

## Prefazione

Che cos'è il tempo?

Questa domanda solo apparentemente semplice è il problema di per sé più importante che la scienza fronteggia mentre esplora sempre più a fondo i fondamenti dell'universo. Tutti i misteri affrontati dai fisici e dai cosmologi – dal Big Bang al futuro dell'universo, dagli enigmi della fisica quantistica all'unificazione delle forze e delle particelle – si riducono essenzialmente al problema della natura del tempo.

Il progresso della scienza è stato contrassegnato dal rigetto delle illusioni. La materia appare omogenea, ma si rivela essere fatta di atomi. Gli atomi sembrano indivisibili, ma sono fatti di protoni, neutroni ed elettroni, e i protoni e i neutroni sono costituiti da particelle ancora più elementari chiamate quark. Il Sole sembra girare intorno alla Terra, ma è vero il contrario – e fondamentalmente risulta che ogni cosa si muove relativamente a ogni altra cosa.

Il tempo è l'aspetto più pervasivo della nostra esperienza quotidiana. Tutto ciò che pensiamo, proviamo e facciamo ci ricorda della sua esistenza. Noi percepiamo il mondo come un flusso di momenti che costituiscono la nostra vita. Ma tanto i fisici quanto i filosofi dicono da tempo (e molti pensano) che il tempo sia l'illusione primaria.

Quando domando ad amici non scienziati che cosa sia il tempo secondo loro, spesso rispondono che il suo passaggio è ingannevole e che tutto ciò che è reale – la verità, la giustizia, il divino, le leggi scientifiche – sta al di fuori del tempo. L'idea che il tempo sia un'illusione è un luogo comune filosofico e religioso. Per millenni, le persone si sono rassegnate alle avversità della vita e alla propria mortalità credendo alla possibilità di una fuga finale in un mondo senza tempo e più reale.

Alcuni dei pensatori più illustri sostengono che il tempo è ir-reale. Nella visione della natura di Platone, il più grande filosofo

del mondo antico, e di Einstein, il piú grande fisico del mondo moderno, ciò che è reale è atemporale. La nostra esperienza del tempo appariva a entrambi come un accidente dovuto alla nostra condizione di esseri umani – un accidente che ci nasconde la verità. Entrambi credevano che fosse necessario trascendere l'illusione del tempo per percepire il reale e il vero.

In passato credevo nella fondamentale irrealtà del tempo. In verità, ho intrapreso la carriera di fisico poiché da adolescente desideravo scambiare il mondo umano, che mi appariva brutto e inospitale, con un mondo di verità pura, atemporale. Piú in là negli anni, scoprii che la condizione umana è piuttosto gradevole e la necessità di una fuga trascendente venne meno.

Il punto importante è che oggi non credo piú che il tempo sia irreali. Di fatto, sono passato a nutrire la concezione opposta: non solo il tempo è reale, ma nulla di ciò che sappiamo e di cui facciamo esperienza si avvicina al cuore della natura piú della realtà del tempo.

Le ragioni di questo mio voltafaccia sono legate alla scienza – e, in particolare, agli sviluppi contemporanei della fisica e della cosmologia. Sono giunto a credere che il tempo sia la chiave del significato della teoria quantistica e della sua futura unificazione con lo spazio, il tempo, la gravità e la cosmologia. Sono convinto – e questo è il punto piú importante – che per capire il significato dell'immagine dell'universo che le osservazioni cosmologiche stanno componendo dobbiamo abbracciare la realtà del tempo in un modo nuovo. Questo è ciò che intendo per «rinascita del tempo».

Gran parte di questo libro espone le ragioni scientifiche per credere alla realtà del tempo. Se siete fra i molti che credono che il tempo sia un'illusione, il mio obiettivo è farvi cambiare idea. Se siete già convinti che il tempo sia reale, spero di fornirvi ragioni migliori per crederlo.

