

Una critica del naturalismo senza sostanza di Carlo Rovelli

Leonardo Bargigli (Università di Firenze)¹

In questo articolo prendo in esame gli argomenti proposti dal fisico Carlo Rovelli nel suo recente libro *Helgoland*. In particolare, dimostro che le sue conclusioni contraddicono l'esperienza e che il suo "naturalismo senza sostanza" non fornisce una visione soddisfacente del rapporto tra la coscienza umana e il mondo esterno. Quindi introduco gli elementi di un'impostazione alternativa che possa fornire una tale visione. Questi elementi rappresentano una componente importante nel dibattito scientifico contemporaneo su temi fondamentali quali la comprensione dell'esperienza cosciente e la realtà fisica del tempo.

1. Introduzione

Carlo Rovelli è un importante scienziato e un popolare divulgatore, le cui monografie toccano temi di interesse filosofico. In questo articolo intendo esaminare criticamente le argomentazioni proposte da Rovelli nel suo recente libro *Helgoland*. Nel fare questo, tratterò una distinzione tra i contenuti dell'interpretazione relazionale (IR) della meccanica quantistica (MQ), elaborata da Rovelli in precedenti lavori (Rovelli 1996), e le posizioni filosofiche espresse in *Helgoland*, che possiamo definire, seguendo l'autore stesso, *naturalismo senza sostanza* (NSS) (Rovelli 2020, 138). Lo scopo del lavoro è argomentare le seguenti asserzioni: i) né la IR né la MQ implicano il NSS; ii) il NSS non aiuta a risolvere il "problema difficile" della coscienza proposto da Chalmers (1995); iii) i presupposti ontologici del NSS contraddicono l'esperienza; iv) è possibile affrontare il "problema difficile" in modo più soddisfacente nel quadro di un filone teorico che, risalendo a Friedrich Engels, individua nel tempo una componente fondamentale della natura.

Ogni argomentazione ha necessariamente dei presupposti. Il presupposto fondamentale di quest'articolo è quello che propongo di chiamare *principio di Einstein*². Questo principio è introdotto dalla seguente citazione del grande scienziato:

“Difficilmente si può negare che l'obiettivo supremo di tutta la teoria sia quello di ridurre quanto più possibile il numero degli elementi di base irriducibili e di renderli quanto più semplici possibile *senza dover rinunciare alla rappresentazione adeguata di un singolo dato di esperienza.*” (Einstein 1934, corsivo aggiunto)

¹ leonardo.bargigli@unifi.it

² Non mi addentrerò nella complessità dell'impostazione metodologica Einsteiniana, che contiene elementi ricchissimi e, talvolta, contraddittori. Un riferimento classico è Schilpp (1958).

Questo passo propone la combinazione di due indicazioni. La prima è il rasoio di Occam. La seconda prescrive il rispetto integrale dei contenuti dell'esperienza da parte della teoria³. È quest'ultima che scelgo di chiamare, per comodità, principio di Einstein. Il suo contenuto primario consiste nel rifiuto del riduzionismo, inteso come possibilità che una data classe di fenomeni sia, dal punto di vista scientifico, *completamente* riducibile ad un'altra. Infatti, secondo il principio di Einstein, se il fenomeno A e il fenomeno B si presentano come distinti nell'esperienza, una teoria scientifica non potrà mai concludere che A e B sono identici. Al contrario, secondo il riduzionismo sarebbe possibile rendere compatibile la proposizione "A e B sono identici" con l'evidenza empirica che A e B sono differenti. A questo scopo, il riduzionista ricorre tipicamente al concetto di illusione, estendendolo oltre i confini della psicologia della percezione, per sostenere che la nostra esperienza, verificabile, di una differenza tra A e B è soltanto un'illusione, mentre la realtà è che A e B sono identici. Ma questo significa, appunto, rinunciare a spiegare il singolo dato di esperienza, ovvero il carattere specifico, ad esempio, di B, che lo distingue da A.

La scienza persegue l'unificazione dei fenomeni, che è qualcosa di molto diverso dal riduzionismo. Unificare A e B significa, infatti, costruire una teoria in grado di determinarne le relazioni reciproche, non cancellarne le differenze. Questo è accaduto, ad esempio, con la teoria della gravitazione universale, l'elettromagnetismo, la teoria della relatività, la teoria elettrodebole. Quando la scienza corregge la nostra visione della realtà, lo fa per raggiungere un maggiore accordo tra la teoria e l'esperienza. Perciò il principio di Einstein codifica una componente fondamentale del metodo scientifico. Un esempio notevole ci è offerto proprio da Einstein. La relatività generale si basa sul principio di equivalenza, che afferma che il risultato di qualsiasi esperimento locale non gravitazionale realizzato in un laboratorio in caduta libera è indipendente dalla velocità del laboratorio e dalla sua posizione nello spazio-tempo. In altri termini, il principio stabilisce che non è possibile distinguere sperimentalmente una condizione di caduta inerziale in un campo gravitazionale da una condizione di assenza di movimento. Questo implica, a maggior ragione, che questa condizione non possa essere percepita dagli esseri umani. Tuttavia, la sensazione del peso, che ci rende apparentemente percepibile la forza di gravità, sembra contraddire questa conclusione. Per risolvere questo apparente paradosso, Einstein assimilò la nostra sensazione del peso alle forze apparenti che percepiamo quando subiamo un'accelerazione, stabilendo che la nostra sensazione del peso dipende dal fatto che *non* stiamo cadendo. In altri termini, la sensazione che proviamo, quando siamo seduti, non è la gravità che ci spinge in basso, ma la resistenza che la sedia frappone alla nostra caduta. Grazie a questa osservazione geniale, la nostra percezione del peso viene spiegata in modo diverso, ma non negata. Per questo motivo il principio di equivalenza rappresenta "il principio più bello di tutta la fisica" (Smolin 2014: 67), nonché un'applicazione magistrale del principio di Einstein.

Il resto dell'articolo è strutturato come segue. Nel par. 2 chiarisco la distinzione tra IR e NSS. Nel par. 3 analizzo la conclusione principale del NSS, ovvero la non esistenza dell'elettrone come entità in sé. Nel par. 4 esamino l'argomento secondo il quale il NSS renderebbe più semplice risolvere il problema della coscienza. Nel par. 5 mi concentro sui presupposti ontologici del NSS, contenuti nella filosofia fenomenista di Mach e Bogdanov. Infine, il par. 6 conclude, in particolare, sottolineando il legame essenziale tra tempo, progresso ed esperienza umana cosciente.

³ Mi riferisco sempre, nell'articolo, all'esperienza soggettiva individuale, comunicabile e replicabile, di un membro adulto della specie umana in buone condizioni di salute, vigile e in condizioni non alterate. Può essere difficile individuare, nei casi specifici, il perimetro dell'esperienza così definita, ma quanto basta per la scienza è che questo perimetro circoscriva un insieme non vuoto.

