



Rivista di psicologia, pedagogia ed epistemologia delle scienze umane

Idee di scienza

di ROBERTO POLI

(Università degli Studi di Trento e Mitteleuropafoundation)

Idee di scienza¹

di Roberto Poli

1.1 La scienza e le scienze

Nonostante tutto, la principale opposizione che condiziona la riflessione sulla scienza è ancora quella fra *unicità* della scienza e *pluralità* delle scienze. Se dovessimo riconoscere una sola scienza, le molteplici forme del sapere scientifico dovrebbero esservi *ridotte* o più sobriamente *ricondotte*. Se invece potessimo accettare l'ipotesi di una autentica molteplicità delle scienze, a partire dalla quella molteplicità minima che distingue le scienze in naturali e umane – dure e mollicce – dovremmo scegliere fra due strategie alternative. L'opzione naturale è quella che procede cercando di coordinare i risultati che emergono dalle diverse scienze. In fin dei conti il mondo in cui viviamo è uno e non due o *n*.² La priorità dell'ontologia ne sarebbe ovvia conseguenza. La strategia alternativa – a tutta vista innaturale – accetta invece la presenza di discorsi scientifici reciprocamente non coordinabili, e difende la conseguente priorità dell'epistemologia sull'ontologia.

Il XX secolo ha prodotto una sterminata letteratura sulla natura della scienza, dai dibattiti di inizio secolo che hanno sancito la separazione fra *Natur-* e *Geisteswissenschaften* e che vengono normativamente battezzati *diatriba sul metodo*, alle esorbitanti pretese riduzionistiche dei fisicisti viennesi, via via sino ai discorsi degli ultimi venticinque anni, caratterizzati da una molteplicità di nuove prospettive e da innovative terminologie (complessità, caos, teoria delle catastrofi, autopoiesi, *second-order cybernetics*, sinergetica, ecc.). Non c'è dubbio che abbiamo imparato molto, moltissimo, da tali riflessioni. Ciò nondimeno i conti non tornano, almeno per due ragioni, strettamente connesse l'una all'altra. La prima ragione è fornita dalla comune, condivisa esperienza di frammentazione dei saperi, sia intra- che inter-disciplinari. Frammentazione e mutua incomunicabilità non sono segni di forza, casomai di crisi – incipiente, se non già in atto. La seconda ragione, strettamente connessa come già detto a quella appena menzionata, risiede nel fatto che per l'intero XX secolo la pratica scientifica è stata costantemente più avanzata, più innovativa, più rivoluzionaria della corrispondente teoria della scienza. Il che vuol dire che non abbiamo ancora una teoria della scienza adatta alla natura della scienza contemporanea. La questione non è puramente accademica. La ricerca scientifica contemporanea si trova sempre più esplicitamente ad affrontare problemi che presentano una diretta rilevanza etica (basti pensare alle biotecnologie). In una siffatta situazione, la mancanza di una adeguata teoria generale o ancora

¹ Questo saggio riprende in parte riformula un testo pubblicato come appendice al seguente volume: R. Poli, *Fra speranza e responsabilità. Introduzione alle strutture ontologiche dell'etica*, Polimetrica, Milano 2006.

² Cfr. B.C. Smith, *On the Origin of Objects*, MIT Press, Cambridge (MA) 1996; Id., *Dio, pressappoco*, «Adelphiana», 2, 2003, pp. 147-185.

peggio l'assunzione di teorie obsolete finiscono con il rendere i problemi e la loro gestione più intricati e occasionali di quanto non sia necessario. Come sempre, una buona teoria è quanto di più concreto ed efficace si possa avere³.

L'intera esperienza scientifica del XX secolo (per non menzionare quello precedente) indica con chiarezza che alle teorie che abbiamo costruito manca ancora qualcosa. Le nostre conoscenze scientifiche si sono enormemente evolute, in tutti i campi. Ciò nondimeno c'è qualche nodo importante che non è ancora stato sciolto. In questa sede mi concentrerò principalmente su sulla differenza fra *scienza* e *scienze*.

