

Sul tempo (tra fisica e filosofia)

Mauro Carfora [C] e Gino Zaccaria [Z]

1. Prologo: tempo e relatività

[Z] Il tema del nostro colloquio è il tempo, mentre l'intento di fondo consiste nel tentare di delinearne il concetto *sia* in senso fisico *sia* in senso filosofico-fenomenologico. (È chiaro che proprio a tale “concorrenza” *tra fisica e filosofia* dovrà via via applicarsi la nostra attenzione.)

[C] L'inizio è noto: il tempo, nel modo in cui è concepito nella fisica pre-novecentesca, si mostra, per così dire, come “un'arena cinematica immutabile”: gli eventi accadono e, nel costituire la nostra quotidianità, si lasciano ordinare e collocare spazio-temporalmente.

Qui sembra che la partita, in termini di filosofia del tempo, sia chiusa: quale potrebbe essere infatti lo sviluppo “filosofico” di una tale determinazione del tempo oltre le molte visioni che la filosofia già ci ha fornito? Ma con l'avvento della relatività, e gli sviluppi della fisica moderna, molte di queste rigidità mutano: il tempo assume un ruolo interamente diverso...

[Z] Ma v'è una questione che, per la filosofia, è sempre aperta (anche nella tradizione precedente all'avvento della relatività), e che sembra invece presupposta in ogni teoria fisica: la questione della distinzione tra “tempo fisico” e “tempo psicologico”. Il primo sarebbe oggettivabile, mentre il secondo sarebbe affetto da un carattere di “soggettività”, e quindi si mostrerebbe come non trattabile “scientificamente”, cioè come non misurabile in sé (ma avente pur sempre la sua origine nel “tempo fisico”).

Leggo a tal proposito un brano di Einstein tratto dalle battute iniziali del suo libro *Grundzüge der Relativitätstheorie*¹:

Ci domandiamo anzitutto: in che relazione stanno le nostre idee consuete di spazio e di tempo con il carattere dei nostri *Erlebnisse* (esperienze vissute)?

I vissuti di un individuo ci appaiono disposti in una serie di eventi; e in tale serie i singoli eventi che noi ricordiamo appaiono ordinati secondo il criterio del “prima” e del “poi”, criterio che non può essere ulteriormente analizzato. Per ogni individuo esiste pertanto un tempo individuale o soggettivo, che non è in se stesso misurabile. Si possono invero associare dei numeri agli eventi, in modo tale che, fra due eventi, quello posteriore sia caratterizzato dal numero maggiore; però la natura di questa associazione può essere del tutto arbitraria. Si può definire questa associazione per mezzo di un orologio, paragonando l'ordine degli eventi forniti dall'orologio con l'ordine delle serie di eventi data. Per orologio si intende qualcosa che fornisce una serie di eventi numerabili...

La questione suonerebbe allora così: è sostenibile, è attendibile supporre la sussistenza di *due* tempi, separati e simultaneamente connessi, nel senso che quello detto “fisico” precederebbe e genererebbe quello detto “psichico”? Ossia: la temporalità individuale o soggettiva sarebbe forse un “residuo” o un “prodotto” del tempo “fisico”? Si potrebbe infatti andare ancora più in là e chiedere: ha senso pensare che questi due tempi siano in verità raccolti in una dimensione più originaria, che non sarebbe in sé né fisica né soggettiva, così come neppure “oggettiva” o “naturale” e neanche sovranaturale? Inoltre: se il tempo fisico — cioè il tempo progettato nella fisica moderna — fosse il “tempo primo”, il “tempo primario” da cui ogni temporalità (con tutti i

¹ Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2002, p. 5.

suoi umani e non-umani sensi) discenderebbe, quale sarebbe la natura di questa “primarietà”? Potrebbe essere forse una natura “temporale”? E se sì: in quale senso del tempo? Insomma: la supposta primarietà del tempo fisico sarebbe ancora un che di “fisico”? (E lo chiedo senza supporre nulla di “meta-fisico”).

[C] Queste domande sono certamente “attendibili”, per riprendere una tua parola, così come tali saranno i problemi connessi, ma non mi sembra che vi siano ancora, nel nostro colloquio, le condizioni per affrontarle. Mi limito a dire che, in fisica relativistica, e dunque seguendo, in questo, l'intento di Einstein, il tempo nel suo nuovo ruolo cinematico, dipendente dallo stato di moto dell'osservatore, si lascia trattare in modo molto chiaro e diretto. Certo, c'è la rivoluzione concettuale rappresentata dal perdere l'*universalità* che lo caratterizzava nella fisica newtoniana, ma in fondo il ruolo descrittivo del tempo nel caratterizzare la dinamica delle interazioni fondamentali, con cui modelliamo il mondo fisico che sperimentiamo (l'interazione gravitazionale e quella elettromagnetica, e le interazioni debole e forte), è semplice. Una semplicità che si manifesta anche nella reversibilità temporale che caratterizza le suddette interazioni fondamentali — reversibilità di cui certamente parleremo. Ben più complicata è invece la questione del modo in cui emerge *la temporalità*, e del ruolo che, in questo, gioca il *secondo principio della termodinamica* (l'*entropia* totale di un sistema isolato — la misura del disordine del sistema stesso — non può mai decrescere nel tempo): un esempio relativamente semplice è l'emergenza di un tempo collettivo e di una “freccia del tempo” a partire dal tempo cinematico, reversibile, che descrive la dinamica dei costituenti elementari di un sistema complesso. Come ricordavo, le leggi che regolano le interazioni fondamentali (e i principi di base delle leggi del moto) sono reversibili rispetto al tempo, mentre la vita quotidiana ci insegna che domina l'irreversibilità; la stessa parola «tempo» è sinonimo di «irreversibilità»; il tempo passa e non torna indietro. È questa nozione di tempo irreversibile che di solito si presta all'analisi filosofica; nozione che è poi l'ambito in cui le domande sono del genere: «che è il tempo?», «qual è la natura della temporalità?», e così via. Penso ad esempio ad Agostino e al suo *quid est ergo tempus?* Una domanda più precisa nell'ambito di una discussione che coinvolga anche la relatività e la fisica moderna potrebbe essere: in che modo la nozione di tempo della relatività si relaziona al tempo così come viene descritto o pensato nell'ambito della filosofia?

2. La “freccia del tempo”

[Z] Tentiamo allora di mettere a fuoco la questione della cosiddetta “emergenza del tempo”. La reversibilità...

[C] ... sì, la reversibilità domina nella meccanica classica. Pensiamo al moto di una “particella”, descritto dalle leggi di Newton in termini di forze ambientali che ne determinano l'accelerazione. Le equazioni che governano questo moto, se trascuriamo effetti dissipativi (*e.g.* attrito), sono reversibili sotto inversione temporale. In altre parole: per ogni possibile evoluzione futura consentita al sistema dalle leggi newtoniane possiamo ottenere, invertendo la direzione del tempo, un'altra evoluzione in accordo con le leggi della dinamica di Newton.

[Z] Per “inversione temporale” si intende lo scambio di t in $-t$?

[C] Esattamente, e quindi possiamo avere, per il sistema fisico considerato, un'evoluzione nel passato che è deterministica al pari di quella verso il futuro. Posso così ripercorrere la dinamica del sistema in senso inverso, “all'indietro nel tempo”. Questa reversibilità temporale sussiste anche in relatività, dove il tempo non è un'entità universale immutabile, ma dipende dallo stato di moto del

sistema fisico, per cui posso alterare il ritmo con cui esso scorre. Il tempo può dunque essere “manipolato”. In un certo senso, la relatività ci ha insegnato a gestire il tempo fisico nel modo in cui gestiamo lo spazio, ovviamente con le dovute limitazioni: la velocità relativa fra osservatori permette di muovermi nello spazio tridimensionale e, in relatività, di alterare il ritmo con cui batte il tempo (proprio) di un osservatore rispetto all’altro.

[Z] E che accade allora in relazione alla reversibilità?

[C] La reversibilità temporale sussiste anche in relatività, sempre quando, semplificando un po’, si riduce la fenomenologia fisica alla sua “essenza” (mi concederai questo termine), indagando nel dettaglio le parti “elementari” di un sistema complesso, e utilizzando le leggi fondamentali che ne governano la dinamica (per esempio, le leggi di conservazione che gestiscono la dinamica del moto in relatività).

Se trattiamo le parti elementari in questi termini legati al riduzionismo fisico, ci rendiamo conto che c’è, per questa “fenomenologia di base”, reversibilità temporale. Anche nell’ambito della teoria quantistica, abbiamo una reversibilità temporale, almeno fintantoché non entri in gioco la complessa struttura concettuale legata alla teoria della misurazione quantistica (riduzione e collasso della funzione d’onda che descrive il sistema fisico: una volta che si *misura* un sistema, non lo si può *de-misurare!*)

[Z] Invece, quando lasciamo interagire le “molteplici parti” ...

[C] ... ecco che la reversibilità scompare o si perde; per esempio, nell’interazione di sistemi di molte particelle (pensiamo a un gas) entrano in gioco le distribuzioni delle velocità dei singoli costituenti, e questo dà luogo a una dinamica collettiva che non è più reversibile temporalmente. Nasce, dinamicamente, una “freccia del tempo”. Questo è il punto di vista *emergente* (vs. riduzionismo) che si impone sempre di più in ambito fisico (fisica dei sistemi complessi). E non è proprio questo l’elemento nel quale siamo quotidianamente? Nella vita di tutti i giorni, non entriamo quasi mai in rapporto con il fenomeno fisico “elementare”, il quale fornisce la descrizione nel dettaglio della dinamica delle componenti *elementari* (per esempio delle singole molecole di un gas) che vanno a generare la dinamica collettiva di un sistema complesso. Proprio quest’ultima dinamica, necessariamente descritta a *grana grossa* da variabili collettive (e.g. *temperatura, pressione, volume*, eccetera), noi esperiamo nella realtà fisica di tutti i giorni; si tratta di una fisica accessibile alla nostra esperienza ma, in sé, estremamente complessa. Penso ad esempio alla descrizione del modo in cui si frange un’onda: la dinamica della singola molecola d’acqua, isolata dalle altre, è chiara; il funzionamento di miliardi di molecole nella loro reciproca interazione... un po’ meno! Qui entra in gioco il secondo principio della termodinamica: la descrizione di un sistema complesso in termini di variabili collettive non distingue fra loro il numero enorme di configurazioni (posizioni e quantità di moto) distinte, accumulate da uno stesso valore di tali variabili collettive. Vedo insomma il comportamento della folla e non del singolo individuo. Questa perdita di informazione fisica, quantificata nel concetto di «entropia», trova la sua manifestazione nel secondo principio della termodinamica, una legge di carattere universale che si applica tanto alla fisica newtoniana, quanto a quella relativistica e a quella quantistica, e tanto alla dinamica di sistemi di particelle interagenti quanto a quella dei campi (elettromagnetico, gravitazionale, ai campi di gauge, eccetera).