2. Dall'interpretazione relazionale della meccanica quantistica al naturalismo senza sostanza

Rovelli (1996) ha proposto la sua interpretazione relazionale (IR) per risolvere i fondamentali problemi concettuali alla base della MQ. Questi possono essere introdotti a partire dalla seguente considerazione, proposta dai fisici Landau e Lifshits nella loro classica esposizione (Landau e Lifshits 1982, 16). In linea di principio, desideriamo che una teoria scientifica, se più recente di un'altra definita sullo stesso dominio, sia più generale, ovvero che includa la teoria preesistente come caso particolare. Perché ciò sia possibile, la nuova teoria deve poter essere formulata a partire da principi suoi propri, indipendenti, senza alcun riferimento alla teoria preesistente. Un esempio di questo tipo è la teoria della relatività, che può essere formulata senza riferirsi alla meccanica newtoniana, e che ricava le equazioni newtoniane del moto nel limite di velocità piccole rispetto a quella della luce. Questo tuttavia non accade nella MQ, perché questa teoria rende in sé indeterminata la traiettoria delle particelle, differenziando nettamente il loro comportamento da quello previsto dalla teoria newtoniana, ma allo stesso tempo richiede l'esistenza di oggetti fisici che obbediscano con precisione sufficiente alla meccanica newtoniana (MN) per dare una descrizione quantitativa delle caratteristiche dinamiche di una particella⁴.

Per superare questa difficoltà, saremmo tentati di postulare che l'indeterminazione quantistica possa valere soltanto a livello microscopico. Per illustrare perché questa soluzione non può funzionare, Schrödinger (1935) formulò il seguente paradosso:

“Si rinchioda un gatto in una scatola d'acciaio insieme alla seguente macchina infernale [...]: in un contatore Geiger si trova una minuscola porzione di sostanza radioattiva, così poca che nel corso di un'ora forse uno dei suoi atomi si disintegrerà, ma anche, in modo parimenti probabile, nessuno; se l'evento si verifica il contatore lo segnala e aziona un relais di un martelletto che rompe una fiala con del cianuro. Dopo avere lasciato indisturbato questo intero sistema per un'ora, si direbbe che il gatto è ancora vivo se nel frattempo nessun atomo si fosse disintegrato, mentre la prima disintegrazione atomica lo avrebbe avvelenato. La funzione Ψ dell'intero sistema porta ad affermare che in essa il gatto vivo e il gatto morto non sono degli stati puri, ma miscelati con uguale peso.”

Attraverso questo esempio Schrödinger evidenzia che un sistema macroscopico, come il gatto, può trovarsi in uno stato di indeterminazione dinamica a causa dell'interazione con una particella che è soggetta a questo genere di indeterminazione. Non può dunque essere accettabile una distinzione rigida tra sistemi quantistici e classici. Heisenberg, consapevole di questa difficoltà, propose di relativizzare la distinzione tra apparato di misura e sistema fisico oggetto di indagine (Heisenberg 1952). La IR si avvicina molto alle sue idee. La conclusione di Rovelli, infatti, è che “l'assegnazione del valore in una misura non è incompatibile con l'evoluzione unitaria dell'insieme apparato + sistema, perché l'assegnazione del valore si riferisce alle proprietà del sistema rispetto all'apparato, mentre l'evoluzione unitaria si riferisce alle proprietà rispetto ad un sistema esterno”. Il paradosso è risolto perché lo stato determinato (“assegnazione del valore”) e la sovrapposizione di stati (“evoluzione

⁴ Per caratteristiche o proprietà dinamiche si intendono la posizione e la velocità o quantità di moto della particella.

unitaria”) del gatto si riferiscono a osservatori differenti⁵, nessuno dei quali può essere considerato privilegiato.

La IR richiede, coerentemente con la MQ, di abbandonare l’idea che un sistema fisico sia in uno stato dinamico determinato indipendentemente dall’interazione con l’osservatore. Potremmo riassumerne le conclusioni dicendo che lo stato dinamico di un sistema fisico è una relazione. In *Helgoland* Rovelli intende andare oltre quest’affermazione, criticando il concetto stesso di sostanza, ovvero il concetto di oggetto o sistema fisico in quanto tale. È importante sottolineare che questa estrapolazione non compare nella sua presentazione originaria della IR. In quel contesto, Rovelli si riferisce frequentemente a sistemi e oggetti fisici. Dunque, quando si espone la MQ, o la IR, è perfettamente possibile riferirsi, senza difficoltà, agli oggetti e alle loro interazioni reciproche, così come alle proprietà dinamiche dell’elettrone⁶. Il ragionamento alla base del NSS, in effetti, è prettamente filosofico e consiste in quanto segue. Se le proprietà dinamiche dell’elettrone si determinano solo in relazione ad altro, allora l’elettrone *in sé*, ovvero l’elettrone in quanto entità distinta, è un concetto privo di correlato empirico e quindi, stante il rasoio di Occam, può essere legittimamente eliminato dalla visione scientifica del mondo. E, poiché tutti gli oggetti della nostra esperienza, stante il paradosso di Schrödinger, rientrano nel dominio dell’indeterminazione quantistica, si può concludere che il concetto di entità, ovvero di sostanza, diventa superfluo in generale. Dunque, la realtà è fatta di proprietà che consistono in relazioni ovvero interazioni, e che tuttavia non possiamo né dobbiamo più concepire come relazioni o interazioni tra entità autonome. In conclusione, “il mondo non è diviso in entità a sé stanti. Siamo noi che lo separiamo in oggetti per nostra convenienza” (Rovelli 2020, 147). Quest’ultima è, in breve, la tesi fondamentale del NSS. Il suo carattere riduzionista consiste nel negare la distinzione tra entità, proprietà e relazioni, ponendo le entità nel campo delle “illusioni”, nel senso precisato nel par. 1.

Nel prossimo paragrafo, cercherò di evidenziare che la visione relazionalista della realtà evocata da Rovelli può convivere senza problemi con la nozione di sostanza correntemente accettata dalla pratica scientifica che prevede, insieme, l’esistenza di entità autonome e la loro universale connessione reciproca nella trama unitaria della realtà. Successivamente (par. 4), cercherò di evidenziare che la critica di Rovelli si rivolge contro una nozione di sostanza che la scienza aveva già superato prima della formulazione della MQ.

3. È possibile fare a meno dell’elettrone?

La tesi fondamentale del NSS dipende dalla negazione dell’esistenza dell’elettrone come entità autonoma. D’altra parte è necessario che il NSS, come interpretazione dei risultati scientifici della MQ, rispetti i principi metodologici fondamentali della scienza. Per verificare se questo è il caso, partiamo dal chiederci quale criterio adottino gli scienziati per eliminare le entità superflue dalle proprie teorie. La risposta è presto detta: entità come l’etere, il flogisto, il calorico oppure l’anima sono state rimosse dalle teorie scientifiche perché si sono dimostrate, in linea di principio, impossibili da misurare. Dato che possiamo definire la misurazione come una interazione indiretta, realizzata in condizioni controllate, vediamo che il criterio dell’interazione, diretta o indiretta, è quello che gli scienziati adottano nella propria pratica per attestare o confutare l’esistenza di particolari entità.

⁵ Per osservatore si intende, in MQ, “ogni oggetto fisico che ha uno stato di moto definito” (Rovelli 1996, 3). Quindi l’osservatore in MQ non è necessariamente dotato di coscienza.

⁶ Seguo per comodità la convenzione proposta da Landau e Lifshits (1982), intendendo l’elettrone come riferimento per indicare una generica particella. Per la definizione delle proprietà dinamiche di una particella si veda alla nota 4.