La presenza di facoltà e dipartimenti diversi non è sufficiente a dirimere il problema della molteplicità o della singolarità della scienza. Non vale cioè rispondere alla domanda relativa alla unicità o alla molteplicità delle scienze richiamando la diversità delle pratiche accademiche. Chiunque abbia una effettiva esperienza di vita accademica sa bene che le pratiche accademiche dipendono spesso da ragioni non scientifiche. La questione diventa un po' più trasparente non appena si noti che le diverse scienze si occupano di diversi oggetti. La fisica si occupa di masse e di energie, la psicologia di processi cognitivi e di emozioni⁴, la sociologia di azioni e di istituzioni. Dal momento che le diverse scienze si occupano di oggetti diversi, è anche naturale riconoscere che ognuna di esse cercherà di sviluppare metodi di indagine adeguati agli oggetti di cui si occupa. L'ipotesi che le diverse metodologie scientifiche finiscano eventualmente con il presentare importanti sovrapposizioni sarà eventualmente un risultato da acquisire e verificare, non un requisito da imporre preliminarmente.

L'immagine della molteplicità delle scienze difende l'idea secondo cui le diverse discipline sono come finestre sulla realtà. Ogni finestra ritaglia una certa area, vale come una particolare prospettiva sul mondo. Il ritaglio tipico di ogni specifica scienza è costituito da ciò che viene preso in considerazione e da ciò che viene tralasciato; sinotticamente, dal punto di vista adottato. In termini generali, una scienza si caratterizza per le categorie che la costituiscono (ad esempio *massa* (materiale) per la fisica, *contenuto* (mentale) per la psicologia, *azione* (sensata) per la sociologia).

D'altra parte, come più sopra si è ricordato, viviamo tutti in un unico mondo. La fase analitica della scomposizione in quadri dovrebbe perciò essere seguita da una fase sintetica di ricomposizione. Sfortunatamente, ciò che più manca è precisamente la capacità di sintetizzare la molteplicità dei quadri scientifici. Non solo fra discipline ampiamente differenti (come potrebbero essere fisica, psicologia e sociologia), ma anche fra discipline apparentemente più vicine le une alle altre (come potrebbe essere il caso di fisica-chimica-biologia, o quello di sociologia-economia-diritto), e addirittura all'interno della stessa disciplina. Il fenomeno è talmente profondo da coinvolgere tutte le scienze, fisica compresa, sin nelle loro teorie più fondamentali. È sufficiente ricordare, per la scienza autoproclamatasi regina, la tensione categoriale che attraversa relatività generale e teoria dei quanti o, per le scienze umane, l'apparentemente insuperabile poli-paradigmaticità di psicologia e di sociologia (per non parlare di economia o di politologia).

La visione appena descritta ha una sua specifica valenza teorica. Per quanto si presenti come una visione di senso comune, si tratta però di una particolare posizione, storicamente ben riconoscibile. In breve, essa presenta i tratti dell'idea di scienza difesa da Aristotele. Se abbiamo ragione, se realmente il quadro apparentemente del tutto naturale che abbiamo descritto rientra nei canoni di una visione della scienza che ritenevamo definitivamente sconfitta dalla rivoluzione galileiana, allora c'è realmente qualcosa di importante che ci è sfuggito di mano e che dobbiamo riprendere in considerazione.

1.2 L'idea aristotelica di scienza

³ Credo che l'espressione sia di Kurt Lewin, ma non sono riuscito a ricostruirne l'origine.

⁴ Si tratta solo di una esemplificazione. Non intendo sostenere che emozioni e cognizioni siano ortogonali.

Aristotele difende esplicitamente, e da diversi punti di vista, l'idea della molteplicità delle scienze. Il primo e più importante criterio per distinguere le diverse scienze è quello degli oggetti di cui ognuna di esse si occupa. La matematica studia l'essere in quanto figura e numero⁵, la fisica studia le forme del movimento naturale⁶, la psicologia studia i principi degli esseri viventi⁷, l'etica studia la vita buona (virtuosa)⁸, la politica studia le costituzioni⁹ e le virtù pubbliche¹⁰, l'estetica la natura del bello¹¹, la logica (o analitica) studia la natura dell'argomentazione dimostrativa¹², la retorica il modo in cui convincere gli altri¹³ e la metafisica l'essere in quanto essere¹⁴.

Alcune osservazioni possono aiutare a capire correttamente questi sintetici riferimenti. In primo luogo, per Aristotele il riferimento all'oggetto è costitutivo del sapere scientifico. Non solo ogni sapere si occupa di uno specifico tipo di oggetti, ma ogni tipo di oggetti può avere la sua scienza¹⁵. Il criterio è normativo e spiega la maggior ampiezza semantica del concetto aristotelico di scienza rispetto a quello che siamo inclini ad adottare oggi. Se realmente retorica e politica ed etica ed estetica si occupano di specifici oggetti, allora anche la retorica, la politica, l'etica e l'estetica rientrano nel novero delle scienze. Aristotele adotta quindi una idea di scienza più ampia della nostra.