Questo libro è per tutti, poiché non esiste nessuno la cui visione del mondo non sia plasmata dal modo in cui considera il tempo. Anche se non avete mai riflettuto sul suo significato, il vostro modo di pensare – il linguaggio stesso con cui esprimete i vostri pensieri – è influenzato da antiche idee metafisiche sul tempo.

Quando adottiamo la concezione rivoluzionaria della realtà del tempo, cambia il nostro modo di considerare qualsiasi altra cosa. In particolare, tendiamo a vedere il futuro in un modo nuovo, che sottolinea nitidamente tanto le opportunità quanto i pericoli fronteggiati dalla specie umana.

Una piccola parte della storia di questo libro è il viaggio personale che mi ha portato a riscoprire il tempo. La mia motivazione iniziale forse può essere descritta nel modo migliore nel linguaggio non della scienza, ma della paternità, mediante le conversazioni avute con il mio bambino, specie la sera, al momento della nanna. «Papà, – mi domandò una volta mentre gli leggevo una storia, – quando eri grande come me avevi il mio nome?» Ecco un bambino che prende consapevolezza del fatto che è esistito un tempo prima di lui e cerca di collegare la breve storia della sua vita fino a quel momento a un'epopea di ben altre dimensioni.

Ogni viaggio ha qualcosa da insegnare e in questo caso la lezione è stata rendermi conto di quale idea radicale sia contenuta nella semplice affermazione che il tempo è reale. Avendo iniziato la mia vita scientifica cercando l'equazione al di là del tempo, oggi credo che il segreto piú profondo dell'universo sia il fatto che la sua essenza sta nel modo in cui si dispiega momento per momento nel tempo.

Il nostro modo di pensare al tempo è paradossale: ci percepiamo come esseri che vivono nel tempo, però spesso immaginiamo che gli aspetti migliori del nostro mondo e di noi stessi lo trascendano. Ciò che rende vero qualcosa, crediamo, non è il fatto che sia vero ora, ma che sia sempre stato vero e sempre lo sarà. Ciò che rende assoluto un principio morale è il suo valere in ogni momento e in ogni circostanza. Sembra radicata in noi l'idea che se qualcosa è prezioso esiste fuori dal tempo. Bramiamo l'«amore eterno». Parliamo di «verità» e «giustizia» come di entità atemporalì. Ciò che piú desta in noi ammirazione e rispetto – Dio, le verità della matematica, le leggi della natura – è dotato di un'esistenza che trascende il tempo. Agiamo all'interno del tempo, ma giudichiamo le nostre azioni in base a criteri atemporalì.

La conseguenza di questo paradosso è che viviamo in uno stato di alienazione da ciò a cui teniamo di piú. Questa alienazione influenza tutte le nostre aspirazioni. Nella scienza, gli esperimenti e le loro analisi hanno una durata limitata, come lo sono tutte le osservazioni della natura, eppure immaginiamo di scoprire prove dell'esistenza di leggi di natura atemporalì. Il paradosso influenza anche le nostre azioni come individui, membri di una famiglia e cittadini, poiché il modo in cui interpretiamo il tempo determina come pensiamo al futuro.

In questo libro spero di trovare una nuova soluzione al paradosso di vivere nel tempo e credere nell'atemporalità. La mia proposta è questa: il tempo e il suo passaggio sono fondamentali e reali e le speranze e le credenze relative a verità e regni atemporalmente non sono altro che miti.

Accettare il tempo significa essere convinti che la realtà consiste soltanto di ciò che è reale in ciascun momento del tempo. È un'idea radicale, poiché nega ogni tipo di esistenza o verità atemporale – che sia nel dominio della scienza, della morale, della matematica o del governo. Tutti questi settori devono essere riconcettualizzati, per inquadrare le loro verità nel tempo.