Questo criterio rispetta il principio di Einstein perché, evidentemente, ciò che non interagisce con alcunché non può fare alcuna differenza in termini di esperienza, mentre ciò che viene misurato, ovvero può interagire con altro, entra di diritto nel campo di ciò che può essere percepito e quindi può diventare oggetto di esperienza.

Applicando il criterio dell'interazione, possiamo dichiarare esistente qualsiasi oggetto che abbia almeno una proprietà misurabile in aggiunta alla collocazione spazio-temporale (altrimenti ci stiamo semplicemente riferendo ad un punto nel continuo spazio-temporale). Chiaramente l'elettrone soddisfa questo criterio poiché è capace di interagire con gli apparati di misurazione e di produrre effetti percepibili quando viene impiegato nelle applicazioni. Tuttavia, le proprietà dinamiche dell'elettrone possono essere quantificate solo entro i limiti stabiliti dal principio di indeterminazione di Heisenberg. Da questo i fisici concludono che le proprietà dinamiche non hanno un valore *in sé*, intendendo con ciò che non hanno un valore indipendente dal processo di misurazione. Nella teoria fisica si dice che queste proprietà sono *effimere* o *potenziali*, in quanto non soddisfano il criterio di realtà di Einstein-Podolsky-Rosen (EPR), secondo cui sono reali, o attuali, solo quelle proprietà di cui si possa prevedere con certezza il valore senza disturbare in alcun modo il sistema considerato.

Quali implicazioni si possono trarre dall'indeterminazione delle proprietà dinamiche dell'elettrone? Secondo l'interpretazione ordinaria, dobbiamo rinunciare al concetto di traiettoria (Landau & Lifshits 1982, 16; Feynman 2000, 65). Infatti, per misurare la traiettoria dell'elettrone dovremmo determinare simultaneamente la sua posizione e la sua quantità di moto, ma questo è vietato dal principio di indeterminazione. Vediamo dunque che la traiettoria dell'elettrone non rispetta il criterio dell'interazione e quindi è corretto eliminarla dalla teoria. Che cosa dobbiamo pensare invece dell'elettrone medesimo? Il fatto che posizione e quantità di moto dell'elettrone non esistano *in sé* non implica alcunché di negativo sull'esistenza o meno dell'elettrone *in sé*. Al contrario, sembra legittimo affermare che, proprio grazie al fatto che posizione e velocità esistono *per altro*, e quindi possono essere misurate, possiamo stabilire che l'elettrone esiste *in sé*, dato che la misurazione delle prime attesta l'esistenza del secondo.

Vediamo quindi che non esiste un legame logico di consequenzialità tra il NSS e la MQ, poiché quest'ultima impone di considerare non esistente *in sé* la traiettoria dell'elettrone ma non l'elettrone stesso. Per questo la conclusione di Rovelli richiede un passaggio aggiuntivo, ovvero quello, tipicamente riduzionista, di *ridurre* l'elettrone alle sue proprietà. L'argomento può apparire a prima vista ragionevole. Se priviamo mentalmente un oggetto di tutte le sue proprietà, per il principio di interazione lo rendiamo non esistente. E allora perché non far consistere l'oggetto nelle sue proprietà? Nel caso dell'elettrone, dalla riduzione dell'oggetto alle sue proprietà conseguirebbe che, poiché le proprietà dell'elettrone non esistono *in sé*, allora neppure l'elettrone medesimo esisterebbe *in sé*.

L'argomentazione di Rovelli si scontra con due difficoltà insormontabili. La prima è che l'elettrone possiede proprietà *in sé*, quali la massa a riposo e la carica elettrica, che non sono perturbate dall'interazione, e quindi esiste *in sé* quantomeno come portatore di tali proprietà. La seconda è che, anche qualora queste ulteriori proprietà non esistessero, l'elettrone esisterebbe tuttavia *in sé* come *possibilità* di assumere una posizione e una quantità di moto più o meno determinate, nei limiti delle relazioni di indeterminazione. Esisterebbe cioè come connessione tra le sue proprietà dinamiche, che è, in quanto tale, distinta da ciascuna di esse separatamente presa. Infatti, posizione e quantità di moto dell'elettrone, proprio a causa del principio di indeterminazione, si influenzano reciprocamente, e la reciproca influenza tra posizione e quantità di moto dell'elettrone è tutto quanto serve per riunire le proprietà dinamiche in un unico nesso, che chiamiamo appunto elettrone, qualificandole come proprietà di questo nesso, da esso distinte. Vediamo quindi che ammettere l'esistenza di questa connessione universale tra posizione e quantità di moto, *che è* l'elettrone, non richiede alcuna

assunzione metafisica. La sua esistenza si deduce infatti dalla soluzione dell'equazione di Schrödinger, che rende la densità di probabilità della posizione dell'elettrone libero dipendente dalla densità di probabilità della sua quantità di moto, e viceversa. Questa dipendenza statistica è tutto quanto serve per attribuire all'elettrone un'esistenza in sé, anche qualora l'elettrone non fosse dotato di ulteriori proprietà determinate, come invece effettivamente è.

Da quanto detto possiamo concludere che l'esistenza dell'elettrone in sé è un'ipotesi necessaria per spiegare la relazione probabilistica tra osservazioni successive di grandezze coniugate come la posizione e la quantità di moto, oltre che per assegnare un portatore a proprietà non coniugate quali massa e carica elettrica. In generale, è molto difficile per noi esseri umani concepire il nesso tra una collezione di proprietà, ovvero un'entità, altrimenti che come un qualcosa di distinto dalle proprietà singolarmente prese. In parte questo avviene perché i valori assunti da tali proprietà variano nel tempo eppure il nesso tra di esse, come abbiamo visto, permane. In parte avviene perché tali proprietà, con determinazioni quantitative e qualitative diverse, si ritrovano in oggetti diversi (questo è il caso, ad esempio, della massa e della carica elettrica) e quindi siamo portati ad accomunare tali proprietà nel pensiero, separandole dai loro portatori. Ad ogni buon conto, resta interamente da dimostrare che ricorrere alla distinzione tra sostanza, proprietà e relazioni rappresenti un problema per la specie umana, come vorrebbe Rovelli, e non piuttosto una risorsa.

Rovelli scrive:

“La migliore descrizione della realtà [...] è in termini di eventi che tessono una rete di interazioni. Gli “enti” non sono che effimeri nodi di questa rete [...] Le loro proprietà non sono determinate che nel momento di queste interazioni e lo sono solo in relazione ad altro [...]” (Rovelli 2020, p. 195).