Va da sé che le caratterizzazioni indicate richiedono opportune contestualizzazioni. Ciò non di meno, le sintetiche definizioni delle diverse scienze appena fornite appaiono per la maggior parte immediatamente intelligibili, con le due rilevanti eccezioni di matematica (studio dell'essere *in quanto* figura e numero) e metafisica (studio dell'essere *in quanto* essere). Il punto non è casuale: la minor trasparenza della caratterizzazione di matematica e metafisica dipende dall'impiego dell'operatore di reduplicazione *in quanto*. Per quanto si tratti di una questione molto rilevante, non la possiamo però affrontare in questa sede.¹⁶

Da un punto di vista metateorico, Aristotele separa il piano di analisi relativo alle scienze da quello relativo agli *strumenti* ad esse connessi. Limitandoci alle prime, la distinzione principale è fra scienze teoriche, pratiche e poietiche. I diversi oggetti di cui si occupano richiedono non solo leggi differenti ma *tipi* diversi di leggi. In tal senso, la principale distinzione sarà fra scienze che si occupano di ciò che accade *sempre* (le scienze teoriche) e scienze che si occupano di ciò che accade *per lo più* (scienze pratiche e poietiche). Potremmo sommariamente tradurre con scienze basate su leggi *nomologiche* e scienze basate su leggi *statistiche*. Le scienze che per il loro oggetto richiedono leggi che valgono "per lo più", si distinguono in scienze che studiano la produzione di oggetti (la statua dello scultore, il tavolo del falegname, lo scudo dell'armaiolo) – le scienze poietiche – e scienze che riguardano situazioni che per loro natura non richiedono di essere completate dalla produzione di qualcosa (etica e politica). *Preparare un pranzo* è una attività poietica, *pranzare* una attività pratica.

Tutte le scienze, siano esse teoriche, pratiche o poietiche, si occupano delle cause che legano fra di loro i relativi oggetti. *Causa*, per Aristotele, indica ciò che funge da risposta alle domande che

⁵ *Fisica*, 193 b 23-194 a 12, *Metafisica*, 1077 b 22, 1078 a 8-9.

⁶ *Fisica*, 200 b 13 sgg.

⁷ *L'anima*, 402 a 7.

⁸ *Etica nicomachea*, 1097 b 22 – 1098 a 20.

⁹ *Politica*, 1323 a 14-16, 1324 a 17-20.

¹⁰ *Etica nicomachea*, 1102 a 7-10.

¹¹ *Poetica*, 1450 b 34 sgg.

¹² *Topici*, 100 a 25-28.

¹³ *Retorica*, 1355 a 4 sgg, 1355 b 26 sgg.

¹⁴ *Metafisica*, 1003 a 21.

¹⁵ Idea ripresa da Husserl: «ciascuna scienza materiale ha un ambito; ha i suoi oggetti; ciascuna scienza materiale ha la propria sfera di oggetti determinata da un concetto non ontologico formale bensì materiale». E. Husserl, *Lineamenti di etica formale*, Le Lettere, Firenze 2002, p. 31.

¹⁶ Per alcuni studi preliminari cfr. R. Poli, *Formal Aspects of Reduplication*, «Logic and Logical Philosophy», 2, 1994, pp. 87-102; Id., *Qua-Theories*, in L. Albertazzi (a cura), *Shapes of Forms*, Kluwer, Dordrecht 1998, pp. 245-256, Id., *Qualche osservazione sulla differenza fra 'dire l'essere' e 'dire l'essere in quanto essere'*, «Oltrecorrente», 9, 2004, pp. 167-181.

possiamo porre. Rispetto al caso canonico di un artefatto, possiamo chiederci *di che cosa è fatto? come è fatto? chi lo ha fatto? perché è stato fatto?*

Ogni domanda si interroga su qualche aspetto della *natura* dell'oggetto¹⁷. Ad ogni domanda si affianca una corrispondente causa. La *causa materiale* ci dice di che cosa è fatto l'oggetto. La *causa formale* ci informa sull'aspetto dell'oggetto. La *causa efficiente* ci fornisce informazioni su chi ha eseguito o governato i processi che conducono all'oggetto. La *causa finale* ci dice a cosa serve l'oggetto, a quale fine è stato costruito.