[Z] S’infitte dunque l’enigma.

[C] È così. Insomma, se, per un verso, il tempo permette di descrivere il moto del singolo punto materiale, o della dinamica di una delle interazioni fondamentali (per esempio, quella elettromagnetica), ebbene, per l'altro, il suo gioco, non appena siamo in un sistema complesso, si arricchisce, cambia faccia! Ma con quale faccia è nato il tempo?

Penso però che, a questo punto, dobbiamo intenderci: di quale tempo stiamo parlando?

3. Il tempo e la luce

[Z] Infatti, di quale tempo? Con questa domanda ritorna in gioco l'essere umano, alla cui *esistenza* si accennava citando il “tempo psicologico”, ovvero, per riprendere le parole di Einstein, il “tempo individuale”, il “tempo soggettivo” — insomma: il *tempo-uomo*, diciamo. A questo si accompagna, o si accompagnerebbe, il tempo cronometrico, il *tempo-orologio*. Ecco l'enigmatica dicotomia: il tempo-uomo e il tempo-orologio, distinti, certo, ma anche uniti, perché sarebbero entrambi caratterizzati dalla freccia, nel senso del prima e del poi, dell'anteriorità e della posteriorità, della successione di attimi, del trascorrimento, del flusso — e sempre senza ritorno. La misurabilità li separa, l'irreversibilità li unisce.

Ma le cose stanno davvero in questo modo? Restano infatti alcuni problemi aperti, come il seguente: posto che il tempo-uomo sia irreversibile, è possibile intenderlo innanzitutto come successione? E se invece la sua “natura” non riposasse nel succedere e nel trascorrere ma in altro, come, ad esempio, nell'avvento, anzi nel gioco dell'istante che raccoglie in sé, tenendoli scissi, il trascorso e l'avvenire? Se così fosse, allora l'uomo, con il “suo” tempo, assumerebbe l'aspetto di qualcosa come un “fattore di disturbo” *nella e della* misurabilità fisico-matematica. Infatti la presenza dell'uomo nella fisica (classica e relativistica) si riduce, anzi *deve* ridursi al ruolo di registratore di misure cronometriche. In questo l'uomo sembra molto diverso dall'animale.

[C] Certo, e tuttavia possiamo dire che l'uomo è un *animale temporale*, nel senso che è un registratore di eventi e partecipa al gioco fra tempo e spazio. Ora, un modo per comprendere in profondità questo gioco è, dal punto di vista della fisica, fornito dalla teoria della relatività, dove il tempo ha un ruolo attivo e non solo descrittivo: il *Passato*, il *Presente*, il *Futuro* — per un osservatore — sono concetti che vengono profondamente modificati rispetto alla loro interpretazione usuale. In particolare, è sorprendente il fatto che si possa gestire il tempo dinamicamente: se sto fermo rispetto a un altro osservatore, il tempo che io sperimento passa più rapidamente per me che per l'altro; se invece sono in moto rispetto all'altro, il mio tempo scorre più lentamente. È un po' (ma solo un po'!) come spostarsi nello spazio. Eventi che per me sono simultanei non appaiono simultanei all'altro osservatore: abbiamo un paesaggio temporale variegato e non più la rassicurante monotonia di un tempo universale che scorre in maniera uguale per tutti, e che rendeva la natura del tempo enigmatica in questa sua quasi religiosa perfezione. Nella vita quotidiana, non abbiamo modo di apprezzare questi cambiamenti se non per via indiretta. Tuttavia, i successi e le applicazioni della fisica relativistica ci rendono consapevoli che il gioco è cambiato.

E poi consideriamo anche questo fatto: se la velocità della luce non fosse così elevata — circa 300.000 km al secondo, come si sa —, se insomma fosse (molto) più bassa, ebbene gli esseri umani avrebbero sviluppato un senso diverso del tempo. Forse lo stupore nei confronti della natura del tempo — del suo “enigma”, come dicevi — non si sarebbe prodotto.

[Z] Tocchiamo qui, mi pare, un punto interessante. Stiamo dicendo che l'enigmaticità (*per noi*) del tempo dipende dalla circostanza che la luce ha la velocità che ha.

[C] Sì, esatto. Ciò rende il tempo estremamente rigido: nella vita di tutti i giorni lo percepiamo infatti in modo molto diverso da come comprendiamo e sentiamo lo spazio; in questo, valutiamo distanze che possiamo percorrere a piacimento, mentre *nel* e *del* tempo abbiamo la percezione di periodi e di durate (un giorno, dieci giorni, un mese, un anno) che subiamo e che non possiamo percorrere a nostra discrezione. Possiamo farlo fare ai fasci delle particelle elementari nei grandi laboratori di ricerca fisica, dove si sperimenta una dinamica del tempo non banale; ma questa non ci è accessibile nell'esperienza quotidiana (se non per via molto indiretta: il *Global Positioning System* che, per il suo corretto funzionamento, richiede correzioni relativistiche nella misura del tempo). Voglio dunque dire che, se la velocità della luce fosse molto più bassa, una dinamica del tempo sarebbe per noi molto più fruibile anche nella quotidianità (ma chissà come sarebbero le forme di vita in un universo con una simile velocità della luce... probabilmente la vita non sarebbe possibile: quindi niente domande filosofiche sul tempo!)

[Z] Senza dubbio! — Niente filosofia senza almeno “un po’ di vita”.

Vorrei però vedere tutto questo più da vicino. Ho l'impressione che il porre la questione in tali termini ci “lanci” in una singolare regione della “pensabilità del tempo”. Tu dici: se la luce viaggiasse a una velocità “più umana”, cioè più vicina ai ritmi del nostro corpo, del nostro percepire e del nostro pensare, del nostro muoverci, allora...

[C] ... allora avremmo una diversa percezione dei fenomeni del tipo “dilatazione dei tempi” e del genere “contrazione delle lunghezze” (entrambi dovuti alla dipendenza del tempo dallo stato di moto dell'osservatore che lo sperimenta), che sarebbero visti come effetti di parallasse temporale: per esempio, spostando a un'opportuna velocità gli occhi, potremmo (percepiamo) compensare la contrazione di un regolo in movimento a velocità “relativistiche” (che sarebbero di pochi metri al secondo in questo mondo dominato dalla *lentezza* della luce). Si tratta di piccoli esperimenti mentali che mostrano uno stato del mondo in cui il tempo fisico diverrebbe più gestibile.

Devo però ricordare che gli enormi progressi compiuti nelle tecniche di misurazione del tempo hanno reso gli effetti relativistici molto più accessibili di una volta. Si tratta di tecniche grazie alle quali davvero si può, come si dice, “cogliere l'attimo” — dove l'attimo è sempre più breve. Per esempio un fotone percorre circa 30 cm in un nanosecondo (un milionesimo di secondo): i misuratori di distanze a raggi laser (non quelli a ultrasuoni!) che si possono acquistare da un buon ferramenta misurano il tempo di volo che un pacchetto di fotoni impiega a percorrere la distanza che ci separa dalla parete che abbiamo di fronte! Basta riflettere un poco sulla tecnologia quotidianamente a nostra disposizione per uscire dalle rigidità che le nostre percezioni sembrano imporci: un regolo di 30 cm, un misuratore di distanze a impulsi laser... e possiamo apprezzare (sia pure in maniera indiretta) il tempo scandito in nanosecondi! Un'altro fatto significativo: il valore della velocità della luce nel vuoto ($c=2.99792458 \times 10^{10}$ cm/s) è sperimentalmente determinato con una precisione superiore a una parte in dieci miliardi di miliardi! La costanza della velocità della luce è così universalmente accettata da alterare profondamente l'utilizzo degli standard una volta utilizzati per definire le unità di tempo e lunghezza (e.g. il metro campione, una volta conservato presso il Laboratorio di Pesi e Misure a Sèvres e realizzato in platino-iridio, non è più utilizzato dal 1983). Oggigiorno la costanza della velocità della luce è sfruttata per definire il centimetro come la distanza percorsa, nel vuoto, da un segnale luminoso in $1/2.99792458 \times 10^{-10}$ secondi. Quindi abbiamo ridotto le misure di distanza spaziale a misure temporali!

4. Il tempo “quantizzato”

[Z] Pensi (anche) ai quanti di tempo?

[C] Il concetto e l'idea di “quantizzazione del tempo” vanno molto di moda, o, detto meglio, vanno di moda alcune idee sulla possibilità che esista un tempo fondamentale quantizzato. In proposito, ho le mie riserve. La domanda di fondo è se il tempo, a livello della dinamica dei fenomeni fisici più estremi che coinvolgono sia la teoria quantistica che la relatività generale (*Black Holes, Big Bang*, eccetera) sia o non sia quantizzato. Oppure, se vogliamo essere più radicali, la domanda che vorremmo (o dovremmo) porre in questo ambito è: come nasce il tempo? O meglio: come nasce lo spaziotempo? Siamo in presenza — lo dico con un'immagine — di due placche tettoniche che si stanno scontrando: una è la relatività (generale) e l'altra è la teoria quantistica. Ma terremoti che sconvolgano il paesaggio fisico sinora non ve ne sono stati. Si è in attesa di un “*Big One*”, e tutti ci prepariamo; sono stati elaborati modelli di previsione (teoria delle stringhe, *Loop Quantum Gravity*, per citare quelli più noti), tuttavia vi è una “crisi” interpretativa (e soprattutto osservativa!) che non si è ancora in grado di trattare in modo adeguato, nonostante l'impegno di moltissimi fisici.

Il panorama dei vari tentativi fatti è ampio e molto variegato, ma avaro di risposte soddisfacenti. Un sintomo sono quelle affermazioni tanto ripetute quanto poco argomentate che recitano: «il tempo non c'è più, il tempo non esiste», oppure «il tempo è discreto» ...

[Z] ... o granulare.