Alla luce della scienza contemporanea, chi potrebbe negare che la realtà sia un insieme di eventi che tessono una rete di interazioni? D'altra parte, possiamo osservare che il fatto che l'esistenza degli enti abbia un termine temporale non è un motivo sufficiente per negarla. Inoltre, non tutte le proprietà risultano, nella nostra esperienza, effimere nel senso di EPR, e questo è un fatto fisico non meno importante del principio di indeterminazione. Una maggiore chiarezza si sarebbe potuta ottenere se Rovelli avesse affrontato la questione con maggiore duttilità. Distinguere infatti non equivale a isolare o contrapporre, e perciò le sostanze, in quanto unità distinte realmente esistenti, non si contrappongono né alle loro proprietà né alle loro relazioni reciproche. Allo stesso modo, ammettere che nella trama interconnessa della realtà siano presenti figure distinte, realmente esistenti, non significa necessariamente lacerarne il tessuto unitario, e riconoscere le sostanze come unità distinte reali all'interno della nostra esperienza non ci impone di considerarle chiuse in sé stesse o immutabili. Essere duttili vuol dire, appunto, maneggiare i concetti senza irrigidirli e assolutizzarli. Sostanza e relazione, identità e differenza, stabilità e mutamento, sono concetti strettamente collegati, e nessuna entità reale è uguale a sé stessa nel senso statico in cui $a=a$. Tuttavia è legittimo individuarla come qualcosa di permanente nel tempo nella misura in cui è possibile definire e misurare le *sue* proprietà in istanti successivi.

In conclusione, il concetto di sostanza è sufficientemente fluido e polimorfo da rispondere a tutte le esigenze poste da Rovelli, e quindi non richiede di essere cancellato dalla nostra visione del mondo per i motivi da lui avanzati. Sulla base degli argomenti sopra presentati, questa risulta essere anche l'impostazione più coerente con i risultati della MQ. Allo stato dei fatti, l'interpretazione standard della MQ, che elimina le traiettorie, è coerente con i principi metodologici della scienza, mentre il NSS di Rovelli, che richiede di eliminare l'elettrone in sé, non lo è perché viola il principio di Einstein, negando la distinzione tra entità e relazione. In particolare, prima ho confutato l'asserzione

più forte che i risultati della MQ *impongano* di rimuovere l'elettrone e quindi, per estensione, la sostanza in generale. Poi ho confutato l'asserzione più debole secondo cui fare a meno della sostanza non produce alcuna difficoltà per la nostra possibilità di pensare e di esprimerci sulla MQ così come sul mondo in generale. Se questo fosse stato vero, la nozione di sostanza sarebbe risultata ridondante. La conclusione è che, al contrario, queste difficoltà sussistono e che questo non dovrebbe stupirci, considerato che "la solida continuità del mondo a cui siamo abituati nella nostra vita quotidiana" (Rovelli 2020, 92) è un elemento essenziale della nostra esperienza.

4. Il NSS serve a risolvere il problema della coscienza?

Nel paragrafo precedente abbiamo visto che rimuovere la nozione di sostanza /oggetto /entità dalla nostra visione del mondo non è necessario. Con questo, tuttavia, l'esame dell'argomentazione di Rovelli non è concluso. In effetti, sebbene eliminare la sostanza possa non essere necessario, questo non esclude che possa essere utile. Come accennato sopra, Rovelli individua il valore aggiunto del NSS in un'agevolazione della risoluzione del problema della coscienza:

"Se la grana fine del mondo è fatta di particelle materiali che hanno solo massa e moto, sembra difficile ricostruire da questa grana amorfa la complessità che siamo noi [...] Ma se la grana fine del mondo è meglio descritta in termini di relazioni [...] forse in questa fisica possiamo meglio trovare elementi capaci di combinarsi in maniera comprensibile per fare da base a quei fenomeni complessi che chiamiamo le nostre percezioni e la nostra coscienza" (Rovelli 2020, 163).

Prima di addentrarci nel problema della coscienza, esaminiamo la premessa dell'argomentazione di Rovelli. Notiamo innanzitutto che per la scienza fisica odierna l'elettrone non possiede solo massa, ma anche altre proprietà intrinseche (carica elettrica, spin, momento magnetico, isospin debole, ipercarica debole), che sono essenziali per spiegare le proprietà della materia. Rovelli non indica in modo esplicito a quale teoria si riferisca quando critica la metafisica della materia "come sostanza universale, *definita solo da massa e moto*" (p. 181, corsivo aggiunto), ma è senz'altro chiaro, dato il contesto, che si riferisce al meccanicismo. Non possiamo che concludere, quindi, che per "moto" Rovelli intenda le traiettorie percorse da particelle che obbediscono alle leggi della meccanica newtoniana. Non a caso, Rovelli cita con approvazione il filosofo /scienziato Ernst Mach per aver rifiutato il "meccanicismo settecentesco", ovvero "l'idea che tutti i fenomeni siano prodotti da particelle di materia che si muovono nello spazio" (Rovelli 2020, 127).

Com'è noto, la crisi del meccanicismo si apre ben prima che s'imponga la nuova fisica della relatività e dei quanti. La *meccanica* di Mach (1968) viene pubblicata nel 1883, ed è considerata un'opera di riferimento da molti fisici impegnati, nei decenni successivi, a superare i limiti allora già evidenti della meccanica newtoniana. Già nel decennio precedente, le applicazioni industriali sempre più importanti della chimica e dell'elettricità avevano stimolato nuovi indirizzi di ricerca che avevano portato a importanti risultati quali la teoria meccanica del calore di Boltzmann (1868) e la teoria dell'elettromagnetismo di Maxwell (1873). Quest'ultima, in particolare, rivestirà un'importanza immediata sia per la teoria della relatività sia per la MQ.

È interessante considerare come Friedrich Engels, da materialista, inquadrasse la questione del meccanicismo nei suoi manoscritti sulle scienze naturali, composti tra il 1873 e il 1886:

"Per gli scienziati il movimento è preso sempre, come cosa ovvia, nell'accezione di movimento meccanico. Questo modo di vedere risale al XVIII secolo, prechimico, e rende molto difficile una chiara concezione dei processi. Movimento, per quel che

concerne la materia, è modificazione in generale. Dallo stesso equivoco viene anche la frenesia di ridurre tutto al movimento meccanico [...] con il che viene cancellato il carattere specifico delle altre forme di movimento” (Engels 1950, 146).

Vediamo che Engels identifica il movimento con l’insieme di tutte le trasformazioni della materia note al suo tempo, e che respinge con chiarezza il riduzionismo, appellandosi proprio al principio di Einstein per salvaguardare il “carattere specifico” di ogni forma di movimento. Ancora più interessante è che, nel suo rifiuto del meccanicismo, egli è condotto ad affrontare il problema della coscienza secondo linee che, tra breve, vedremo non essere dissimili da quelle del dibattito scientifico odierno in campo neurologico⁷.

Come sappiamo dalla storia della filosofia, il problema del rapporto tra materia e coscienza in epoca moderna nasce insieme al meccanicismo. I tentativi di conciliare l’ipotesi meccanicistica con i fenomeni della coscienza, e della vita più in generale, sono stati oggetto nei secoli moderni di una letteratura sterminata. Fu solo a partire dal XIX secolo che la distanza apparentemente incolmabile tra il comportamento della materia inanimata e i fenomeni biologici cominciò ad essere colmata attraverso le scoperte della chimica organica (Engels 1950, 21). Tuttavia abbiamo dovuto aspettare il Novecento e gli sviluppi della biologia molecolare per ottenere un quadro completo dei meccanismi basilari della vita. Oggi possiamo asserire che sia un fatto accertato dalla scienza l’impossibilità di analizzare i fenomeni chimici e biologici, dunque la vita e la coscienza, all’interno di una teoria classico-meccanica della materia. In altri termini, il meccanicismo è stato incontrovertibilmente respinto dai risultati sperimentali della scienza contemporanea.