Accettare il tempo implica altresì che i nostri assunti di base sul funzionamento dell'universo al livello più fondamentale sono incompleti. Quando affermo, nelle pagine che seguono, che il tempo è reale, intendo dire che:

- Qualunque cosa sia reale nel nostro universo è reale in un momento, che fa parte di una successione di momenti.
- Il passato era reale, ma non lo è più. Tuttavia, il passato si può interpretare e analizzare, poiché nel presente troviamo i segni di processi del passato.
- Il futuro non esiste ancora e quindi è aperto. Possiamo ragionevolmente inferire alcune previsioni, ma non possiamo prevedere il futuro in maniera completa. Infatti il futuro può produrre fenomeni che sono realmente nuovi, nel senso che nessuna conoscenza del passato permetterebbe di prevederli.
- Nulla trascende il tempo, nemmeno le leggi della natura. Le leggi non sono atemporalmente. Come qualunque altra cosa, sono caratteristiche del presente e si possono evolvere nel corso del tempo.

Nelle pagine che seguono vedremo che queste ipotesi indicano una nuova direzione per la fisica fondamentale – che secondo me è l'unica via d'uscita dagli attuali dilemmi della cosmologia e della fisica teorica. Da queste ipotesi, inoltre, discendono alcune conseguenze per il modo in cui dovremmo interpretare la nostra stessa vita e affrontare le sfide cui l'umanità va incontro.

Per spiegare perché la realtà del tempo è tanto importante, per la scienza come per questioni estranee alla scienza, mi piace mettere a confronto il pensare nel tempo con il pensare fuori dal tempo. L'idea che la verità sia atemporale e in qualche modo esterna

all'universo è tanto pervasiva che il filosofo brasiliano Roberto Mangabeira Unger la definisce «la filosofia perenne». È l'essenza del pensiero di Platone, che nel *Menone* è esemplificata dalla parabola dello schiavo e della geometria del quadrato, in cui Socrate sostiene che ogni scoperta è soltanto un atto di ricordo.

Pensiamo al di fuori del tempo quando immaginiamo che la risposta all'interrogativo su cui riflettiamo si trovi da qualche parte in un dominio eterno di verità atemporale. Che il problema sia come essere un genitore, un coniuge o un cittadino migliore, oppure quale potrebbe essere l'organizzazione ottimale della società, crediamo che esista qualcosa di immutabilmente vero in attesa di essere scoperto.

Noi scienziati pensiamo nel tempo quando concepiamo il nostro compito come l'invenzione di nuove idee per descrivere fenomeni appena scoperti e di nuove strutture matematiche per esprimerle. Se pensiamo fuori dal tempo, crediamo che queste idee in qualche modo esistessero anche prima del momento in cui le abbiamo inventate. Se pensiamo nel tempo, non vediamo ragioni per presumerlo.

Il contrasto fra queste due modalità di pensiero è evidente in molti campi del pensiero e dell'azione. Pensiamo al di fuori del tempo quando, di fronte a un problema tecnologico o sociale, presumiamo che gli approcci possibili siano già determinati, come un insieme di categorie assolute, preesistenti. Chiunque pensi che la teoria economica o politica corretta sia stata scritta nell'Ottocento pensa al di fuori del tempo. Se invece consideriamo l'obiettivo della politica come l'invenzione di nuove soluzioni ai nuovi problemi che emergono quando la società si evolve, pensiamo nel tempo. E pensiamo nel tempo anche quando capiamo che il progresso della tecnologia, della società e della scienza consiste nell'invenzione di idee, strategie e forme di organizzazione sociale autenticamente nuove – e confidiamo nella nostra capacità di inventarle.

Quando accettiamo incondizionatamente le restrizioni, le abitudini e le burocrazie delle nostre varie comunità e organizzazioni come se la loro esistenza avesse una ragione assoluta, siamo intrappolati al di fuori del tempo. Vi rientriamo quando ci rendiamo conto che ogni caratteristica di un'organizzazione umana è una conseguenza di una storia, perciò i loro aspetti sono tutti negoziabili e passibili di miglioramento grazie all'invenzione di nuovi modi di fare le cose.