[C] Certo: il tempo “granulare”, i grani di tempo. Ma qui sorge un problema ontologico: dov'è la granularità? A che cosa si deve?

Iniziamo con la bella frase a effetto: «il tempo non c'è più, il tempo non esiste», talvolta citata anche in ambito non quantistico. Il fatto che, in relatività generale, non esista una scelta di tempo privilegiata, non implica *affatto* l'inesistenza del tempo. Se pensiamo all'osservatore relativistico, ebbene, per lui una ben definita nozione di tempo (proprio) esiste. Allargando il campo, e pensando a una collezione di osservatori, in generale essi non riusciranno (a causa del loro moto reciproco) a mettersi d'accordo in merito alla scelta di un'unica variabile temporale che permetta di sincronizzare i loro orologi e quindi di attribuire una simultaneità alle loro misure; in realtà, ho infinite scelte per il tempo, tante storie che descrivono uno stesso spaziotempo — che è poi una possibilità riassunta nella formula *Many-fingered Time*. In uno dei primi tentativi di quantizzare la relatività generale, questa bella osservazione venne promossa a dinamica “quantistica” dello spazio tridimensionale, che sembrava detronizzare lo spaziotempo quadrimensionale della relatività generale, relegandolo, insieme al concetto di tempo, a una realtà valida solo in fisica classica (non quantistica):²

There is no spacetime, there is no time, there is no before, there is no after. The question of what happens “next” is without meaning.

In realtà, si tratta di un punto di vista dove gli aspetti temporali sono solo nascosti nel modello che si assume in partenza per descrivere la quantizzazione della teoria (il punto di vista hamiltoniano) e non eliminati o emergenti. Per esempio, a quale titolo viene privilegiata la dinamica

² C. W. Misner, K.S. Thorne, J. A. Wheeler, *Gravitation*, S. Francisco: Freeman, 1970, p. 1183.

dello spazio tridimensionale? E perché, così come il tempo, anche lo spazio non viene considerato un'apparenza semiclassica di qualcosa di più fondamentale?

Queste domande hanno il merito, se non altro, di spingerci verso dei tentativi di risposta. Per esempio possiamo ipotizzare che, a livello della gravità quantistica, il tempo sia discreto — magari identificato con il tempo di Planck [$T(\text{Planck}) \approx 5.39116(13) \times 10^{-44}$ s], quantità che costruisco con le costanti fondamentali della natura (costante di Planck, costante gravitazionale, velocità della luce) — e che il tempo “classico” emerga grazie a un certo meccanismo dinamico.

Ammetto che, per certi versi, è affascinante pensare che il tempo sia discreto. Ma un problema molto più interessante — vi accennavo prima — è la *nascita del tempo*; qui si tocca (ancora una volta) la “terra di mezzo” tra relatività generale e fisica quantistica. Per esempio, ci si può porre l'obiettivo di vedere se una collezione di tempi discretizzati produca, sotto condizioni opportune, *collettivamente* una dinamica temporale. Più in generale, potremmo addirittura pensare a meccanismi dinamici che generano dimensioni spaziali, a partire da oggetti più elementari (oltre al tempo di Planck abbiamo la *lunghezza di Planck* e l'*energia di Planck*: di fatto diversi aspetti della stessa cosa), e ritenere che, dinamicamente, una di queste dimensioni possa sviluppare un carattere temporale; vi sono modelli che prevedono questa fenomenologia (mi vengono in mente, nell'ambito della teoria delle stringhe, le idee molto profonde di A. Polyakov). Meccanismi di questo tipo sono molto complessi, e, più semplicemente, si può essere tentati da un'idea di tempo discreto che partizioni un continuo temporale: tanti grani di tempo di Planck che vanno a costituire un tempo continuo... e magari funziona pure, ma bisogna dimostrare che è davvero così, perché la natura non è sempre semplice, e ci sorprende nella sua complessità. Un'idea accattivante è solo l'inizio di una teoria.

[Z] L'osservazione corrente a tal proposito è nota (e trova le sue radici nella filosofia antica): che mai sussisterebbe “tra” un *quantum* di tempo e l'altro? Ovvero, venendo a noi: che “sussiste”, anzi: che “avviene” tra due tempi di Planck? Più chiaramente: di che o da che è costituita la loro relazione? Emerge, o ritorna, la questione del *continuum*: si è prossimi a qualcosa come un punto, ma non si tratta di punti. Mi rendo conto tuttavia che queste domande possono apparire ingenui — e magari lo sono ...

[C] ... sono in realtà domande delicate, che presentano e impongono livelli di lettura molto articolati.

Se si parte dall'idea dell'esistenza di un tempo fondamentale discreto da identificarsi nel tempo di Planck, la risposta più diretta che posso dare è osservare che, per un fisico, la domanda che naturalmente si pone riguarda la modalità con cui questi intervalli di tempo interagiscono gli uni con gli altri, e se sia possibile che, da questa interazione, nasca un tempo macroscopico capace di descrivere il fluire degli eventi.

Un problema analogo emerge se assumiamo l'esistenza di una lunghezza fondamentale (*e.g.*, la lunghezza di Planck) e quindi se sia possibile, dall'interazione fra *mattoni di spazio* (con estensione definita dalla lunghezza fondamentale, e non necessariamente 3-dimensionali), costruire dinamicamente uno spazio fisico esteso e continuo che abbia le caratteristiche che sperimentiamo. Non parliamo dell'ipotesi del continuo in matematica (che tocca aspetti più filosofici che fisici) ma del modo in cui, da interazioni molto semplici fra parti elementari, possa nascere una struttura complessa come quella di uno spazio esteso tridimensionale, e più in generale di uno spaziotempo fisico con le caratteristiche di continuità ed estensione, e con le proprietà geometriche che macroscopicamente osserviamo. Siamo qui di fronte al ruolo sempre più importante che il punto di vista “emergente” assume nella fisica moderna (*emergence vs reductionism*). In un ambito

strettamente quantistico, rispondere a questa domanda è estremamente complesso: qual è la dinamica quantistica del tempo di Planck; che cosa caratterizza l'interazione di questi mattoni di tempo elementari? La complessità della domanda è nella semplicità della risposta: *non lo sappiamo* (forse le tre parole più importanti in fisica, quelle che indicano, se la domanda è scientificamente significativa, dove andare a cercare “nuova fisica”).

Se, tuttavia, ci poniamo in un ambito più semplice, a cavallo fra la meccanica statistica e la teoria quantistica, l'utilizzo di quantità discrete, in fisica, si lascia trattare in un modo molto elegante. Si ragiona in termini di “mattoncini da costruzione”, come nel *Leggo*, cioè si pongono insieme entità discrete senza ulteriori ipotesi, se non quelle di un'interazione che tipicamente agisce solo localmente fra le entità discrete più vicine fra loro, al fine di osservare il modo in cui esse si organizzano in assoluta libertà. È ciò che i fisici definiscono un “meccanismo entropico”. Si dà vita così a un interessante ossimoro: si cercano i meccanismi fisici che generano, sotto condizioni opportune, l'ordine dal disordine. Di fatto, se il disordine non cresce in maniera eccessiva al crescere del numero dei mattoncini, vi è la possibilità di creare dell'ordine nel disordine variando i parametri ambientali (per esempio la temperatura, il campo magnetico, eccetera) in maniera da incoraggiare o scoraggiare l'aggregazione fra le parti interagenti. Possiamo così studiare come emerge un oggetto esteso, per esempio una geometria, o un campo continuo che descriva un'interazione fisica a lungo raggio, a partire da una collezione incoerente di entità discrete interagenti fra loro solo localmente. La strategia di fondo si basa su un'osservazione elementare: se prendiamo un oggetto discretizzato (per esempio, rimanendo in tema, una costruzione *Leggo*), e lo osserviamo da vicino, scorgiamo tutti i dettagli della discretizzazione; se invece lo guardiamo da una distanza sufficientemente grande, cominciamo a non vedere i suoi “pezzi discreti”; e così quanto più ci allontaniamo dall'oggetto tanto più esso ci appare come caratterizzato da un'apparente continuità. Dico questo per dare l'idea del passaggio al limite che è coinvolto nel meccanismo che ci permette di estrarre configurazioni continue e ordinate da un insieme disordinato di oggetti elementari in interazione locale; si opera una discretizzazione, e poi, al tempo stesso, con molta astuzia e molta tecnica, si passa alla continuità. Per illustrare in modo semplice questa tecnica, prendiamo, ad esempio, un pallone da calcio, discretizzato con pentagoni, esagoni, triangoli. Ora, invece di allontanarci dall'oggetto, al fine di perdere traccia della particolare discretizzazione, rimpiccioliamo viepiù queste figure, facendole divenire sempre più numerose, e mantenendo la grandezza finita del pallone. In questo modo, arriviamo a una descrizione del pallone continua, dove è scomparsa la particolare scelta della discretizzazione iniziale.

In tale contesto, possiamo chiederci: come interagisce questo processo di “scalamento” con gli oggetti elementari che definiscono la discretizzazione? Ciò che può avvenire, e che ci stupisce, è che, sotto condizioni opportune (cioè se moduliamo il limite con parametri ambientali adeguati), possono instaurarsi correlazioni fra oggetti elementari non vicini fra loro — un fenomeno (si parla di transizione di fase di seconda specie) che permette di recuperare una descrizione continua dell'oggetto discretizzato, dove si perde traccia del dettaglio della discretizzazione adottata, e si instaurano proprietà macroscopiche talvolta inaspettate.

Mi rendo conto, però, che questa descrizione, relativamente complessa, non è ancora una risposta alla tua domanda; essa fornisce piuttosto il quadro generale per dialogare, sul problema che poni, in maniera un po' più precisa. Assumiamo semplicemente che un tempo di Planck possa essere “appiccicato” a un altro in modo che ne risulti un “doppio Planck”, e così via. Se ci chiediamo, come tu hai fatto, che cosa avvenga fra due tempi di Planck, significa anche che si sta considerando la possibilità che questi “segmenti temporali” non siano semplicemente giustapposti

lungo una linea temporale fissata — il che equivarrebbe ad assumere *a priori* l'esistenza di un tempo esteso, perfettamente identico a quello che esperiamo; sicché l'esistenza di un tempo fondamentale o di una lunghezza fondamentale sarebbe puramente un'ipotesi descrittiva, in fondo non molto interessante, visto che è in giro da parecchi anni.