La MQ ha dato un contributo fondamentale prima alla giustificazione teorica e poi all’ulteriore estensione dei risultati della chimica organica e della biologia molecolare che spiegano i processi fondamentali della vita, fornendo, come dice Rovelli, “la base a quei fenomeni complessi che chiamiamo le nostre percezioni e la nostra coscienza”. Fin qui c’è ben poco di nuovo. Infatti il problema “difficile” della coscienza, oggi, non consiste più nell’individuazione delle basi materiali della vita o della coscienza medesima, problemi che sono stati sostanzialmente risolti dalla scienza contemporanea e che quindi possono venire derubricati a problemi “facili”. Per chiarire i termini di quello che oggi è il problema “difficile” della coscienza, ricorriamo al filosofo David Chalmers, che Rovelli prende in considerazione:

“Il problema veramente difficile della coscienza è il problema dell’esperienza. Quando pensiamo e percepiamo, c’è un ronzio di elaborazione delle informazioni, ma c’è anche un aspetto soggettivo. Come ha detto Nagel (1974), esiste un qualcosa che è come ci sente a essere un organismo cosciente. Questo aspetto soggettivo è l’esperienza” (Chalmers, 1995: 201)

È molto interessante rilevare che, per sottolineare l’importanza del problema “difficile” da lui formulato, Chalmers ricorre al principio di Einstein, individuando nell’esperienza cosciente “il fatto centrale che qualsiasi teoria della coscienza deve spiegare”, e aggiungendo che “una teoria che nega il fenomeno risolve il problema eludendo la questione” (ivi, 206). In tutta evidenza, l’argomento di Chalmers è assonante con il dubbio formulato da Engels circa la possibilità di ridurre “l’essenza del pensiero” ai “movimenti molecolari e chimici” del cervello (vedi nota 7). Siamo perciò spinti a

⁷ A testimonianza della sua impostazione antiriduzionista, poco dopo il passo citato nel testo, Engels scrive: “Noi «ridurremo» certamente un giorno il pensiero, sperimentalmente, a movimenti molecolari e chimici del cervello; ma sarà con ciò esaurita l’essenza del pensiero?”.

chiederci se sia possibile, per un materialista, elaborare soluzioni più sofisticate del meccanicismo. La neurologia contemporanea offre una risposta positiva a questo interrogativo. A titolo di esempio, si consideri lavoro degli eminenti neuroscienziati G. E. Edelman e G. Tononi (E&T). Il loro “realismo condizionato” (E&T 2000, 260) soddisfa pienamente i parametri di un’impostazione materialistica⁸. Come affrontano E&T il problema difficile della coscienza? In primo luogo circoscrivono in modo preciso l’explanandum, ovvero individuano quelle che essi ritengono essere “le proprietà fondamentali della coscienza”. Quindi si pongono il compito di sviluppare “modelli, concetti e misure appropriati” (ivi, 22) per individuare sperimentalmente quei processi neurali che possono *essere* queste proprietà (ivi, 18). Non serve qui addentrarsi nello specifico della loro teoria. Piuttosto è rilevante sottolineare che la loro impostazione metodologica si basa sull’individuazione di un set di proprietà dell’esperienza cosciente che sono desunte dall’introspezione e dalla comunicazione interpersonale. Questo implica che potrebbero senz’altro individuarsi proprietà della coscienza differenti da quelle da loro proposte⁹. Tuttavia, una volta stabilito quali siano le proprietà della coscienza da indagare, e identificate le modalità di misurazione delle proprietà in questione, quello della coscienza diventa un problema scientifico perfettamente trattabile.

Nell’impostazione di E&T, la teoria della coscienza mantiene un elemento ineliminabile di soggettività proprio perché il suo contenuto deve collimare con la nostra esperienza individuale della coscienza. In altri termini, la soggettività deve contribuire alla teoria affinché sia rispettato il principio di Einstein, che ci impone di non “rinunciare alla rappresentazione adeguata di un singolo dato di esperienza”. In questo modo E&T ritengono di soddisfare i requisiti del problema difficile formulato da Chalmers e, se la teoria è sperimentalmente corretta, di poter spiegare come e perché si realizza il processo neurale *che è* la nostra esperienza soggettiva della coscienza¹⁰.

A questo punto ci chiediamo se la MQ possa contribuire alla dimensione soggettiva della teoria della coscienza, che è essenziale per risolvere il problema difficile. La risposta è che non può, perché gli osservatori della fisica sono privi del requisito della soggettività (vedi nota 5). Per quanto si possano moltiplicare le prospettive, le descrizioni della MQ, così come quelle della teoria della relatività, resteranno sempre riferite a un generico sistema fisico non necessariamente dotato di coscienza. Quindi la MQ non potrà mai offrire niente di più, a questo riguardo, di una teoria neurologica sofisticata come quelle di E&T o di Damasio. Anzi, offre qualcosa di meno, considerato che queste ultime soddisfano quel requisito di soggettività che è necessariamente implicato dal problema difficile della coscienza.

⁸ “Le [nostre] risposte saranno fondate sull’ipotesi che la coscienza nasce all’interno dell’ordine materiale di organismi particolari” (E&T 2000, x). Su questo si veda anche l’opinione di un altro importante neuroscienziato, Antonio Damasio (1994: 337): “[...] assai prima dell’alba dell’umanità gli esseri erano esseri [...] all’inizio vi fu l’essere e solo in seguito vi fu il pensiero [...] Noi siamo, e quindi pensiamo; e pensiamo solo nella misura in cui siamo, dal momento che il pensare è causato dalle strutture e dall’attività dell’essere”.

⁹ Le proprietà individuate da E&T sono *unità* (essere “una totalità non suddivisibile nei singoli componenti”) e *informatività* (“essere estratto da un repertorio di miliardi e miliardi di possibili stati”). Damasio (2000) si è invece concentrato sulla coscienza come “senso interiore” (p. 156), pur sottolineando la continuità tra il proprio approccio e quello di Edelman.

¹⁰ Al riguardo si veda anche quanto scrive Damasio: “Noi scienziati abbiamo buon gioco a lamentare il fatto che la coscienza è una questione del tutto personale e privata, non riconducibile alle osservazioni «in terza persona» che sono abituali nella fisica e in altre branche delle scienze della vita. Tuttavia, dobbiamo affrontare il fatto che la situazione è questa e trasformare un ostacolo in un vantaggio. Soprattutto, non dobbiamo cadere nella trappola di tentare di studiare la coscienza soltanto da un punto di osservazione esterno per il timore che quello interno sia irrimediabilmente viziato. Per studiare la coscienza umana è necessaria l’una e l’altra visione” (Damasio, 2000: 105).