Se pensiamo che il compito della fisica sia scoprire un'equazione matematica atemporale che coglie ogni aspetto dell'universo,

crediamo che la verità sull'universo stia al di fuori dell'universo. È un'abitudine di pensiero tanto familiare che non riusciamo a vederne l'assurdità: se l'universo è tutto ciò che esiste, com'è possibile che qualcosa che esiste al di fuori dell'universo lo descriva? Se invece consideriamo evidente la realtà del tempo, allora non può esistere un'equazione matematica che coglie perfettamente ogni aspetto del mondo, poiché una proprietà del mondo reale che nessuna equazione matematica possiede è che è sempre un qualche momento.

La biologia evuzionistica darwiniana è il prototipo del pensiero nel tempo, poiché si basa sulla comprensione che i processi naturali che si sviluppano nel tempo possono portare alla creazione di strutture veramente nuove. Possono emergere anche nuove leggi, quando nascono le strutture a cui si applicano. I principî della selezione sessuale, per esempio, non sarebbero potuti nascere prima che esistessero i sessi. La dinamica dell'evoluzione non ha alcun bisogno di vasti spazi astratti, come lo spazio di ogni possibile animale, sequenza di DNA, insieme di proteine o legge biologica. È meglio pensare alla dinamica dell'evoluzione, come propone il biologo teorico Stuart Kauffman, come all'esplorazione nel tempo da parte della biosfera di ciò che può accadere al passo successivo: l'«adiacente possibile». La stessa considerazione vale anche per l'evoluzione delle tecnologie, delle economie e delle società.

Pensare nel tempo non è relativismo, ma è una forma di *relazionismo* – la concezione filosofica secondo cui la descrizione più vera di qualcosa si ottiene specificandone le relazioni con le altre parti del sistema di cui fa parte. La verità può essere sia legata al tempo sia oggettiva quando riguarda oggetti che esistono una volta inventati, dall'evoluzione o dal pensiero umano.

Al livello personale, pensare nel tempo vuol dire accettare l'incertezza della vita come il prezzo necessario per essere vivi. Ribellarsi alla precarietà della vita, rifiutare l'incertezza, adottare la «tolleranza zero» nei confronti del rischio, immaginare che la vita possa essere organizzata in modo da eliminare completamente il pericolo, vuol dire pensare al di fuori del tempo. Essere umani significa vivere sospesi tra il pericolo e l'opportunità.

Noi facciamo del nostro meglio per prosperare in un mondo incerto, per prenderci cura di chi e di ciò che amiamo e di tanto in tanto ne traiamo divertimento. Pianifichiamo, ma non possiamo mai prevedere completamente i pericoli né le opportunità che si presenteranno. I buddisti dicono che viviamo in una casa che è in fiamme, ma non ce ne siamo ancora accorti. Il pericolo si può pre-

sentare in ogni momento, e nelle società dei cacciatori-raccoglitori era sempre presente, ma nella vita moderna abbiamo organizzato tutto in modo che sia relativamente raro. La sfida della vita consiste nello scegliere in maniera saggia di quale pericolo tra i moltissimi possibili vale la pena preoccuparsi. Si tratta anche di scegliere quale opportunità cogliere fra tutte quelle che ogni momento ci offre. Scegliamo a che cosa dedicare l'energia e l'attenzione – sempre nonostante la conoscenza incompleta delle conseguenze.

Potremmo fare di meglio? Potremmo dominare l'imprevedibilità della vita e raggiungere uno stato in cui la nostra conoscenza, se non completa, è quanto meno sufficiente per capire tutte le conseguenze delle nostre scelte – i pericoli come le opportunità? In altre parole, potremmo vivere una vita davvero razionale, senza sorprese? Se il tempo fosse un'illusione, potremmo immaginarlo possibile, poiché in un mondo in cui il tempo non fosse necessario non vi sarebbe una differenza fondamentale tra la conoscenza del presente e la conoscenza del futuro. Occorrerebbe soltanto qualche calcolo in più. Potremmo calcolare un numero, una formula, la cui decodifica ci rivelerebbe tutto ciò che abbiamo bisogno di sapere.