Quello che penso ti interessi è l'interazione fra questi intervalli di tempo elementare. Però se uno prende tante “asticciole temporali” di Planck e le lascia entropicamente libere (in un insieme di *configurazioni* temporali a priori possibili sufficientemente ricco), probabilmente succede che tutto si avviluppi e si ingarbugli in maniera complessa, a meno che non vi siano meccanismi di controllo ambientale adeguati. Non è quindi affatto ovvio come, dall'idea di un tempo fondamentale discreto, possa generarsi il tempo fisico unidimensionale come lo concepiamo.

Ovviamente tutto questo è pura speculazione fisica; ma se si vuole vedere il tempo come un gioco che nasce da un tempo elementare discreto, ebbene questa può essere una risposta. Oppure no?

Per me rimane infatti aperto l'interrogativo di fondo: perché mai il tempo dovrebbe preesistere come tempo elementare discreto?

5. Tempo, spazio, uomo

[Z] Il tempo di Planck potrebbe essere dunque pensato come un “tempo fisico fondamentale”. Ora, alla luce di quello che hai appena illustrato, vedo bene come la (mia) domanda circa lo statuto ontologico dell'*interazione* fra “tempi naturali” configuri, in fisica, una questione estremamente sottile, se non spinosa.

Resta inoltre la circostanza — essenziale in filosofia fenomenologica — che il tempo è sì legato (in qualche modo) allo spazio, ma, proprio per questo, non ha *innanzitutto* un carattere spaziale. Tuttavia esattamente questo parrebbe essere negato quando si ragiona della temporalità assumendo il concetto di continuità associato all'interazione fra tempi di Planck; qui mi pare chiaro che ci si lasci guidare da un riferimento o concetto o nozione di tipo spaziale. È come se il tempo si offrisse alla possibilità di essere raffigurato solo grazie allo spazio. D'altronde, lo stesso tempo di Planck è definito in virtù della lunghezza di Planck. Sembra che, in fisica, lo spazio, anzi il *sensu* dello spazio attragga il tempo, il senso del tempo, dalla sua parte — così che questo si configuri come una sorta di conseguenza di quello: un tempo “spazi-forme”. Ora, giacché

1. il tempo rinvia all'uomo, all'*essere* dell'uomo, in un modo per così dire “più palese” di quando invece accada *a e con* lo spazio (il tempo è infatti da noi inteso con un rigore unico nel suo genere e senza mediazioni spaziali);
2. lo spazio è avvertito dall'uomo come una dimensione in cui ci si può muovere o anche stare in quiete, eccetera — mentre
3. il tempo è abitato come un elemento nel quale non si può “far altro” che andare incontro all'avvento, al futuro, provenendo da un passato, e così sussistendo ed esistendo nel cosiddetto “presente” (futuro e passato che, peraltro, sono sempre nascosti, ancorché in modo diverso); ebbene, se le cose stanno così, allora forse si comprende più chiaramente la ragione per la quale prima parlavo dell'uomo come di un “fattore di disturbo”. Intendo: è come se l'esistenza dell'uomo (cioè di noi tutti) intralciasse il calcolo, anzi la sua attesa esattezza. Di qui, dunque, la necessità di assumere l'uomo sotto il formato del — come dicevo — registratore di misure cronometriche.

Proseguendo su questa via (la cui affidabilità va comunque verificata a ogni passo), si giunge a formulare la seguente questione: come si può “tener conto” dell'uomo, nella sua interezza,

all'interno della descrizione e dell'indagine fisico-matematica della natura? (Quando parlo di “interezza”, penso alla circostanza che il carattere temporale dell'essere umano sembra mostrarsi più nettamente laddove si consideri la sua mortalità — come del resto già pensavano gli antichi poeti e pensatori Greci, i quali si riferivano agli uomini innanzitutto con l'appellativo οἱ θνητοί, cioè per l'appunto «i mortali».)

[C] A tale questione la fisica risponde in maniera molto diretta e, almeno apparentemente, di scarso interesse filosofico: nella modellizzazione fisico-matematica del tempo, l'uomo formalizza il suo ruolo di osservatore di eventi con una (parte di una) linea di universo che ne rappresenta la storia spaziotemporale. La sua mortalità non è di alcun interesse. Durante la sua storia spaziotemporale, scandita da un *tempo proprio* che egli misura, egli osserva eventi anche “lontani nello spazio” e quindi (vista la finitezza della velocità della luce nel vuoto, e il suo ruolo di massima velocità raggiungibile da un segnale fisico) “lontani nel tempo (passato)”. In fisica, il concetto di osservatore si è evoluto nel senso che la relatività ha geometrizzato l'atto dell'osservare, e ne ha relativizzato sempre più il ruolo. Si è passati dalla natura privilegiata degli osservatori inerziali in fisica newtoniana, sperimentatori di un tempo assoluto e di uno spazio assoluto dove vige la geometria euclidea, a un loro ruolo molto più articolato in relatività speciale: sperimentatori di una geometria spaziotemporale, omogenea e isotropa, ma non più prodotto di uno spazio tridimensionale e di un tempo immutabili: la geometria di Minkowski, per finire, in Relatività Generale, a un loro ruolo puramente locale (osservatori localmente inerziali), spogliati di ogni privilegio, spettatori che narrano le molte (infinite) trame di una geometria spaziotemporale dinamica. Naturalmente, altro e più complesso discorso richiede il trattamento dell'osservatore in fisica quantistica. Che ne sarà dell'osservatore in gravità quantistica?

[Z] Parli di una *evoluzione* del concetto di osservatore: mi chiedo se tale progressività non consista nel fatto che la fisica ha imparato a trattare sempre più efficacemente (ovvero, qui, sempre più tecnicamente) la *presenza dell'uomo* quanto al suo carattere (riprendendo un concetto già introdotto) di “fattore di disturbo”. In ogni caso, forse un breve cenno a tale evoluzione potrebbe essere di aiuto.

[C] Bene. Riprendo allora i punti salienti del discorso.

In relatività speciale, l'arena “entro cui” è ambientata la fisica è lo spazio-tempo di Minkowski, che ha quattro dimensioni, e una geometria che ci dice, dato il generico evento, quali eventi possono essere simultanei all'evento dato (il *presente* dell'evento), quali ne possano essere influenzati (il *futuro* dell'evento), e infine quali possano averlo influenzato (il *passato* dell'evento). Qui, come dicevo, il tempo diviene un'entità molto più articolata rispetto alla fisica pre-relativistica; entra in gioco lo stato di moto dell'osservatore, moto che determina l'esperienza osservativa del tempo.

Con la relatività generale (che vede l'introduzione dell'interazione gravitazionale), l'ambiente è ancora naturalmente lo spaziotempo, che però non è più un'arena “piatta” e immutabile, come nel modello di Minkowski, bensì un'entità dinamica; la geometria spaziotemporale dipende dalla massa-energia presente che ne determina (tramite le equazioni di Einstein) una dinamica che, in particolare, non privilegia un tempo rispetto a un altro. Questa geometria spaziotemporale, non più fissa e statica, determina a sua volta l'evoluzione della massa-energia presente in una sorta di divenire continuo. Sussiste insomma un'interazione reciproca e fortemente non lineare fra materia e geometria spaziotemporale, e in particolare con la “geometria del tempo”: quando si è prossimi a una sorgente gravitazionale, il tempo defluisce più lentamente di quanto accadrebbe se si fosse

invece lontani da essa. Tutto ciò è straordinario: il concetto cinematico di tempo associato al ruolo dell'osservatore è mutato radicalmente. Una mutazione che non viene facilmente percepita a livello filosofico, forse perché il *modo* “filosofico” di pensare il tempo in relazione alla sua natura fisica è la conseguenza del fatto che l'uomo ha da sempre familiarità unicamente con il tempo quale emerge dall'essere spettatori (spesso inconsapevoli) di una dinamica di un sistema enormemente complesso, quale è quello fornito dall'ambiente fisico che ci circonda. È questa nozione di tempo “complesso” — del tempo *fisico* in quanto irreversibilità — ciò *da cui* e *grazie a cui* si sono venuti formando il concetto di tempo e il pensiero della temporalità elaborati nella lunga tradizione della filosofia. Un'idea di tempo che ne ha caratterizzato l'uso come variabile cinematica necessaria per ordinare il succedersi degli eventi nei modelli matematici che descrivono le leggi della fisica. Il successo di queste leggi ha però emancipato enormemente questa nozione di *tempo naturale*, promuovendolo a un ruolo più fondamentale e articolato, governato da una dinamica fisica che altera molti degli aspetti che gli venivano attribuiti. Come abbiamo più volte osservato, nella vita quotidiana non siamo esposti a questa dinamica del tempo. È quindi comprensibile che il filtro della complessità fisica, e delle nostre percezioni sensoriali limitate, tenda a cancellare la ricchezza della descrizione della variabile temporale che ci fornisce la fisica moderna, e generi una visione filosofica del tempo naturale ancora molto *umana*. Una visione che talvolta si spinge a sostenere che la fisica semplicemente “tecnicizza” la presenza dell'uomo con un operare che sarebbe infatti solo il frutto del misconoscimento del tempo *naturale*.

Ma chiaramente qui entriamo in interpretazioni diverse di cosa si vuole intendere *a priori* per «tempo naturale», una strada che, se intrapresa senza grandissima cautela, non vede fisica e filosofia compagne di viaggio bene assortite.

6. La bi-temporalità (Einstein, Aristotele)

[Z] In ciò che vieni dicendo riecheggia un passo ancora di Einstein, che si trova poco dopo il brano letto all'inizio del nostro colloquio. È un passo in cui lo scienziato chiude da par suo i conti con la filosofia (in particolare con Kant). Lo cito giusto per tenerlo presente, senza con questo volerlo necessariamente mettere in gioco nel nostro discorso:

La sola giustificazione dei nostri concetti e dei sistemi di concetti sta nel fatto che essi servono a rappresentare/modellizzare il complesso delle nostre esperienze vissute; oltre a ciò essi non hanno nessuna legittimità. Sono convinto che i filosofi hanno avuto un'influenza dannosa sul progresso del pensiero scientifico, trasportando certi concetti fondamentali dal dominio della funzionalità empirica, dove essi erano sottoposti al nostro controllo, alle altezze intangibili dell'*a priori*. Poiché, anche se dovesse dimostrarsi che il mondo delle idee non può dedursi con mezzi logici dall'esperienza vissuta ma è in un certo senso una creazione della mente umana, senza la quale non è possibile alcuna scienza, ciò nonostante il mondo delle idee sarebbe altrettanto indipendente dall'articolazione delle nostre esperienze vissute quanto un abito dalla forma del corpo umano. Ciò è particolarmente vero per i nostri concetti di tempo e di spazio, che i fisici sono stati obbligati dai fatti a far discendere dall'Olimpo dell'*a priori* per ripararli e renderli servibili.³

Una lettura attenta presupporrebbe a mio avviso innanzitutto di chiarire rigorosamente ciò a cui il fisico si riferisce con espressioni quali: «sistema di concetti», «concetti fondamentali», «altezze intangibili dell'*a priori*», «mondo delle idee», «Olimpo dell'*a priori*», e *last but not least* l'espressione

³ *Op. cit.*, p. 6.