Rovelli sembra confondere notevolmente i termini della questione, quando da una parte sottolinea, correttamente, che “non esiste descrizione del mondo dall'esterno” ovvero che ogni descrizione scientifica è condotta dalla prospettiva di un osservatore posto all'interno del mondo stesso, ma da questo conclude che “le descrizioni del mondo possibili, sono [...] tutte, in ultima analisi, «in prima persona»” (p. 178). Come abbiamo visto, questa conclusione non è corretta perché le teorie fisiche sono costruite prescindendo dall'esperienza soggettiva e dunque sono in terza persona. In definitiva, possiamo concludere che l'approccio di Rovelli al problema difficile della coscienza riduce le descrizioni in prima persona, ovvero l'esperienza cosciente, a descrizioni in terza persona. Vediamo così che Rovelli, lungi dal risolvere il problema difficile, propone la negazione tout court dell'esperienza soggettiva cosciente, violando il principio di Einstein¹¹. Così facendo, egli rientra nella categoria di chi, secondo Chalmers, “risolve il problema eludendo la questione”. D'altra parte, le spiegazioni quantistiche della coscienza non hanno mai goduto di grande fortuna presso gli specialisti dell'argomento (Chalmers 1995, 207; E&T 2000, 260). Certamente, Rovelli non indulge in una applicazione *diretta* della MQ al problema della coscienza, ovvero nella ricerca di spiegazioni quantistiche per particolari esperienze psicologiche o parapsicologiche. Tuttavia asserisce che una qualche rilevanza della MQ ci deve essere perché questa teoria “modifica la nostra concezione del mondo fisico e della materia” (Rovelli 2020, 161). Questo suggerisce che Rovelli ritenga che la MQ abbia conseguenze di ordine ontologico che debbono necessariamente essere prese in considerazione per risolvere il problema della coscienza. Di questo punto ci occuperemo nel prossimo paragrafo.

5. Esiste una terza via tra idealismo e materialismo?

Dopo aver visto nel par. 3 che il NSS non è necessario, abbiamo visto nel par. 4 che esso non è neppure utile per risolvere il problema difficile della coscienza. Le argomentazioni di Rovelli mancano il punto della questione, perché eliminano la prospettiva in prima persona sulla realtà che è necessariamente implicata dal problema difficile. In questo paragrafo, mi concentro sulla concezione ontologica che porta Rovelli a sostenere che l'io è un “concetto confuso” (Rovelli 2020, 180-181). In particolare, evidenzierò come questa concezione ontologica violi il principio di Einstein.

Nel suo libro, Rovelli riassume le possibili alternative sulla teoria della mente nel modo seguente:

“Le idee sulla natura della mente si limitano generalmente a tre sole alternative: il dualismo, secondo cui la realtà della mente è del tutto diversa da quella delle cose inanimate; l'idealismo, secondo cui la realtà materiale esiste solo nella mente; e il materialismo ingenuo, secondo cui tutti i fenomeni mentali sono riconducibili al moto della materia. Dualismo e idealismo sono incompatibili con quanto abbiamo imparato sul mondo negli ultimi secoli, in particolare con la scoperta che noi esseri senzienti siamo una parte della natura come le altre [...] Il materialismo ingenuo, d'altro canto, sembra intuitivamente difficile da conciliare con la realtà dell'esperienza soggettiva [...] Ma non ci sono solo queste alternative. Se le qualità di un oggetto nascono dall'interazione con qualcos'altro, la distinzione tra fenomeni mentali e fenomeni fisici si attenua molto. Sia le variabili fisiche, sia quelli che i filosofi della mente chiamano «qualia» [...] possono essere fenomeni naturali più o meno complessi. La soggettività non è un salto qualitativo rispetto alla fisica:

¹¹ “È vero che abbiamo l'«intuizione» di un'entità indipendente che è l'io. Ma se è per questo avevamo anche l'«intuizione» che dietro ai temporali ci fosse Giove...E che la terra fosse piatta” (Rovelli 2020, 180).

richiede una crescita di complessità (Bogdanov direbbe di «organizzazione»)
(Rovelli 2020, 179)

Da una parte Rovelli professa il proprio naturalismo, respingendo dualismo e idealismo. Dall'altra non riesce a respingere completamente il materialismo ingenuo, per il semplice fatto che i suoi contenuti sono coincidenti con quelli della scienza (Quale scienziato serio potrebbe negare oggi che “tutti i fenomeni mentali sono riconducibili al moto della materia”?). D'altro canto, Rovelli si trova comprensibilmente in grande difficoltà a conciliare la sua ristretta visione del materialismo, ancorata al meccanicismo settecentesco, con l'esperienza soggettiva. Ma, invece di cercare le proprie risposte nei risultati della più avanzata ricerca scientifica in campo neurologico, che abbiamo esaminato nel paragrafo precedente, decide malauguratamente di volgersi verso il passato, scegliendo di riportare in auge la filosofia fenomenista di Mach e Bogdanov.

Rovelli, come fisico, si ribella alle implicazioni idealistiche del fenomenismo, e professa il proprio naturalismo. Questo spiega il suo particolare interesse per Mach e Bogdanov (pp. 129-130). Questi ultimi hanno infatti caratterizzato la propria filosofia non come fenomenismo ma come *monismo neutrale*. Rovelli presenta il contributo di questi autori in termini accattivanti. In effetti, chi vorrebbe negare oggi che le “variabili fisiche” (ovvero la realtà esterna a noi in quanto individui) e i qualia (ovvero la nostra esperienza soggettiva) siano entrambi fenomeni naturali? D'altra parte, la storia della filosofia insegna che non ci si può fidare delle professioni di naturalismo dei fenomenisti. È stato il vescovo Berkeley, capostipite della filosofia fenomenista, il primo a ricercare una conciliazione tra fenomenismo e naturalismo. Dopo aver confutato l'idea dell'“esistenza assoluta di oggetti sensibili in sé stessi o fuori della mente”, Berkeley nel suo *Trattato dei principi della conoscenza umana* affermava al tempo stesso che “le cose che io vedo con gli occhi e tocco con le mani esistono, esistono realmente, non lo metto minimamente in dubbio. La sola cosa di cui neghiamo l'esistenza è quella che i *filosofi* chiamano Materia o sostanza corporea” (cit. in Lenin 1973, 25).

Non è difficile comprendere perché Berkeley cercasse di rendersi credibile come naturalista. Negare la validità dei contenuti dell'esperienza soggettiva, che attestano l'esistenza di una realtà esterna alla mente, rappresenta infatti una violazione del principio di Einstein. Per spiegare la maggiore forza delle percezioni sensibili legate al mondo esterno, Berkeley ricorreva a dio. Dal punto di vista scientifico, non è ovviamente possibile ricorrere a questa ipotesi perché viola il rasoio di Occam. La soluzione proposta da Mach è quella di concepire come una dualità le sensazioni stesse, dopo averle ribattezzate come “elementi” per sottolinearne la posizione neutrale rispetto al dominio fisico e psichico. Così scrive Mach:

“Il colore è un oggetto fisico, quando, per esempio, lo studiamo nella sua dipendenza dalla sorgente luminosa che lo rischiarava [...] Ma se noi lo studiamo nella sua dipendenza dalla retina [...] davanti a noi abbiamo un oggetto psicologico, una sensazione” (cit. in Lenin 1973, 51).