L'esemplificazione in termini di artefatti è peculiarmente elementare. La sua efficacia didattica rischia però di oscurare sia la generalità della teoria, sia la sua fondamentale articolazione gerarchica. Per Aristotele, tutte le realtà si possono legittimamente indagare rispetto alle loro *materie*, alle loro *forme*, alla loro *attualità* e alla loro *potenza*. La connessione è del tutto trasparente nel caso dell'opposizione materia/forma. D'altra parte, la corrispondenza fra causa efficiente e causa finale e la coppia atto/potenza è meno ovvia. Per vederla è però sufficiente generalizzare l'esemplificazione fornita e passare dall'analisi di un artefatto allo studio di una qualunque realtà naturale. In tal caso, dobbiamo sostituire la prospettiva *esterna* rappresentata dal nostro fare qualcosa per i nostri fini con una prospettiva *interna* alla cosa stessa.

Non appena si riesca a notare che le quattro cause presentano in forma analitica le due coppie di principi che fungono da architrave delle riflessioni metafisiche di Aristotele, si intuisce immediatamente la presenza di una dialettica complessa fra piano delle analisi scientifiche e la riflessione che le trascende. Per quanto ci riguarda in questa sede, prenderemo in esame un unico aspetto di tale dialettica.

La retrocessione al piano dei principi organizza le cause secondo piani di rilevanza. Per quanto materia e forma si richiedano mutualmente, e siano quindi complementari, esse presentano una diversa trasparenza all'indagine. La materia, come noto, indica la componente opaca del sinolo, essa è refrattaria all'indagine, resiste lo sguardo indagatore. La forma, per complemento, indica la componente luminosa del sinolo, il suo lato intelligibile, quello aperto all'indagine. Da ciò segue che, in senso proprio, la scienza sarà primariamente scienza formale o scienza delle forme.

Forma, per Aristotele, è titolo per una intricata rete di significati, distribuiti fra *morphe* (approssimativamente, la forma visibile) ed *eidōs* (la forma astratta). Una accezione rilevante è quella secondo cui *forma* vale come contributo alla domanda relativa a *che cosa è* ciò di cui stiamo parlando. Sin dalle riflessioni giovanili sulle categorie, Aristotele aveva indicato chiaramente che la struttura interna alle singole categorie ne articola l'essenza, come definizione dell'oggetto. Che cosa è *questo qui*? È una zebra. È un erbivoro. È un mammifero. È un animale. La definizione/essenza di zebra comprenderà allora la serie di note animale – mammifero – erbivoro, eventualmente ampliata ad ulteriori note se e quando necessario. Due conseguenze in particolare derivano da questa prospettiva. La prima e più ovvia riguarda la centralità dei metodi qualitativi di indagine, a discapito di metodi quantitativi. Il compito primario non è quello di misurare ma di approntare concetti, e la definizione è la forma più elementare di specificazione di un concetto.¹⁸

La seconda conseguenza, un po' più nascosta fra le pieghe della riflessione aristotelica, è che la scienza, occupandosi principalmente di forme, cioè di universali, è afona nei confronti degli accidenti individuali.¹⁹

Avevamo rilevato che l'iniziale descrizione delle cause più sopra fornita era carente per almeno due aspetti. Abbiamo visto il primo, connesso alla generalità della teoria aristotelica delle cause. Ci rimane da considerare la valenza gerarchica. Gli aspetti che abbiamo già intravvisto in riferimento ai principi non bastano a far pienamente emergere il valore canonico della struttura gerarchica delle cause. Per meglio afferrare il punto è utile modificare l'esempio paradigmatico impiegato per

¹⁷ Occupandosi prioritariamente della natura dell'oggetto, le domande relative alle cause si distinguono dalle domande che conducono alle categorie, che si occupano principalmente degli accidenti.

¹⁸ Non necessariamente la più trasparente.

¹⁹ *Metafisica*, 1017 a 8 sgg.

esibire la natura delle diverse cause. A tal proposito, sostituiamo l'eminentemente *statico* esempio della *casa* con la più *dinamica* esemplificazione della *battaglia*.