«esperienza vissuta» (che nella lingua di Einstein suona, come si è visto, *Erlebnis*, ove vi è appunto il riferimento al *Leben*, alla vita; in tedesco si dice ad esempio *etwas am eigenen Leib erleben* per indicare il nostro «vivere qualcosa sulla propria pelle»). Non possiamo però addentrarci in tale analisi. Rilevo solo che il presupposto di Einstein sembra essere questo:

tutto ciò che si lascia esperire *prima* di ogni dato empirico, ovvero indipendentemente da esso, e quindi tutto ciò che si offre all'intesa dell'uomo senza che questi si basi o si appoggi su una qualche contingenza (ecco l'intangibilità cui allude il fisico) — ebbene, tutto ciò è da considerarsi ormai superato da quella forma di conoscenza della natura che la nuova fisica intende fondare ed edificare.

Assistiamo pertanto qui a qualcosa come una “inversione ontologica” del principio di fondo, o dello spunto, oppure, se si vuole, dell'intuizione da cui muove ogni filosofia tradizionale: la priorità dell'idea (o del senso) dell'essere rispetto all'idea (o al senso) dell'ente. Mi spiego con un esempio semplicissimo: per la filosofia di tutti i tempi, l'idea di albero (*l'essere*-albero) non proviene dall'*Erlebnis* dell'albero contingente (*l'ente*-albero); piuttosto è questo *Erlebnis*, questa esperienza vivente-vissuta, che proviene da quella. Einstein inverte tutto e afferma: il tempo vero è quello dell'esperienza vissuta e della funzionalità empirica e non quello “fantasticato” dai filosofi; e lo stesso varrebbe per lo spazio. La sfera dell'*a priori*, infatti, sarebbe a suo avviso come un abito: se non è retto dal corpo, il vestito cade al suolo, perdendo quindi la sua sagoma di indumento, la cui consistenza è dovuta alla forma sostanziale del corpo. Questo è insomma la base di quello. La modellizzazione matematica dell'*Erlebnis* del tempo e dello spazio significa anche conferire a tali vissuti un ordine e una struttura, e ciò in modo che i concetti di tempo e di spazio divengano servibili, cioè funzionali e gestibili, anche nell'intento, mi pare, di rendere gestibili lo stesso tempo e lo stesso spazio in quanto tali.

Resta tuttavia a mio avviso un fatto: la base da cui Einstein parte — cioè, come abbiamo letto nella prima citazione, la circostanza che gli eventi siano per noi «ordinati secondo il criterio del “prima” e del “poi”» — discende direttamente dall'antica determinazione aristotelica del tempo, la quale resta immutata lungo l'intera tradizione dell'Occidente. Einstein infatti sostiene che tale criterio «non può essere ulteriormente analizzato». Esso funziona dunque per lui come un indiscusso assunto di fondo — il quale, in forma più esplicita, suonerebbe così:

il tempo è la dimensione del computo qualitativo o quantitativo della durata che decorre e defluisce nel formato del “l'uno-dopo-l'altro” — formato che consiste nella successione temporale ovvero anche (secondo la terminologia consueta in fisica) nella “freccia del tempo”.

Per intenderci, chiamiamo tale assunto «versione fisica del tempo».⁴

⁴ Possiamo riassumere la posizione di Einstein nel modo seguente. La ricerca del fisico è volta a indagare il rapporto sussistente tra i *concetti* di tempo e di spazio e l'*impatto vissuto* del tempo e dello spazio. Egli nomina di sfuggita il sussistere di un carattere “soggettivo” del tempo che ci permette di classificare i nostri vissuti in base al criterio del *prima* e del *poi*, in modo tale che essi ci appaiano disposti come una successione di eventi. Tale c.d. “tempo soggettivo” non è, dice Einstein, *in sé stesso* misurabile, ossia non ha, *intrinsecamente*, un carattere quantitativo: non si presenta già d'impatto come *quantità*, ma solo, possiamo dire noi, come *qualità* (un certo “prima” è sempre solo l'indicazione qualitativa di un precedere, di una precedenza: dal singolo individuo esso non è colto immediatamente come una quantità; e così un certo “dopo” indica una posteriorità solo qualitativamente: *in sé* non dice *quanto* tempo sia trascorso, ma solo la qualità “tempo trascorso”, il carattere “trascorrimiento”). Si può tuttavia *quantificare la qualità* («si possono invero associare dei numeri agli eventi, in modo tale che fra due eventi quello posteriore sia caratterizzato dal numero maggiore»); il che vuol dire però che anche l'impatto qualitativo è un computo. Tutto ciò — precisa Einstein — «non può essere ulteriormente analizzato»: si mostra così *l'assunto di fondo della versione fisica del tempo*. L'orologio è la macchina addetta alla quantificazione (“impersonale”, “oggettiva”) della qualità del tempo — ed è attendibile, proprio come macchina, solo là dove viga tale versione.

Ora, riprendendo quanto dicevi, tutto sta, mi pare, nel decidere se la freccia del tempo sia un dato fisico-fenomenologico primario (pur emergente dal tempo fondamentale), o se essa stessa, in quanto senso comunque concettualizzato, sia invece il riflesso e l'effetto della versione tradizionale del tempo — versione che potremmo chiamare «metafisica». In altre parole, la questione sarebbe questa: è il senso *percepito* della freccia del tempo ciò che ha condizionato e addirittura provocato la versione metafisica del tempo, o è invece quest'ultima che, imponendosi come attendibile (*anche* alla luce, certo, dell'evidenza dell'irreversibilità degli eventi, ma *non solo*), ha originato un modo di pensare fisico-ontologico che legge il tempo come non invertibile deflusso, o come corso unidirezionale? Ancora più concisamente: è la versione fisica della temporalità ciò che genera la sua versione metafisica o è invece questa che crea le condizioni di attendibilità di quella?

Tale questione — che proporrei di chiamare (giusto per intenderci, e ricordando la menzionata dicotomia «tempo-uomo/tempo-orologio») *l'arcano della bi-temporalità* — deve a mio avviso restare aperta. Aggiungo a sostegno una fugace osservazione su Aristotele. Nel IV libro della *Fisica* (219 b 1), il filosofo determina l'essenza del tempo con la nota formula:

τ ο ὕ τ ο γ ἄ ρ ἔ σ τ ι ν ὀ χ ρ ὄ ν ο ς, ἄ ρ ι θ μ ὸ ς κ ι ν ῆ σ ε ω ς κ α τ ἄ τ ὀ π ρ ὅ τ ε ρ ο ν κ α ἰ ὕ σ τ ε ρ ο ν.

(Ecco infatti l'indole del tempo-χ ρ ὄ ν ο ς: numero-di-moto secondo l'ordine dell'anteriore e posteriore, cioè della tensione “prima-dopo”, dell'antero-posteriorità.)

Formula facile da pronunciare ma ardua da pensare! E quindi da tradurre. Tra i vari rompicapo ermeneutici che essa pone (e che, naturalmente, incontriamo nei complicati passaggi che la preparano), vi è quello dell'interpretazione della κ ι ν ῆ σ ι ς e dell'ἄ ρ ι θ μ ὸ ς: *moto* sì, ma in che senso? e *numero*, certo, ma in quale delle sue accezioni (greche)? Non sarebbe infatti lecito prestare al testo aristotelico i nostri consueti concetti di moto in quanto “traslazione spaziale di un corpo” e di “numero” come “valore quantitativo” o come “cifra” (ἄ ρ ι θ μ ὸ ς ha comunque vari significati tra cui, oltre a ciò che noi chiamiamo “intero naturale”, anche il cadenzamento ritmico, la scansione, nonché l'ordine, e il novero nel senso della raccolta e dell'unità-unificazione). A ciò va aggiunto il problema della stringata dicitura ἄ ρ ι θ μ ὸ ς κ ι ν ῆ σ ε ω ς. La traduco con l'espressione un po' bizzarra «numero-di-moto» per indicare che la motilità, in quanto tratto d'essere (essere che in Aristotele si chiama *physis*) cui *appartiene* il tempo, avrebbe un suo proprio *modo*, che è appunto quello del “numero/novero” e della “scansione” (in quanto elementi d'ordine del caos costitutivo della *physis*). Ma, come si vede, se ci si pone in tale prospettiva, sorgono solo domande su domande senza — per ora, almeno — neppure il barlume di una qualche risposta.

Ho suggerito questo accenno alla fisica filosofica di Aristotele — senza peraltro dimenticare la problematicità della consueta resa di ὀ χ ρ ὄ ν ο ς con «il tempo» —, solo dunque per sostenere, come dicevo, la necessità di lasciare viva la questione della bi-temporalità in quanto arcano (parola che va intesa non nel senso del “misterioso” o dell’“occulto”, bensì alla luce del suo etimo: elemento nascosto che richiede un chiarimento). Ciò mi pare essere un buon modo per confrontarsi con la posizione di Einstein e quindi anche, sebbene forse in modo diverso, con la tua. Intendo dire: che l'odierna fisica del tempo-spazio (*Raum-Zeit*) o dello spazio-tempo sancisca la fine di ogni filosofia del tempo e dello spazio — e pertanto la fine stessa della filosofia — è qualcosa che il pensiero deve imparare ad accogliere, anche e soprattutto nel senso del *cogliere* questo indubitabile stato di fatto come un'occasione affinché il dialogo tra filosofia e fisica acquisti

un rinnovato vigore. (Riprendo così quanto dicevi a proposito della "grandissima cautela" con cui procedere.)