Si tratta, quindi, di ricostituire la distinzione tra fisico e psichico all'interno di una realtà dove esistono soltanto gli elementi. Le difficoltà a cui va incontro questo approccio sono immediatamente evidenti. Ciò di cui siamo soggettivamente certi è che le nostre percezioni sono causate dall'azione della realtà esterna sulla nostra mente. Questa certezza soggettiva è convalidata dalla comunicazione con i nostri simili e da numerose conferme quotidiane, in mancanza delle quali già da molto tempo ci saremmo estinti come specie. Non solo, questa certezza soggettiva è convalidata dalla scienza attraverso innumerevoli prove. Da ciò si ricavano due implicazioni fondamentali. La prima è che nella nostra esperienza, convalidata intersoggettivamente, oggettivamente e scientificamente, non esistono sensazioni che non siano soggettive ovvero interne. La seconda è che ciò che percepiamo

come oggettivo ovvero esterno è la fonte delle nostre sensazioni, ad esempio un dato oggetto che possiamo osservare e manipolare e, così facendo, possiamo percepire come distinto dal nostro corpo. In altri termini, ciò che percepiamo come oggettivo è proprio la famigerata cosa in sé, che si manifesta a noi attraverso le interazioni con i nostri apparati sensoriali.

Quando la scienza esamina il rapporto tra psichico e fisico ovvero il rapporto tra soggettività e realtà esterna, per essa non esiste alcuna dualità delle percezioni ma solo, da una parte, la percezione ovvero lo psichico e, dall'altra, la realtà che causa la percezione ovvero il fisico. Con ciò la visione scientifica non incorre in alcuna aporia o dualismo, perché sia lo psichico che il fisico sono concepiti come momenti distinti, ma non contrapposti, di un'unica realtà materiale, costituita da parti interconnesse, e che, come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, non richiede di eliminare la nozione di cosa in sé o di sostanza, né quella di materia, per poter essere studiata. E neppure richiede, come vorrebbe Rovelli, di eliminare la nozione di io che, come abbiamo visto, è anzi sempre più al centro dell'interesse della neurologia contemporanea.

In definitiva, la teoria machiana degli elementi viola il principio di Einstein perché contraddice il contenuto delle nostre percezioni, che attestano l'esistenza di una realtà esterna alle percezioni stesse. Ne consegue che l'unica concezione scientificamente coerente con il naturalismo e il monismo, sostenuti da Rovelli così come da tutti gli scienziati, è proprio il materialismo. Rovelli afferma che Mach è un materialista se, seguendo Lenin, con questo termine si intende chi crede che la realtà esista indipendentemente dalla mente (Rovelli 2020, 132). Tuttavia la realtà oggettiva di Mach è fatta, come abbiamo visto, di elementi, ovvero di qualità percepibili che sono pensate come indipendenti dal soggetto percipiente. Questa non è la realtà oggettiva come la pensiamo tutti e come la pensa la scienza, ma piuttosto una costruzione teorica postulata ad hoc per giustificare il rifiuto di ammettere la materia come causa delle percezioni.

Per rafforzare il proprio ragionamento, Rovelli presenta in modo molto suggestivo le intuizioni precorritrici di Bogdanovic e i numerosi aspetti che hanno reso affascinante per i posteri la sua personalità (Rovelli 2020, 135-138). Chiediamoci se e quanto la filosofia di Bogdanov si differenzi da quella di Mach, esaminando la sua concezione della distinzione tra psichico e fisico. Secondo Bogdanov, citato da Rovelli, "la differenza fra gli ordini psichico e fisico si riduce alla differenza fra l'esperienza organizzata individualmente e l'esperienza organizzata socialmente" (Rovelli 2020, 192). Mentre Mach cercava di ricavare la distinzione tra psichico e fisico dove non era possibile farlo, Bogdanov sostituisce alla distinzione tra psichico e fisico quella tra psichico e sociale. Se l'"esperienza organizzata individualmente" è l'aspetto individuale e soggettivo dell'esperienza, l'"esperienza organizzata socialmente" si riferisce al confronto intersoggettivo che porta a convalidare l'esperienza individuale, escludendo l'illusione e l'errore. Ma questi due domini non esauriscono in sé tutta la realtà. Ecco che, in definitiva, la filosofia di Bogdanov porta alla negazione di una realtà esterna all'esperienza individuale o collettiva, senza differenze di principio rispetto a Mach. Per lui, come per quest'ultimo, psichico e fisico appartengono entrambi alla sfera dell'esperienza e consistono esclusivamente di elementi ovvero percezioni (Bogdanov 1982, 94-95). Potremmo dire, con una battuta, che Bogdanov attribuisce al "processo collettivo di lavoro", quale "creatore" di quella che chiama organizzazione sociale dell'esperienza, il ruolo che apparteneva alla divinità berkeleyana, e che questa è l'unica differenza significativa tra il suo pensiero e quello di Mach (Bogdanov 1982, 97). In realtà, non è molto importante dimostrare se e quanto siano idealistiche le teorie di Mach e Bogdanov, né stabilire quanto si assomiglino tra loro. Quello che è molto più importante è aver stabilito che la distinzione tra realtà psichica e fisica che si deduce da queste teorie è in contraddizione con la nostra esperienza e con la visione scientifica della realtà. All'interno di quest'ultima, sia l'io che la materia godono di ottima salute.

6. Conclusioni

Le argomentazioni di questo articolo dipendono da quello che ho chiamato principio di Einstein, il cui contenuto consiste nel rispetto integrale dell'esperienza (par. 1). Ho applicato questo principio per sostenere l'esistenza dell'elettrone come entità in sé (par. 3), per affrontare il problema difficile della coscienza (par. 4) e per confutare la filosofia fenomenista di Mach e Bogdanov (par. 5). L'analisi condotta porta a concludere che il NSS è una forma di riduzionismo, che nega componenti fondamentali della nostra esperienza, quali la distinzione tra sostanza, proprietà e relazioni e l'esperienza cosciente di noi stessi come individui autonomi.

Esiste un paradigma alternativo al fenomenismo, che non contraddice il principio di Einstein e fornisce valide indicazioni sul problema della coscienza. Ho definito questa impostazione "materialismo sofisticato", individuandone gli antecedenti in Engels e gli sviluppi nella ricerca neurologica più avanzata dei nostri tempi. In linea generale, l'evoluzione della scienza contemporanea ha rafforzato le ragioni della critica verso il riduzionismo, a suo tempo avanzata da Engels. A testimonianza di ciò, in particolare, si può menzionare lo sviluppo delle scienze della complessità. Il premio Nobel Philip Anderson, considerato uno dei fondatori di questo importante filone scientifico, ha codificato il rifiuto del riduzionismo in uno slogan: *more is different*. Secondo Anderson (1972), le leggi fondamentali della fisica non possono spiegare il comportamento degli aggregati "grandi e complessi" di particelle elementari. Questo accade perché, ad ogni livello di realtà, *emergono* nuove proprietà e *nuove leggi*, mentre le leggi fondamentali della materia vengono in certo senso violate, perché i sistemi complessi perdono alcune delle simmetrie previste da queste leggi. Per questo, "l'intero diviene non soltanto qualcosa di più delle sue parti, ma qualcosa di molto diverso dalle sue parti" (Anderson 1972, 395). Secondo questa visione, l'universo è costruttivo e i processi che portano all'esistenza fenomeni qualitativamente nuovi, come la vita, si attivano quando ci si approssima ad una "soglia critica", definita sia in termini quantitativi che qualitativi. Insieme a questi fenomeni, prendono esistenza anche le leggi specifiche che li governano (Kaufmann 2005, 34-66). Le implicazioni antiriduzioniste di questa impostazione sono evidenti. Se i sistemi complessi hanno leggi proprie, irriducibili a quelle fondamentali, è semplicemente sbagliata l'affermazione per cui tutti i fenomeni possono essere spiegati da un piccolo numero di leggi fondamentali.

