo che potesse scandirgli il tempo. Il risultato di questa specie di isolamento temporale fu che egli dilatò i suoi ritmi temporali psicologici, rallentando lo scorrere del tempo: i mesi trascorsi per noi erano settimane trascorse per lui.

¹ Y. Prigogine, "La nascita del tempo"

Il tempo scorre? Come scorre? Finirà? Si ripete mai il tempo? Il tempo è anche una successione di ore, giorni e anni, in cui l'uomo vive; questo tempo non ha soltanto una natura strettamente psicologica o fisica, ma culturale e sociale, è anche un *tempo storico*. Circa il modo di concepire lo scorrere del tempo, mi fece meditare ciò che mi disse un amico. Bisogna pensare che il mio concetto di tempo era semplicemente in analogia con una retta come sopra detto. Lui prese la mia retta e la mise tangente a una circonferenza in un punto, poi fece ruotare la retta sul cerchio o, penso che sia lo stesso, il cerchio sulla retta (come una ruota su una strada molto lunga). L'attimo presente del tempo, che è il punto di contatto, ha una doppia realtà, che è una, esso scorre rettilineo sulla retta ma circolarmente lungo la circonferenza; il concetto è questo: il tempo scorre rettilineo ma è ciclico. Semplice ma per nulla banale. Il concetto di tempo rettilineo che mi ha posseduto, è tipico della cultura occidentale giudaico-cristiana.

Ma cos'è veramente il tempo? Non si può dare risposta! Si sta facendo strada tra gli studiosi, l'opinione che esso non sia una realtà di tipo univoco, ma un'entità di cui si può parlare in molti modi, ha cioè molte sfaccettature, difficilmente interpretabili in maniera unica. Uno di questi modi è appunto quello che ha elaborato la fisica. Essa formula concetti di tempo che applicati all'interpretazione dei fenomeni fisici naturali riescono a darne spiegazione e addirittura a predirne di altri verificabili. Fino all'inizio del nostro secolo si è creduto in un tempo assoluto, come uno sfondo entro cui gli eventi si svolgessero, classificandoli con un numero chiamato tempo. Questo numero, per un dato evento fisico, era uguale per ogni osservatore in ogni punto dell'Universo, cosicché l'intervallo di tempo tra due eventi aveva lo stesso valore numerico sia, per esempio, che fosse misurato da un osservatore fermo su una panchina che da un altro in moto su un treno; due eventi simultanei nel sistema di riferimento² di un osservatore lo erano anche rispetto a qualsiasi altro sistema di riferimento. Si pensava regnasse lo stesso tempo in ogni punto dell'Universo; in questa concezione non vi era certo la necessità (o possibilità) di pensarlo in evoluzione nello spazio e nel tempo, vi era piuttosto una concezione statica, sia nell'aspetto temporale che spaziale.

Il più grande sconvolgimento sul modo di concepire il tempo in fisica, avvenne probabilmente nel primo ventennio del novecento, quando il fisico tedesco Albert Einstein, allora sconosciuto, propose alcune semplicissime idee: che tutti i sistemi di riferimento sono equivalenti; che le leggi di natura sono le stesse per ogni osservatore; che la velocità della luce è un limite invalicabile ed è la stessa per qualsiasi osservatore in qualsiasi sistema di riferimento, rispetto al quale la sorgente luminosa sia in moto o ferma. Queste affermazioni sono la base della teoria della relatività di Einstein in base alle quali si deve abbandonare l'idea di un tempo unico assoluto per tutti gli osservatori. Ognuno avrebbe invece

² Per sistema di riferimento si intende un sistema di assi cartesiani che permettano, rispetto a un'origine degli assi dove si

un tempo personale, o proprio, cosicché orologi portati da differenti osservatori non coinciderebbero necessariamente tra loro nel segnare il tempo. Ciò sconvolge il nostro modo di concepire il tempo come un valore assoluto e istantaneamente identico in tutti i punti dell'Universo. Un fascio di luce che viene verso di me ci viene con la stessa velocità, sia che la sorgente (ad esempio una torcia) sia ferma sul mio treno o sia in moto verso di me su un altro treno, mentre prima si pensava che la velocità risultante nel secondo caso, fosse la somma delle due velocità; questo fatto lega indissolubilmente spazio e tempo in un *continuum spazio-temporale*. La velocità di un osservatore ne modifica lo spazio-tempo. Si verifica che i tempi di un osservatore, in moto rispetto a un altro con una data velocità, si dilatano e gli spazi si contraggono seguendo certe precise leggi. Tali effetti sono fuori dalla esperienza comune delle basse velocità a cui viviamo ma ad alte velocità come i razzi e certe particelle il fenomeno del rallentamento temporale è verificabile. Si potrebbe addirittura arrivare al paradossale effetto che uno di due gemelli invecchierebbe prima dell'altro se si mettesse a viaggiare a una velocità prossima a quella della luce. Infatti viaggiando su un razzo a tali velocità il suo tempo, rispetto a quello del gemello rimasto a terra, rallenterebbe, col risultato di invecchiare più lentamente!