Con la bi-temporalità torna in primo piano la dicotomia tempo-uomo/tempo-orologio, e quindi la questione del ruolo dell'essere umano in riferimento al tempo. Possiamo pensare "qualcosa" come "tempo" senza "qualcosa" del genere "uomo"?

[C] Se per un verso comprendo il senso delle tue precisazioni relative alla bi-temporalità e alla dicotomia tra il tempo dell'uomo e il tempo cronometrico, per l'altro mi pare che la questione possa essere posta — almeno in senso strettamente fisico — nei termini seguenti.

La consuetudine filosofica di condurre sul piano dell'*apriori* lo spazio e il tempo è probabilmente conseguenza, per quanto io veda, dell'ambiente molto rigido e simmetrico nel quale l'uomo si è evoluto. Per fare un esempio che ha avuto un ruolo importante nello sviluppo della fisica (e della scienza), penso all'accesso alle osservazioni astronomiche, che sin dagli albori della storia scritta (e che certamente la precede) ha sempre colpito l'uomo per le regolarità dei moti celesti, per la rigidità apparente degli astri lontani (le stelle fisse), un paesaggio osservato che testimoniava di uno spazio perfetto, un riferimento naturale che ci circonda rispetto al quale collocare la Terra in posizione privilegiata e che permetteva, con semplici osservazioni, di studiare i moti lunari e degli altri corpi celesti. Un'immagine che — sebbene sia stata migliorata e raffinata nel corso dei secoli (ma in realtà le osservazioni del cosmo profondo sono rimaste molto imprecise e inaffidabili sino ai primi decenni del secolo scorso) — un'immagine, dicevo, che ha sempre, prima dell'avvento della relatività generale e delle sue verifiche sperimentali, indicato la natura rigida ed euclidea dello spazio tri-dimensionale nel quale siamo immersi. In questa narrazione dell'ambiente (astro)fisico che ci circonda, la nozione di tempo, che emergeva dalle osservazioni, era ancora più rigida — una rigidità sostenuta dalla regolarità del moto degli astri, e che indicava un tempo trascorrente, senza che ci si possa opporre, nella stessa maniera per tutti gli sperimentatori.

Ritorno su ciò che abbiamo osservato più volte: la non governabilità del tempo dipende dall'enorme velocità della luce (e dal fatto che i moti planetari, che hanno fornito gli orologi standard per migliaia di anni, hanno velocità tipiche molto basse rispetto alla velocità della luce). Inoltre, la debolezza dell'interazione gravitazionale e la scarsa accessibilità a osservazioni astronomiche precise non hanno permesso sino ai primi decenni del '900 di porre in dubbio la validità della geometria euclidea. Quindi una visione che poneva sul piano dell'*apriori* lo spazio e il tempo era del tutto naturale che si sviluppasse (e si irrigidisse quasi religiosamente) nella riflessione filosofica applicata allo studio della natura, e quindi nella visione prevalente del mondo. Le rigidità interpretative che ne seguono rientrano, rivestite di assoluti, anche nella modellizzazione matematica delle leggi naturali: si pensi allo *Spazio Assoluto* di Newton, che agisce fisicamente sulla dinamica di un corpo (l'acqua nel *secchio di Newton*) ma sul quale non si può agire.

Ovviamente tutto questo cambia con l'avvento della relatività. Vengono profondamente riviste le nostre nozioni di spazio e tempo, e gli *apriori* di natura filosofica perdono diritto di cittadinanza in fisica.

[Z] Ripeto allora anch'io un *punctum philosophicum* anzi *phaenomenologicum* per me essenziale: l'uomo esiste nel tempo nel senso che egli persiste, sta, dura, perdura sostenendo e intendendo la temporalità innanzitutto in quanto avvento e non solo in quanto irreversibile trascorrimento — come vogliono invece sia la versione metafisica sia quella fisica. Un chiarimento di questa intesa deve anche tenere conto del fatto che il suo procedere non avrà mai "il tempo" qui dinanzi alla stregua di un oggetto tra gli altri; il tempo oggettivato (anzi, sarebbe più esatto dire "oggettivato")

non è più tempo ma una sua deformazione. Ora, come mai il tratto *primario* dell'avvento (e dell'avvenire) è trascurato a favore di quello, *secondario*, dell'inarrestabile passare? La ragione sta nel fatto che si crede di accedere all'essenza del tempo assumendo come guida il divenire delle cose "che ci stanno attorno" (per usare un'espressione alquanto impropria giacché, se prestiamo attenzione alla realtà, sono piuttosto gli uomini che stanno "attorno" alle cose, nel senso dell'essere-preso tutto ciò che è e che non è — compreso l'essere in quanto tale e il niente stesso — e dell'occuparsi ora di questo ora di quello). Il trascorrere è avvertibile solo se, ad esempio, considero la differenza tra stati di una stessa cosa, il ghiaccio che si scioglie, la sigaretta che brucia, l'acqua che evapora, la pietra che cade, la luna che si muove in cielo, e così via; misuro allora una durata, e mi pare di "sentire" del tempo. Ma il tempo, come diceva qualcuno, è «più lungo di ogni durare», di ogni trascorrere, di ogni conto e computo del "prima" e del "dopo", e questo perché, daccapo, esso non passa, ma viene, avviene, è atteso in ogni istante (essendo l'istante stesso una sua formazione). In definitiva il tempo abita nel futuro, e sempre *dal futuro* agisce, essendo esso stesso, ogni volta, sempre (il) *futuro*. Se proprio di "freccia del tempo" si deve parlare, allora essa non viene scoccata dal prima verso il dopo, con noi che viaggeremmo condotti dal suo slancio, bensì saetta (o folgora) da un oltre verso il nostro qui-e-ora, con noi che, fermi, accogliamo il suo dono, e allora uno spazio improvvisamente si apre e ogni cosa appare e s'illumina; oppure siamo colpiti dal suo negarsi, e allora tutti i luoghi si chiudono e ogni cosa perde la sua consistenza, e scompare, e viene dimenticata. (D'altro canto non è esattamente questo dono di "tempo spaziante" ciò che noi stiamo qui e ora sperimentando ed sperando? La stanza dove *ora* siamo, nella misura in cui diviene capace di ospitare il nostro dialogo (e dunque non in quanto astratta e avulsa e già data "cubatura"), non è forse innanzitutto il frutto di un dono di tempo?)

Ecco: tutto questo costituisce un'acquisizione recente della filosofia fenomenologica (coeva della fisica di Einstein), anche se i tragici greci avevano, a loro modo, già visto molto sul senso di questo nostro abitare il tempo. Penso in particolare a due frammenti di Sofocle che suonano:

1. π ἄ ν τ α ἔ κ κ α λ ὕ π τ ω ν ὁ χ ρ ὄ ν ο ς ε ἰ ς τ ὸ φ ῶ ς ἄ γ ε ι —
2. χ ρ ὄ ν ο ς δ ' ἄ μ α υ ρ ο ἶ π ἄ ν τ α κ ε ἰ ς λ ἦ θ η ν ἄ γ ε ι .

1. Giacché ogni concreto palesa, il tempo porta alla luce, dona trasparenza —
2. Il tempo ogni concreto nasconde, e così porta nell'oblio, nell'ascosità.

Qui il trascorrere non è certo negato. Anzi: è pensato più profondamente (la "freccia" è salva) giacché è sentito come un'ineluttabile conseguenza di questo *palesare-e-nascondere* in cui consisterebbe originariamente il $\chi\rho\acute{o}\nu\omicron\rho\rho\rho$ — tratto che possiamo poi udire anche nella parola greca ἀλήθεια. Solitamente traduciamo questa parola con «verità», forse perdendo un poco il suo "sapore" greco. In ogni caso, tempo e verità sembrerebbero così in qualche modo connessi, posti in relazione. E come pensare questa relazione anche in riferimento allo spazio? E quali potrebbero essere le sue implicazioni? Ecco un compito *fenomenologico* ancora tutto da svolgere.⁵

⁵ Per comprendere più semplicemente la questione della relazione tra il tempo (come dono) e lo spazio, è sufficiente rivolgersi al senso originario delle due parole. In latino, *tempus* e *spatium* sono quasi sinonime, giacché significano entrambe *occasione per il generarsi del senso*, o anche *dimensione capace di accogliere qualcosa di sensato*. Il *tempus* è infatti l'occasione propizia. La proposizione *tempus est* significa: «è donata l'occasione affinché qualcosa abbia luogo». Solo alla luce del fatto che il *tempus* è l'occasione propizia, opportuna, si può intendere il senso di una locuzione come *tempus fugit*: non si tratta di una malinconica constatazione dell'"inesorabile" scorrere del "tempo"; piuttosto evoca il fatto che l'occasione affinché qualcosa si generi nella chiarezza del senso (cioè nella sua verità) è fugace (e quindi preziosa). Lo *spatium* indica il luogo o il sito come dimensione per l'accoglienza di ciò che è sensato ed essenziale: ad esempio lo *spatium academiae* è l'ambito ove coloro che studiano hanno l'occasione di dedicarsi con tutto l'agio necessario al chiarimento di ciò che è degno di essere chiarito, cioè del tema di studio. Dicendo *spatium* e *tempus*, la lingua latina si

[C] Presenti un quadro di una complessità straordinaria, e quindi è per me molto difficile seguirti mantenendo il dialogo fra noi ben bilanciato.