Il pensiero di Engels si proiettava molto oltre i limiti della scienza a lui coeva, proponendo un'identificazione completa tra natura e storia (Engels 1950, 139). La sua tesi si basava principalmente sui risultati della teoria dell'evoluzione naturale. Tuttavia, nonostante il successo della teoria Darwiniana, la concezione storico-evolutiva della realtà fatica tuttora a guadagnarsi spazio nelle scienze naturali (Kaufmann 2005). Questo perché la realtà fisica del tempo è un argomento che, a tutt'oggi, genera grandi controversie (Smolin 2014). Rovelli propende decisamente per l'approccio galileiano-newtoniano, secondo il quale la freccia del tempo non rappresenta una componente fondamentale della realtà (Rovelli 2017). D'altra parte, egli vorrebbe individuare "elementi capaci di combinarsi in maniera comprensibile per fare da base a quei fenomeni complessi che chiamiamo le nostre percezioni e la nostra coscienza". Rovelli ritiene di poter ottenere questo risultato ricorrendo alla filosofia fenomenista. Esiste tuttavia un'alternativa che egli non considera, ovvero quella, appunto, di ammettere la realtà fondamentale del tempo. Quest'opzione avrebbe costituito una risposta migliore del fenomenismo all'esigenza di gettare ponti tra la sfera umana e la sfera naturale¹². Infatti, se il tempo ha realtà fisica, diventa molto più semplice conciliare le basi della scienza naturale

¹² "una volta che si sia stabilita la realtà del tempo, la maggiore difficoltà per raggiungere la più grande unità tra cose scientifiche e umanistiche è stata eliminata" (Prigogine & Stengers 1999, 17).

con una componente essenziale della nostra esperienza, senza necessariamente rifiutare i risultati acquisiti della scienza, e senza violare il principio di Einstein.

Secondo Engels, il progresso sociale dell'umanità è inscindibile dall'asimmetria tra passato e futuro, ovvero dalla realtà del tempo che, a suo parere, si radica nei processi naturali medesimi. In effetti, è banale osservare che il progresso può esistere solo se domani può essere diverso da ieri. E tuttavia l'idea stessa di progresso solleva oggi grandi controversie. L'osservazione quotidiana ci offre pochi motivi per conservare la speranza in un futuro migliore. Nessuno di noi crede più che l'essere umano sia al centro dell'universo, o che il progresso scorra su solidi binari verso un futuro radioso. D'altra parte, la proiezione verso il futuro è ciò che ci caratterizza maggiormente come specie. Il neurologo Antonio Damasio (2000, 362) sottolinea che "la coscienza è utile per estendere la portata della mente e, di conseguenza, per migliorare la vita dell'organismo che possiede quella mente". Questa è l'essenza dell'esperienza cosciente dal punto di vista evolutivo e questa, al tempo stesso, rappresenta la connessione profonda tra coscienza e progresso, tra coscienza e tempo. Non occorre postulare alcun destino storico per l'umanità, basta riconoscere che "per noi è naturale aspirare sempre a qualcosa di più e di diverso da ciò che abbiamo" (Smolin 2014, 199).

Il progresso è, prima di tutto, la conseguenza dell'aspirazione umana verso una vita migliore sotto tutti i punti di vista. La consapevolezza del male e dell'ingiustizia che ci circondano, la percezione del dolore in noi stessi e in coloro che amiamo, ci spingono a non accettare lo stato di cose presente. Come sottolinea Smolin (2014, XI), "pensiamo nel tempo anche quando capiamo che il progresso della tecnologia, della società e della scienza consiste nell'invenzione di idee, strategie e forme dell'organizzazione sociale autenticamente nuove – e confidiamo nella nostra capacità di inventarle". Perché l'aspirazione ad una vita migliore diventi realtà, abbiamo necessità di tutta l'intelligenza e della buona volontà disponibili. Tra le cose necessarie, rientra anche quella di mantenersi con i piedi per terra, saldamente radicati nel processo storico reale. Se pensiamo nel tempo, dobbiamo riconoscere che la scienza non è altro che un fatto umano, storicamente determinato, che si colloca all'interno del processo incessante di trasformazione della materia in cui consiste l'universo. Non è portando il solido senso comune della vita quotidiana a perdersi nelle astrazioni filosofiche che l'umanità risolverà i suoi problemi, ma, al contrario, radicando le astrazioni scientifiche nella concretezza dei suoi compiti storici alle soglie del XXI secolo.

Ringrazio Angelo Baracca, Ginevra Bargigli, Francesco Piazza, Tommaso Piazza, Stefano Viaggiu, le ragazze e i ragazzi del collettivo di scienze di Firenze e un revisore anonimo per i loro preziosi commenti. Si applicano tutte le usuali esclusioni di responsabilità.

Riferimenti bibliografici

Bogdanov, A. (1982), "Fede e Scienza", in *Fede e Scienza. La polemica su "Materialismo e empiriocriticismo" di Lenin*, Einaudi.

Chalmers, D. J. (1995), *Facing up to the problem of consciousness*.

Damasio, A. (1994), *L'errore di Cartesio*, Adelphi.

Damasio, A. (2000), *Emozione e coscienza*, Adelphi.

Damasio, A. (2012), *Il sé viene alla mente*, Adelphi.

- Edelman, G. M., Tononi, G. (2000), *Un universo di coscienza. Come la materia diventa immaginazione*, Einaudi.
- Einstein, A. (1934), *On the Method of Theoretical Physics*, *Philosophy of Science*, Vol. 1, No. 2 (Apr., 1934), pp. 163-169.
- Engels, F. (1950a), *Dialettica della natura*, Edizioni Rinascita.
- Heisenberg, W., (1952). *Questions of principle in modern physics*. In: *Philosophic Problems in Nuclear Science*. Faber and Faber, London, pp. 41–52, translated by F. C. Hayes.
- Kauffman, S. (2005), *Esplorazioni evolutive*, Einaudi.
- Landau, L. D., Lifshits, E. M. (1982), *Fisica teorica*. Vol. 3: *Teoria quantistica non relativistica*, Editori Riuniti.
- Lenin, V. I. (1973), *Materialismo ed Empiriocriticismo*, Editori Riuniti.
- Mach, E. (1968), *La meccanica nel suo sviluppo storico critico*, Boringhieri.
- Nagel (1974), *What is it like to be a bat?*
- Prigogine, I., Stengers, I. (1999), *La nuova alleanza*, Einaudi.
- Rovelli, C. (1996), *Relational Quantum Mechanics*, in *International Journal of Theoretical Physics*, vol. 35, n. 1637.
- Rovelli, C. (2017), *L'ordine del tempo*, Adelphi.
- Rovelli, C. (2020), *Helgoland*, Adelphi.
- Smolin, L. (2014), *La rinascita del tempo. Dalla crisi della fisica al futuro dell'universo*, Einaudi.
- P.A. Schilpp -A. Einstein scienziato e filosofo - Ed. Einaudi 1958
- Schrödinger, E. (1935), "Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik (The present situation in quantum mechanics)", Naturwissenschaften. 23 (48): 807–812.*