Questo legame stretto tra spazio e tempo ha portato a pensare a quest'ultimo come a una quarta dimensione del nostro universo. Ed esso si è dimostrato tale a tutti gli effetti. Concepirlo visivamente come una quarta dimensione non è troppo agevole, sarebbe come riuscire a concepire un quarto asse perpendicolare ai tre già esistenti (associati a lunghezza, larghezza e profondità). Ma matematicamente si può pensare.

Dall'equivalenza tra i sistemi accelerati e gravitazionali, Einstein, dopo un lavoro di una decina di anni, formulò la cosiddetta teoria della relatività generale nella quale si stabiliva un legame inscindibile tra materia, gravità e spazio-tempo. Si balenò l'idea, poi verificata, che lo spazio-tempo fosse curvo in prossimità di masse come le stelle e i pianeti, e che la gravità fosse l'effetto di questa curvatura. Lo spazio-tempo è deformato a causa delle masse. Il tempo, in prossimità del sole, scorre in modo differente che per noi sulla Terra, proprio a causa della sua grande massa; nel cosmo ci sono poi oggetti superdensi come i buchi neri (se la Terra fosse un buco nero tutta la sua massa sarebbe concentrata in un centimetro circa di diametro) che provocano fortissime deformazioni spazio-temporali. Anche sulla Terra, con gli orologi atomici, si possono misurare differenze di tempo tra luoghi in cui la gravità è più o meno forte, come tra una pianura, dove la gravità è più forte, e un monte molto alto, dove la gravità è più debole. In montagna il tempo scorre più veloce, si invecchia prima (miliardesiimi di secondo prima)!

A questo punto ci si può porre una ulteriore domanda: il tempo è mai nato? o c'è da sempre? La Fisica sembra risolvere la disputa che contrappone l'idea di un universo creato *col* tempo all'idea di un universo creato *nel* tempo, a favore della prima affermazione, dando così ragione a S. Agostino,

trova l'osservatore, di misurare le coordinate di un evento. Ogni osservatore ha un suo sistema di riferimento.

sostenitore di una *creatio ex nihilo*: viviamo in un universo e un tempo creati dal nulla; ma cos'è il nulla? Tutto ciò che non è universo, cioè tutto ciò che non è spazio, tempo e materia. Quindi il Big Bang, la grande esplosione dalla quale tutto l'universo fisico conosciuto sembra aver avuto inizio, secondo la fisica moderna, non ha dato origine soltanto alla materia e all'energia, ma anche allo spazio e al tempo. Il Big Bang è allora il punto estremo nel passato dell'intero Universo che segna l'inizio del tempo: non ci fu un prima; non ha senso chiedersi cosa c'era prima, visto che un prima non esiste se il tempo è nato con l'Universo. Il famoso fisico Stephen Hawking³ lo dice così: "Chiedersi cosa sia avvenuto prima del Big Bang è ... un po' come chiedersi cosa ci sia un chilometro a nord del Polo Nord". I cosmologi rappresentano l'Universo, nelle sue dimensioni spaziali e temporale, come un cono capovolto, il cui asse, diretto verso l'alto, rappresenta il senso dello scorrere del tempo, mentre il vertice del cono rappresenta la cosiddetta *singolarità* "dove" è avvenuto l'inizio improvviso del tempo e dello spazio nel Big Bang; il tempo risulta così limitato in basso, senza estendersi fino al passato infinito. Le sezioni orizzontali del cono sono cerchi di diametro crescente che indicano l'aumento dello spazio durante lo scorrere del tempo cosmologico.