Per evitare di essere ripetitivo e noioso, e per acquistare maggiore libertà nel nostro dialogo, poniamoci nell'ambito della relatività generale. Lo spaziotempo è quindi dinamico, e supponiamo di avere una famiglia di osservatori che lo sondano e lo descrivono vedendolo come l'evoluzione dello spazio fisico tridimensionale che istante-per-istante essi sperimentano. Possiamo scegliere un'altra famiglia di osservatori che descriveranno lo stesso spaziotempo come evoluzione dinamica del loro spazio fisico 3-dimensionale (diverso da quello degli osservatori precedenti). Esistono infinite scelte distinte di questo tipo. Infinite scelte del tempo con cui sondare lo spaziotempo. Gli osservatori istantanei di queste famiglie si evolvono, e il tempo viene loro incontro nel senso che esso è nascosto nella struttura stessa dello spazio-tempo in tanti modi diversi (il *many-fingered time* già citato). È forse questa la concessione che nel nostro dialogo la relatività può fare all'idea del subire il tempo da parte di un osservatore. Quello che è più sottilmente nascosto in questa immagine è la pre-esistenza o meno dello spaziotempo dal punto di vista degli osservatori. Mi spiego con un esempio: pensiamo allo spaziotempo come a una torta. Se lo spaziotempo è pre-esistente, la varietà nelle possibili modalità di esplorazione da parte degli osservatori corrisponde alla possibilità di affettare la torta in tantissimi modi distinti (diciamo fette molto sottili!). Se invece lo spaziotempo non è pre-esistente ma viene generato (emergente), allora l'esplorazione spaziotemporale corrisponde alla costruzione fetta per fetta di una torta: ovviamente può avvenire che, se si uniscono fette distinte e dalle forme più disparate, si generi alla fine la stessa torta! È possibile vedere, in questa visione dinamica dello spaziotempo e del ruolo descrittivo degli osservatori, alcuni possibili punti di contatto tra le acquisizioni filosofico-fenomenologiche alle quali hai accennato. «Punti di contatto» che non sono però “compromessi concettuali” ma occasioni e spunti per pensare più in profondità ciò che la fisica ha via via scoperto, modellizzato e sperimentato. Penso anche alle applicazioni della relatività alla cosmologia — mi riferisco in particolare al *Big Bang* — e alla risoluzione del problema della nascita del tempo: il tempo nasce, cioè inizia? E inizia già nella forma della freccia temporale? E se sì, a quali condizioni?

La fisica del secolo scorso ha messo in gioco idee, tecniche e mezzi straordinari, che a mio avviso costituiscono un ricco patrimonio a cui attingere per un dialogo proficuo tra fisica e filosofia.

7. Il tempo e l'universo

[Z] A proposito del *Big Bang*, sorge un'altra questione, cioè questa: quando la filosofia fenomenologica sente parlare degli anni che sarebbero intercorsi tra l'inizio dell'universo e noi “qui e ora” (i famosi 13 miliardi e 800 milioni circa), oppure del fatto che la luce avrebbe cominciato a viaggiare 700 o 800 milioni di anni “dopo” l'esordio del Grande Tutto — ebbene, la filosofia, dicevo, prova un certo stupore, anzi uno sconcerto. E non per l'inimmaginabile cosmica durata, ma per il fatto stesso di chiamarla «tempo»! Come può accadere o sussistere qualcosa come “tempo” — si chiede la fenomenologia — là dove non sia ancora sorto l'uomo? Solo “con” l'avvento dell'essere-uomo infatti avviene o può avvenire del “tempo” (senza per questo ritenere

riferisce implicitamente all'uomo, rivelando così che tempo e spazio sono caratteri d'essere *in riferimento alla sua esistenza*. In latino, lo *spatium* è dunque considerato come una sempre attesa conseguenza del *tempus*. La nostra lingua conosce allora il tempo semplicemente come il *dono dell'istante che offre uno spazio abitabile, un'ospitalità*.

che l'uomo lo crei o lo produca). E la questione naturalmente non muta — anzi si aggrava — se sostituiamo la parola «tempo» con le parole «essere» o «ente» o «verità». Niente tempo, insomma, senza uomo — così come niente essere e niente verità (senza per questo fantasticare di un “nulla primigenio” ove ogni senso sarebbe sospeso o negato).

Le rispettive posizioni — tra filosofia e fisica — adesso s'invertono: ora è piuttosto la fisica a essere perplessa udendo tutto questo. (Torna, mi pare, sotto altra forma l'arcano della bi-temporalità.) Ci troviamo allora in uno stato aporetico, che è però salutare perché ci costringe, come si dice, ad “andare per il sottile”, cioè a *pensare*.

Una soluzione dell'aporia potrebbe essere questa: posta l'innegabilità dell'immenso passato dell'universo (e della sua computabilità grazie alle tecniche dell'odierna scienza fisica), è altrettanto innegabile che quest'ultimo diviene attendibile, nella sua verità di *tempo passato*, solo in virtù della comparsa dell'uomo (che peraltro resta in sé problematica). Il passato del Tutto — della terra e degli altri pianeti, del sole, delle galassie e dei “buchi neri”, e così via — nasce insomma, in quanto senso *vero*, entro la “nascita” dell'*essere-uomo* (da non confondere con la mera contingente manifestazione della forma di vita del genere “uomo”, anch'essa ormai databile). L'inizio del tempo non sarebbe dunque situabile “13 miliardi e 800 milioni di anni fa”; è piuttosto questo «(oggi *fa*) 13 miliardi e 800 milioni di anni», in quanto misura di una sovrumana durata, ad avere luogo “soltanto” *dopo* la comparsa dell'uomo, alla quale unicamente si deve l'inizio di “qualcosa” come “il tempo”, e ciò indipendentemente dal modo in cui la sua natura è stata via via intesa (sia nella versione metafisica sia in quella fisica). Che potrebbero mai significare infatti asserzioni del genere «il tempo è, cioè sussiste, ben prima dell'uomo» oppure «la terra *era già in essere da lungo tempo* prima dell'uomo» oppure ancora «l'universo *sarà*, avrà luogo, per molto tempo ancora dopo la scomparsa dell'uomo»? In simili affermazioni resta indeterminato il senso di questi «è», «sussiste», «era», «sarà». Qui si dà infatti per assodato, o addirittura per ovvio, che possa darsi dell'essere (con tutti i suoi sensi temporali, ma anche spaziali, per tacere degli svariati altri) indipendentemente dall'esistere dell'uomo. Ma come può *essere* l'essere — in generale e in particolare — senza che esista quell'ente per il quale e grazie al quale i *sensi d'essere* si danno? «Il tempo è, *fu, sarà*» — ebbene: che vuol dire qui «essere», quando peraltro si fletta nella forma del presente, del passato e del futuro? Può forse aver luogo un *essere-tempo* (con il suo inizio e la sua fine) là dove non abbia ancora avuto luogo un che di umano? Possono sussistere un essere-terra, un essere-sole, un essere-universo, un essere-Tutto, eccetera, in una dimensione priva di quell'ente (che ognuno di noi è) per il quale ne va del senso (della terra, del sole, dell'universo, del Tutto)? In fondo, non ti sembra che anche il nulla o il vuoto o il caos (analogamente al tutto, al pieno, all'ordine) abbiano a loro modo bisogno dell'esistere dell'uomo per essere ciò che sono? Intendo in definitiva suggerire semplicemente questo: che *il* o *un* senso d'essere non sembra potersi dare se non è previamente dato un “dove” potersi fermare e lasciarsi custodire, una “stanza” ove trattenersi e permanere in un modo o nell'altro — stanza o sfera (la si chiami come si vuole) che pare ogni volta tacitamente presupposta, e quindi presto dimenticata, quando si parla ad esempio di «inizio del tempo». E da che sarebbe sorretta tale sfera se non dall'avvento di quell'ente (l'uomo) che si lascia ogni volta concernere e riguardare dal tempo e dall'essere?

Ho in tal modo riassunto i rilievi o, meglio, le osservazioni che la filosofia fenomenologica avanza, o potrebbe avanzare, nei confronti del modo di pensare e di operare della fisica. Bisogna tuttavia aggiungere che tali osservazioni mirano unicamente a disegnare ancora una volta il campo di gioco del nostro dialogo, e non sono interessate a “obiettare” o a “criticare” né a “superare”

alcunché, ma solo ancora a imparare e ad apprendere più profondamente la natura del luogo in cui abitiamo quando pensiamo fisicamente o filosoficamente.

Si tratta in verità di osservazioni che partono dalla constatazione che la scienza fisica, quando parla *del tempo*, adopera qualcosa di non-fisico (che non significa meta-fisico!), cioè usa concetti e sensi che dipendono da un *certo modo* di relazionarsi al mondo — modo che è caratterizzato dalla necessità di calcolare e di misurare, cioè infine dalla metodica computabilità del reale (si pensi a Galileo e a Newton).

Ma si potrebbe forse misurare o computare tale computabilità? Si può misurare una misurazione? Pesare una pesatura? O cronometrare una rilevazione cronometrica di una durata? Se rispondiamo «no», come credo, allora forse emerge più chiaramente quel qualcosa di “non-fisico-e-non-metafisico” a cui alludevo.

Ed ecco il punto: non ti pare che proprio questa “cosa”, in sé libera e incalcolabile, costituisca l'elemento che rende possibile e forse anche attendibile, se non necessario, il dialogo? Se il tema d'indagine della fisica è la natura inanimata, il filosofare a che si rivolge innanzitutto? Non semplicemente “all'uomo” bensì alle guise e alle forme in cui si configura il mondo (inclusa la natura inanimata) là dove l'uomo esiste in quanto tale, cioè quando, avvertendo la necessità di un'auto-consapevolezza, giunga a riconoscere questa necessità come un elemento essenziale della sua umanità.

8. Epilogo: il contrasto tra fisica e filosofia

[C] Poni delle questioni estremamente difficili e su un terreno molto scivoloso, almeno per me. La temporalità non è un costrutto umano ma un aspetto o un carattere — certamente molto complesso — della natura, che noi esaminiamo e sperimentiamo con modelli fisici e matematici. Concedo che questi modelli, nel modo che vengono concepiti e utilizzati, sono frutti della razionalità (e quindi dell'esistenza) dell'uomo. Ma si tratta di modelli che portano a comprendere e prevedere una ricchissima fenomenologia fisica che avviene indipendentemente dall'essere osservata o meno dall'uomo: una stella si forma, cresce, esplose in una supernova, ... nasce un buco nero, ... Siamo stati in grado di costruire modelli fisico-matematici di questi fenomeni, modelli che, per usare le tue parole, usano concetti e sensi che dipendono da un *certo modo* di relazionarsi al mondo che è ovviamente proprio dell'uomo, ma che hanno un valore oggettivo perché abbiamo fatto uno sforzo enorme per costruirli in modo che siano indipendenti dalla particolare natura dell'osservatore. È quindi arduo, per noi fisici, seguire su questo punto così delicato la riflessione filosofica; anzi, direi che qui si mostra una differenza che mi pare irriducibile ...

[Z] ... certo, una differenza che pare — o forse è — irriducibile, ma che però è bene mantenere chiaramente in vista, perché può essere fertile di nuovi pensieri.