Cause *materiali* della battaglia saranno allora non solo le armi, quanto i *soldati* che pugnano. La causa *formale* della battaglia è data dall'organizzazione e dalla disposizione delle forze in campo. Non solo quindi l'organizzazione dell'esercito in squadre, plotoni, compagnie e via discorrendo, ma anche la loro specifica disposizione sul campo. La causa *efficiente* è incarnata dalla catena di comando e in ultima istanza dal comandante in campo. La causa *finale*, infine, è patentemente rappresentata dall'intenzione di vittoria. L'esempio della battaglia fa meglio vedere la presenza parallela delle diverse cause, naturalmente organizzate su diversi livelli di struttura. Semplificando la ben più complessa articolazione della vera e propria battaglia, potremmo icasticamente raffigurare le cause materiale, formale e efficiente come se fossero incarnate dal piano dei soldati, dei plotoni e del comandante. Questa diversa esemplificazione della molteplicità delle cause fa capire che le cause si possono dislocare in parallelo su diversi livelli di realtà. Per successive approssimazioni, vedremo che questo punto è massimamente rilevante per arrivare a sviluppare una teoria non riduzionistica della scienza.

Prima di passare agli sviluppi moderni, riassumiamo sinotticamente i tratti fondamentali della visione di Aristotele

- Esistono molte scienze differenti, ognuna con un proprio oggetto e metodologia
- La scienza studia le cause
- Si distinguono diversi tipi di cause, spesso organizzate gerarchicamente
- Si riconoscono diversi tipi di leggi scientifiche
- Scopo della scienza è indicare la natura (essenza) dei fenomeni
- La scienza procede per classificazioni di natura qualitativa
- Dell'accidente individuale non si dà scienza

1.3 L'idea galileiana di scienza

Per ragioni di opportunità divido l'analisi della nascita della scienza moderna in due sezioni, dedicate rispettivamente a Galilei e a Newton. Il loro contributo alla nascita della moderna visione della scienza è talmente noto da potermi esimere dal compito di una ricostruzione analitica. Per tal ragione, in questa sede mi limito a considerare solo alcuni degli aspetti più direttamente rilevanti per i nostri scopi.

La precedente, sintetica ricostruzione del pensiero di Aristotele ha cercato di far risaltare la trama che connette fra di loro le diverse componenti della teoria. I casi di Galilei prima e di Newton successivamente sono del tutto simili: la forza della loro proposta risiede anche nella trama che connette fra di loro le diverse componenti della teoria. Si capisce quindi che le visioni antica e moderna della scienza si siano rapportate nella fattispecie di quadri teorici alternativi. La dichiarazione galileiana secondo cui è illusorio "tentare l'essenza" marca immediatamente la differenza fra i due piani di lavoro. È del tutto palese che, se effettivamente non ci fossero essenze (o se, più moderatamente, esse non fossero indispensabili alla visione scientifica della realtà), la prospettiva aristotelica si troverebbe in grave difficoltà. Se si dissolvono le *nature*, l'intero quadro teorico di Aristotele si trova a girare a vuoto.²⁰

L'attacco di Galilei si svolge su molti lati diversi, contrapponendosi punto-punto ad Aristotele. La prima *decisiva* mossa è quella di restringere l'ambito semantico di scienza. Per Galilei non è per nulla vero che ci sono diversi tipi di scienze. Per lui esiste una unica scienza, lo studio di "questo

²⁰ *Prima facie*. Le cose in realtà sono un po' più complesse. L'idea fenomenologica di essenza riattiva con forza il dialogo fra Aristotele e Galileo. Sinteticamente, per scoprire la natura di A si procede collocando A in molteplici contesti di interazione. Le *apparenze* che ne derivano (ovvero l'immagine di A in B, per ogni B in interazione con A) veicolano aspetti della natura di A.

grandissimo libro, che continuamente ci sta aperto dinnanzi agli occhi (io dico l'Universo)". Sappiamo che un siffatto libro "non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica e i caratteri son triangoli, cerchi e altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intendere umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per uno oscuro labirinto."²¹

Se esiste una sola scienza, avremo un unico oggetto di interesse e corrispondentemente un'unica metodologia di indagine. Parallelamente, non avrà senso distinguere diversi tipi di leggi né diversi tipi di causa. L'adozione generalizzata del linguaggio del calcolo sostituirà altresì le distinzioni qualitative con misure quantitative. L'analisi concettuale articolata in definizioni viene sostituita dall'esperimento. Galileo non si chiede cosa significa *movimento naturale* o *caduta*, ma prende un piano inclinato, vi fa scorrere un corpo di forma adeguata e misura le corrispondenze fra *inclinazione del piano* e il *tempo di percorrimto*. La legge che ne emerge non ci dice che cosa è la *caduta* di un grave, ma ci informa sulla correlazione sistematica che esiste fra il grave e il piano di caduta lungo cui cade. In altri termini, l'analisi galileiana è totalmente relazionale.