Se il tempo è reale, invece, il futuro non è determinabile dalla conoscenza del presente. Non esiste via d'uscita dalla nostra situazione, non c'è modo di evitare le sorprese che derivano dal fatto di vivere nell'ignoranza della maggior parte delle conseguenze delle nostre azioni. La sorpresa è intrinseca alla struttura del mondo. La natura può riservarci sorprese a cui nessuna quantità di conoscenza potrebbe prepararci. La novità è reale. Con l'immaginazione, possiamo creare risultati non calcolabili in base alla conoscenza del presente. È per questo motivo che per tutti noi è importante che il tempo sia o no reale: la risposta può modificare il modo in cui consideriamo la nostra situazione di ricercatori di felicità e di significato in un universo per lo più sconosciuto. Tornerò su questi argomenti nell'Epilogo, dove suggerisco che la realtà del tempo può aiutarci a riflettere su sfide quali il cambiamento climatico e la crisi economica.

Prima di affrontare il tema principale, vorrei offrire qualche consiglio al lettore.

Per quanto possibile, ho cercato di rendere gli argomenti di questo libro accessibili a un pubblico generale privo di una formazione in fisica o in matematica. Non ci sono equazioni e tutto ciò che dovete sapere per seguire i miei argomenti viene spiegato. Le domande essenziali sono illustrate con gli esempi più semplici pos-

sibili. Quando passeremo ad argomenti piú complicati, raccomando al lettore, se incontra difficoltà, di comportarsi come imparano a fare gli scienziati, cioè di dare una scorsa o saltare fino a un punto in cui il testo appare loro piú chiaro. Coloro che desiderano approfondire gli argomenti possono consultare le diverse appendici, che si trovano on line sul sito [www.timereborn.com](http://www.timereborn.com). Il lettore potrà trovare vantaggioso anche consultare le note, che contengono citazioni, osservazioni utili per i profani e per gli esperti e ulteriori discussioni che possono interessare qualcuno.

Il mio viaggio per tornare al tempo è durato piú di vent'anni, a partire da quando mi resi conto che le leggi vanno spiegate in base al fatto che si sono evolute, attraverso le mie lotte con la relatività, i fondamenti della fisica quantistica e la gravità quantistica, che infine mi hanno portato alla concezione descritta in queste pagine. Per il mio progresso su questa strada sono state essenziali collaborazioni e conversazioni con molti amici e colleghi; le descrivo nei dettagli, insieme al mio uso di risultati e idee altrui, nei Ringraziamenti e nelle note. Nessuna di queste interazioni è stata piú importante di una collaborazione fruttuosa e stimolante con Roberto Mangabeira Unger, nel corso della quale abbiamo formulato l'argomento principale e molte delle idee fondamentali presentate nel seguito<sup>1</sup>.

Il lettore deve sapere che esistono molti punti di vista sul tempo, sulla teoria quantistica, sulla cosmologia e su altri argomenti simili che non vengono discussi in queste pagine. Esiste una vasta letteratura fisica, cosmologica e filosofica sui problemi che sfioro qui. Questo libro non pretende di essere una pubblicazione accademica. La mia scelta è stata offrire al lettore che si può avvicinare per la prima volta a quest'area di discussione un percorso attraverso questo terreno complesso, mettendo in evidenza alcuni argomenti particolari che ne costituiscono il nucleo centrale<sup>2</sup>. Per fare un esempio, esistono scaffali interi di opere sulle opinioni di Kant sullo spazio e sul tempo, che qui non vengono citate, e non descrivo nemmeno le opinioni di alcuni filosofi contemporanei. Chiedo perdono ai miei dotti amici per queste omissioni e rimando i lettori interessati alla Bibliografia, che contiene suggerimenti per altre letture sull'argomento del tempo.

LEE SMOLIN

Toronto, agosto 2012.