[C] Non ne dubito! Allora possiamo forse dire così: per la filosofia, il tempo e lo spazio sono “naturali” solo grazie all'uomo, mentre, per la fisica, lo spaziotempo sussiste in modo indipendente dalla comparsa o meno dell'uomo. Tuttavia, è nelle autoconsapevolezze dell'uomo (inizialmente filosofiche) che ha potuto radicarsi e crescere e svilupparsi, nel corso dei secoli, il sapere scientifico, il quale è culminato (grazie dapprima alla scienza ellenistica e poi all'opera fondatrice di Galileo e di Newton) in quella forma di conoscenza rigorosa, e controllabile sperimentalmente, che chiamiamo «fisica». Noi osserviamo, sperimentiamo, costruiamo modelli matematici della

fenomenologia osservata; tuttavia questa dipendenza dall'osservatore, dallo sperimentatore, non significa che i fenomeni che descriviamo scientificamente, per esempio la natura dello spaziotempo, si debbano alla presenza dell'uomo. La fisica, su questi punti, è molto rigorosa.

[Z] Anche la filosofia lo è, e in un senso per l'appunto diametralmente opposto.

Non posso che ripetere ciò che ho già tentato di illustrare: in senso strettamente fenomenologico, l'idea che sussista una struttura già data (la natura in senso lato) entro la quale giunge l'uomo (anch'egli a suo modo "natura già data"), ebbene, è un'idea problematica. Come potrebbero darsi delle strutture di senso (quali sono per l'appunto il tempo, lo spazio, il vuoto, il movimento, ma anche la forza, l'energia, eccetera) senza che, in qualche maniera, sia dato quell'ente verso il quale e per il quale (riguardando il quale) tali strutture possono sussistere? E ancora prima: come potrebbero esse sussistere, essere, avere luogo se i sensi del sussistere, dell'essere, dell'averluogo dipendono — proprio in quanto sensi, cioè: significati, concetti, accezioni, valori, interessi, indici, denotazioni, eccetera — dalla circostanza che sussiste, è, ha luogo l'uomo? D'altro canto se il tempo elementare è ciò che è, certamente il suo essere non è tempo elementare, così come se lo spazio è ciò che è, il suo essere non è spazio; e lo stesso si può dire del vuoto e del moto, della forza e dell'energia.

Così ragiona la filosofia fin dall'inizio (greco) della sua tradizione. Sicché il contrasto che stiamo considerando e sperimentando è di antica data. Nel Novecento, assistiamo poi a una sua "radicalizzazione": da qui sembrano provenire e la posizione di Einstein prima citata (e con lui di tanti altri grandi scienziati) e quella di vari filosofi e studiosi, tra i quali vi è stato e vi è (e vi sarà) chi accusa la fisica *sia* di non sapere ciò che dice quando adopera parole come «esistere», «essere», «realtà», «mondo», «uomo», eccetera, *sia* di non conoscere il proprio statuto epistemologico a causa della sua sempre più spinta tecnicizzazione. Si moltiplicano così, per un verso, le geremiadi "umanistiche" contro la scienza e la tecnica (la cui origine viene erroneamente attribuita a filosofi come Husserl o Heidegger, i quali nulla hanno da spartire, nei loro rispettivi tentativi, con tutto ciò), e, per l'altro verso, le rimostranze "scientiste" contro l'inutilità e la vuotezza della filosofia (e in generale di tutto ciò che non presenta il carattere della performatività e dell'utilità pratica).

Mai radicalizzazione fu più sterile! Tuttavia forse la temperie del contrasto, o della menzionata irriducibile differenza, sta finalmente mutando. Si tratterebbe allora di agire con uno stile interamente diverso, se è vero, come si diceva, che abitiamo ormai nella fine della filosofia. Che la filosofia sia finita non vuol dire infatti che sia terminato il pensare meditante; anzi: proprio questa fine, esperita fino in fondo, può generare un altro pensiero, una "post-filosofia", una "post-metafisica", ovvero anche, adoperando un'espressione di Leopardi, una *ultra-filosofia*, la cui edificazione riceverebbe proprio dal confronto con la fisica un impulso decisivo. Dovremo insomma imparare a mantenere il contrasto tra fenomenologia filosofica e fisica in uno stato che consenta di acuire le rispettive irriducibilità, e questo in modo che si possa indagare liberamente la loro provenienza.

[C] Un modo per dare maggiore acutezza al contrasto può essere allora ad esempio "aguzzare" il concetto di spazio-tempo ricordando che è l'esperimento in definitiva che dice «lo spazio-tempo esiste (indipendentemente dall'esistenza dell'uomo)». Certo, i nostri giudizi ontologici, i nostri teoremi di esistenza, sono possibili all'interno dei *nostri* modelli matematici della realtà osservata, e grazie a essi, tuttavia ragionevolmente, presupponiamo che anche delle civiltà aliene evolute, magari con filosofie e con elaborazioni di modelli matematici diversi, estraiano dalla natura la stessa realtà fondamentale che osserviamo noi. Ci supporta in questa convinzione il fatto che la

fisica, trovata studiando oggetti distanti miliardi di anni-luce, è esattamente quella che ci appare nei nostri laboratori. A modelli matematici ipoteticamente differenti (le “nostre” e la “loro”) corrisponde verosimilmente uno stesso quadro della realtà fisica.

Resta il fatto che sono innumerevoli le realtà che, sul piano della fisica, non riusciamo ancora a comprendere e a spiegare. Realtà senza risposta — come senza risposta è il più volte citato problema dell’unificazione tra gravitazione e fisica quantistica. Molti fisici che hanno profuso notevoli energie creative in questa direzione sono convinti che tale unificazione produrrà una comprensione profonda dell’origine dello spazio e del tempo. E questo, mi pare, potrebbe costituire un impulso all’incremento dell’acutezza del contrasto tra fisica e filosofia.

[Z] Certo. È interessante notare come l’acutezza del contrasto vada via via mostrandosi quale possibile rimedio contro la sua (novecentesca) radicalizzazione, e — aggiungo — estremizzazione e unilateralità. Se l’acuire le differenze, imparando dalla loro irriducibilità, è promettente in vista di un salto in un’altra dimensione del pensiero, il radicalizzarsi nel proprio unico lato sbarra ogni via e intristisce il genio.

[C] E non è forse un contributo all’acutezza del contrasto il fatto che la relatività inizia ormai a farsi sentire anche nella nostra vita quotidiana? Questo è un punto che meriterebbe qualche approfondimento, anche perché ci apre al problema delle applicazioni tecnologiche della fisica.

[Z] A tale proposito, potremmo chiederci se la fenomenologia sia o meno in grado di descrivere i tratti di fondo del tempo attuale proprio in quanto epoca della “fine della filosofia”; il che vuol dire: epoca guidata dalle scienze tecnicizzate, a sua volta guidate e orientate esemplarmente dalla fisica.

Avviandoci alla conclusione del colloquio, possiamo indicare sinteticamente i punti salienti del contrasto tra fisica e filosofia (fenomenologica). Mi limito naturalmente ai titoli dei problemi che sono emersi:

1. l’arcano della bi-temporalità;
2. la nascita della “freccia del tempo” dal tempo elementare;
3. il rapporto fra il tempo e la luce;
4. il problema della quantizzazione del tempo;
5. la differenza tra spazio e tempo in relazione all’uomo;
6. la mortalità e la sua “irrelevanza” in fisica;
7. il concetto filosofico di tempo e l’esperienza della freccia temporale;
8. la versione metafisica e la versione fisica della temporalità;
9. il tempo come elemento naturale che l’uomo subisce;
10. la questione del *Big Bang*;
11. il tempo come avvento e come dono che offre spazio;
12. le condizioni del confronto tra filosofia e fisica sull’enigma del tempo:
acutezza del contrasto *vs* radicalizzazione delle differenze.

[C] Udendo questi titoli, viene in luce chiaramente il percorso che abbiamo fin qui seguito. L’esito non era certo prevedibile: siamo entrati via via nella questione del *sensu* del tempo e del suo *ruolo* nell’esistenza dell’uomo. La *fisica*, a tal proposito, può solo ascoltare. O forse sarebbe più corretto dire: il fisico, il singolo scienziato. Ritengo infatti che questa scienza abbia in sé le risorse (creative ed etiche) per conoscere i propri limiti, e per sapere come fermarsi su di essi, senza pretendere di lanciarsi oltre.

[Z] Ecco un insegnamento *filosofico* che però molta odierna “filosofia” ha dimenticato!

[C] La fisica è innanzitutto interessata, molto semplicemente, al «perché», ai motivi e alle cause, dei fenomeni naturali; di qui la necessità delle modellizzazioni matematiche e della sperimentazione. Così, rispetto al tempo (mettendo momentaneamente da parte le considerazioni e le complicazioni precedenti), la fisica chiede: perché è nato? Perché esiste? Qual è il “meccanismo” che l’ha generato? Di quale (eventuale) struttura di fondo della natura esso è la manifestazione?

Comprendo — e posso seguire — le questioni di senso relative all’esperienza *umana* della temporalità; e capisco le preoccupazioni della fenomenologia nel suo confronto-contrasto con i teoremi e i risultati della fisica.

Non deve (o non dovrà) la filosofia — nell’epoca della sua fine, come tu hai notato — tenere nel debito conto tutto questo? Ma vedo che, con questa domanda, riprendo un punto già acquisito nel colloquio.

Resta il fatto — per me rilevante — che la filosofia così come la fisica, e le altre scienze, sono essenzialmente dei costrutti umani, il cui grado di verità resta un tema inaggrabile per il pensiero e per la riflessione futuri.

Terminerei, se me lo consenti, con due citazioni da due saggi di Werner Heisenberg, contenuti nel volume *Fisica e filosofia*⁶:

La teoria della relatività è connessa con una costante universale della natura, la velocità della luce. Questa costante determina la relazione fra lo spazio e il tempo ed è perciò implicitamente contenuta in ogni legge naturale che debba rispondere ai requisiti dell’invarianza di Lorentz. Il nostro linguaggio naturale e i concetti della fisica classica possono applicarsi soltanto a fenomeni per cui la velocità della luce può essere considerata infinita.

... [N]oi dobbiamo ricordare che ciò che osserviamo non è la natura in sé stessa ma la natura esposta ai nostri metodi d’indagine. Nella fisica il nostro lavoro scientifico consiste nel porre delle domande sulla natura, nel linguaggio che noi possediamo, e nel cercare di ottenere una risposta dall’esperimento con i mezzi che sono a nostra disposizione .

⁶ *Fisica e filosofia*, a cura di G. Gnoli, Milano: Il Saggiatore, 1994, p. 193.