Un ultimo punto merita di essere ricordato. L'univocità che caratterizza il concetto di scienza e la metodologia formale che la caratterizza porta Galilei a modificare anche la tesi di Aristotele secondo cui non si dà scienza dell'accidente individuale. Per Galilei non c'è alcuna differenza fra le situazioni accidentali e quelle intrinseche. Galilei rifiuta decisamente l'idea aristotelica di scienza. Anche i più occasionali accidenti, per Galilei, sono perfettamente e totalmente subordinati alle leggi che li concernono. Non solo l'eccezione non è ammessa, ma qualora essa si presentasse sarebbe estremamente informativa, perché direbbe che abbiamo commesso qualche errore. L'occorrere dell'eccezione significa infatti che la legge è errata. Meno drammaticamente, l'occorrere dell'eccezione significa che la *formulazione* della legge è imperfetta, che abbiamo dimenticato qualcosa, o che qualche parametro non è stato adeguatamente settato.

In breve, per Galilei

- Esistono una unica scienza, un unico oggetto scientifico e una unica metodologia della scienza
- Esiste unico tipo di causa, quindi non si pone il problema della gerarchia delle cause
- Le leggi scientifiche sono nomologiche
- Scopo della scienza è indicare le correlazioni fra fenomeni, non *cosa* sono, ma *come* agiscono
- La scienza ha natura quantitativa, richiede misurazioni
- Gli accidenti casuali sono tanto rilevanti quanto quelli più regolari

1.4 L'idea newtoniana di scienza

La vera e propria fisica moderna nasce con la presentazione da parte di Newton di un modello basato su una specifica serie di assunzioni idealizzanti.²² Non sarà inutile analizzare con qualche dettaglio la natura profonda delle tre leggi della meccanica.

La mossa iniziale statuisce che le particelle di massa sono prive di ogni struttura interna. Esse non contengono proprio nulla. L'unica proprietà di tali particelle è la posizione che esse occupano. A questo punto, la prima legge stipula che una particella è in riposo (ovvero mantiene, al variare dell'indice temporale, sempre la stessa posizione) o si muove uniformemente in linea retta.²³ La novità implicita nella prima legge della meccanica risiede primariamente nel considerare *la forma della retta* come una forma dotata di una sua perfezione. È ben noto, infatti, che tradizionalmente l'attributo di perfezione è casomai assegnato alla forma della circonferenza. Nella prima legge è

²¹ G. Galilei, *Opere*, VI, Barbera, Firenze 1968, p. 232.

²² È un dato ormai acquisito in letteratura che Newton dovrebbe essere considerato «l'ultimo dei medioevali, non il primo dei moderni». Vedi F.E. Manuel *A Portrait of Isaac Newton*, Harvard University Press, Cambridge MA., Westfall 1983.

²³ Seguo R. Rosen, *Anticipatory Systems. Philosophical, Mathematical and Methodological Foundations*, Pergamon Press, 1985; Id., *Life Itself. A Comprehensive Inquiry into the Nature, Origin, and Fabrication of Life*, Columbia University Press, New York 1991..

però incassato qualcosa di più importante, ovvero la tesi secondo cui *se una particella non si muove in linea retta o se non si muove di moto costante, allora per definizione si è verificato un intervento* da parte dell'ambiente in cui la particella è inserita. Usualmente si dice che una qualche forza, esterna alla particella, ha agito su di essa. L'ampiezza della deviazione, come curvatura o velocità, segnala la grandezza della forza. In questa situazione, l'accelerazione istantanea incamera il complesso delle forze che agiscono sulla particella in ogni singolo punto della sua traiettoria. Un sistema esclusivamente composto da una solitaria particella x , è un sistema in cui non ci sono accelerazioni: $x''(t) = 0$.