Applicando la fisica quantistica a questo modello, si riesce a rendere il vertice del cono più smussato, eliminando così la singolarità. Questo è possibile grazie all'idea, ormai accettata, che ci sia una unità di tempo fondamentale, il tempo di Planck, al di sotto del quale un intervallo temporale non può essere ulteriormente suddiviso. A causa dell'esistenza di tale intervallo di tempo minimo⁴, non si riuscirà mai a risalire fino all'istante zero dell'Universo poiché la singolarità all'origine (il vertice del cono) diventa un qualcosa di indeterminato e confuso. Questo cambia completamente le carte in tavola, poiché tolta la singolarità, per la quale si può definire un primo istante iniziale dove si possa dire "qui" è cominciato il tempo, con l'arrotondamento del vertice, ad esempio in una semisfera da cui il cono emerge, non si ha più nessun inizio improvviso del tempo, non esiste più un istante iniziale in cui si possa dire "qui" inizia il tempo. Si potrebbe pensare di considerare la base della semisfera come un Polo Sud in cui ha origine l'universo e con esso il tempo, questo sarebbe un errore, infatti la superficie sferica è caratterizzata dal fatto che tutti i suoi punti sono equivalenti, non c'è nessun punto che si può differenziare dall'altro perché privilegiato. Se il cono viene leggermente inclinato, qualche altro punto ci apparirà come base dell'insieme cono-semisfera. I fisici fanno notare che è come il sistema di coordinate latitudine e longitudine sulla superficie terrestre, si è fissato che le linee della latitudine convergano sul Polo Nord e sul Polo Sud però allo stesso modo si poteva farle convergere su Roma e sull'antipode. L'origine delle coordinate è in genere scelto in modo conveniente ma questo non cambia le caratteristiche geometriche o fisiche di un sistema quale la superficie terrestre. Nella cosmologia quantistica il tempo "sorge" gradualmente dallo spazio mano a mano che il cono sorge gradualmente

³ Stephen Hawking, nato nel 1942, è titolare della cattedra di Matematica e Fisica che fu di Newton presso l'università di Cambridge.

dalla semisfera. In conclusione, nonostante che l'universo non abbia un'età infinita, non c'è nessuna origine del tempo e dell'universo, il tempo è limitato nel passato ma non ha un confine, proprio come una superficie sferica, è limitata ma non ha un confine. *Non* si dovrebbe più pensare allo spazio-tempo come a qualcosa che *nasce* ma come a qualcosa che *esiste*. Però, anche se i cosmologi propongono un universo senza una origine definita nel tempo, si può affermare che non sia sempre esistito. Sembra una contraddizione. La contraddizione si risolve uscendo dal concetto di tempo che ci imprigiona a ragionare in eventi che avvengono in successione. La creazione dell'universo (da parte di Dio?) non può essere considerata come un atto temporale, infatti il tempo stesso è creato. Noi da dentro l'universo possiamo soltanto affermare, col filosofo Wim Drees, che "tutti i momenti, hanno, quindi, una relazione simile con il Creatore. O "ci sono sempre stati", come un fatto puro e semplice, oppure sono tutti ugualmente creati". Noi, avendo la stessa struttura temporale dell'Universo, non riusciremo mai a estraniarci da esso per osservare "oltre" le sue "pareti", al di là del concetto di tempo, non sappiamo neppure cosa voglia dire. Al massimo possiamo concepire un vuoto "pieno" di bolle spazio-temporali. Infatti possiamo affermare che l'indeterminazione legata all'esistenza del tempo di Planck fa che nel vuoto si manifestino delle fluttuazioni quantistiche, cioè delle bolle di spazio-tempo che appaiono spontaneamente dal nulla e poi scompaiono. Una di queste bolle, per un particolare meccanismo, può iniziare a gonfiarsi all'inverosimile dando origine al nostro universo con tutto quello che osserviamo.

Se lo scorrere del tempo potesse essere invertito, l'Universo ripercorrerebbe tutta la sua storia a ritroso? Fino agli anni sessanta si credeva a una natura che fosse simmetrica rispetto all'inversione temporale, cioè che le equazioni della fisica fossero le stesse per qualsiasi direzione del tempo, in avanti o indietro, in realtà si è verificato che non è così, rispetto al tempo la natura non è speculare, almeno non lo è rispetto a tutte le quattro⁵ forze conosciute. Mentre per la forza elettromagnetica, per esempio, cambiare la direzione del tempo è indifferente, per la forza debole cambia tutto, la natura sembra preferire un verso del tempo piuttosto che l'altro.

Il tempo finirà? Anche in questo caso, per ora, si possono fare delle ipotesi: sì, no, forse.

⁴ Il suo valore è di 10^{-43} secondi, che corrisponde a un uno al quarantatreesimo posto dopo la virgola.

⁵ Le forze conosciute in natura sono quattro: la forza gravitazionale, elettromagnetica, nucleare forte e nucleare debole.