Ne segue per ovvio complemento che un sistema meccanico con accelerazioni è un sistema composto di diverse particelle in reciproca interazione. Questo è il reame della seconda legge di Newton. Questa statuisce quanto abbiamo appena detto: le forze ambientali che agiscono su una particella si traducono nella accelerazione della particella $F = mx''$. Tutti gli effetti ambientali finiscono con il sintetizzarsi nell'accelerazione istantanea.

Se abbiamo accelerazioni il sistema comprende diverse particelle. Ognuna di esse è parte dell'ambiente di tutte le altre. Questo significa che una particella non è solo il ricettacolo delle forze che agiscono su di essa ma esercita essa stessa forza. Qui interviene la terza legge, secondo cui le forze che agiscono fra particelle sono proporzionali alle loro masse e inversamente proporzionali al quadrato delle loro distanze.

Il tumultuoso sviluppo della meccanica si appoggia sul cristallino quadro che risulta dal gioco delle tre leggi idealizzazionali di Newton. La potenza e la rilevanza della prospettiva newtoniana anche per le successive riflessioni di filosofia e metodologia della scienza suggeriscono di esplicitare compiutamente le assunzioni implicite nella sua teoria. Punto obbligato di partenza è la versione particolarmente potente della tesi di determinismo, ovvero l'idea che, una volta stabilite le condizioni al contorno e fissato lo stato dell'universo al momento t , in linea di principio è sempre possibile calcolare lo stato dell'universo al successivo momento $t + n$, per qualunque n .

Una serie di ben note qualificazioni vengono usualmente aggiunte. In primo luogo, si deve aggiungere che la meccanica non contiene una freccia intrinseca del tempo, il che vuol dire che in linea di principio il calcolo può indifferentemente procedere in avanti verso il futuro o all'indietro verso il passato. In altri termini, la tesi del determinismo meccanico classico si sostiene sulla perfetta solidarietà locale-globale fra i punti della traiettoria del sistema. Dato un punto e sufficienti informazioni di contorno, l'intera curva ovvero l'intero passato e l'intero futuro del punto sono perfettamente ricostruibili.²⁴ Da ogni singolo punto – da ogni singola sezione trasversale, o *fotografia*, dell'universo – si ricostruisce senza residui tutto il suo passato e tutto il suo futuro. In questo contesto, passato e futuro sono perfettamente equivalenti e reciprocamente invertibili.

Il passo successivo è quello di introdurre la freccia del tempo e quindi di imporre al sistema una direzione di sviluppo. La termodinamica separa categorialmente passato e futuro. Il sistema non può più correre indifferentemente in avanti e all'indietro (per un sistema puramente meccanico, la stessa distinzione fra svilupparsi *in avanti* o *all'indietro* non ha alcun senso), ma è obbligato a procedere in una direzione privilegiata. In un sistema termico si verificano eventi irreversibili, da cui non si retrocede. La solidarietà locale-globale si interrompe. Date sufficienti informazioni locali, non si può più calcolare l'intera traiettoria del sistema.

La calcolabilità in avanti è ancora (parzialmente) garantita, ma non più quella all'indietro. Date sufficienti informazioni sullo stato attuale dell'universo posso calcolare la sua evoluzione, ma non sono più in grado di calcolare il suo effettivo passato. La situazione attuale può essere il risultato di innumerevoli percorsi diversi. Quello che conta è solo il presente e il futuro che da esso deriva. Il sistema non ha più alcuna memoria intrinseca.

²⁴ Le curve analitiche che tanto affaticano gli studenti liceali (parabole, ecc.) si caratterizzano precisamente per la proprietà di perfetta solidarietà locale-globale. Dato un qualsiasi punto e le sue derivate prima e seconda si ricostruisce l'intera curva. Non appena si rammenta che velocità e accelerazione sono l'interpretazione fisica di prima e seconda derivata si intuisce immediatamente che la meccanica è una (immensa) generalizzazione di tali curve analitiche.

I sistemi termici non si distinguono dai sistemi meccanici solo per la perdita di memoria intrinseca. Anche la calcolabilità del futuro ha tratti molto diversi dalla calcolabilità che caratterizza i sistemi meccanici. In linea di principio la calcolabilità meccanica è perfetta, puntualmente – ovvero punto per punto – determinabile. La calcolabilità termica è similmente del tutto certa quanto all'esito finale – lo stato di equilibrio o morte termica del sistema – ma non ci dice *come* vi si arriverà. La direzione è tracciata, i vincoli che governano la famiglia di traiettorie possibili sono similmente espliciti, ma i dettagli non sono usualmente prevedibili.²⁵

La ragione profonda delle novità introdotte dalle teorie termodinamiche è data dalla natura statistica del calore. In *teoria* potrebbe essere possibile calcolare tutte le traiettorie e gli scontri delle particelle, ma in *realtà* ciò non è vero. Ritroveremo nuovamente più e più volte questa contrapposizione fra teoria e realtà e avremo occasione di rifletterci. Per il momento, è essenziale rilevare che la termodinamica ha un carattere *essenzialmente* statistico. Il calore è un fenomeno globale che emerge da innumerevoli interazioni locali.

Siamo arrivati dove dovevamo arrivare. Abbiamo trovato due diversi livelli di organizzazione caratterizzati da due famiglie profondamente diverse di sistemi. Questa è la complessità minima necessaria per presentare la domanda che più ci sta a cuore.

Prima di avanzarla è però utile aggiungere un altro dato alla breve sinossi presentata. La supposta calcolabilità universale dei sistemi meccanici si scontra immediatamente con limiti particolarmente severi. Date certe naturali condizioni, *tre* sono già troppi, come risulta dal giustamente noto problema dei tre corpi. Evidentemente c'è qualcosa che non quadra. Il problema della divaricazione fra *presunta* calcolabilità ed *effettiva* eseguibilità del calcolo che qui si incomincia ad intravedere emergerà prepotentemente nella scienza del XX secolo. Per il momento, però, ci interessa solo notare la differenza fra la forza impressionante del *semplice* caso ideale *totalmente analitico* e le ben più severe limitazioni imposte dalla *non analiticità* della realtà.²⁶

La domanda che ci premeva avanzare è la seguente: *Dove si colloca la causalità?*

Le tre leggi di Newton affermano esplicitamente che le cause sono nel sistema delle particelle. Icasticamente, il piano causale è quello degli atomi. Sin qui non ci sono ovviamente problemi.

La situazione si fa interessante quando il quadro si complica e accanto ai sistemi meccanici si ammettono anche sistemi termici. In un sistema misto di questa natura, dove si colloca la causalità? La risposta ordinaria rimane esattamente identica a quella precedente: il piano causale è quello degli atomi. Ne segue allora che il calore è solo un epifenomeno, ontologicamente dipendente dall'unica autentica realtà meccanica degli atomi. Di conseguenza, anche il tempo è un epifenomeno, come lo sono i fenomeni di irreversibilità.

In questa situazione, i diversi livelli indicano solo diverse granularità di *descrizione*, senza rinviare a diverse *realtà*. Essi sono solo diverse descrizioni della stessa realtà, euristicamente o pragmaticamente utili. Le descrizioni termodinamiche sono *solo* descrizioni sintetiche, *abbreviazioni*, di una realtà troppo complicata da descrivere analiticamente. In fin dei conti, se fossimo tanto bravi da compiere tutti i necessari calcoli non avremmo bisogno di ricorrere alla finzione del calorico, se non per pure ragioni di *convenienza* euristica.

²⁵ L'analogia più intuitiva è quella della palla che rotola lungo una collina. È certo che essa tende verso il *minimo* della pianura sottostante, ma lo specifico percorso che essa effettivamente seguirà non è usualmente calcolabile.

²⁶ La prospettiva inaugurata da Newton si è poi diffusa nei più diversi ambiti scientifici, anche ove è apparentemente meno ovvio incontrarla. La seguente citazione (da Rosen *Life Itself. A Comprehensive Inquiry into the Nature, Origin, and Fabrication of Life*, cit., pp. 67-68) è particolarmente illuminante: "there is [...] a profound parallel between Newtonian particle mechanics and the pure syntax of formalizations; in each case, everything is supposed to be generated from structureless, meaningless elements (particles in one case, symbols in the other) pushed around according to definite rules (forces in one case, production rules in the other). In each case, all that ultimately matters is the spatial disposition of these elements, their *configuration*. The concept of state does for particle mechanics what proposition does for formalism; it expresses a "meaningful" configuration of basic elements on which the syntactic rules can act. The sequence of state transitions of a system of particles, governed by Newton's laws of motion, starting from some given initial configuration, is then the analog of a *theorem* in a formalism, generated from an initial proposition (hypothesis) under the influence of the production rules."

Questa è l'unica ipotesi ancorata ai dati e alla metodologia della scienza moderna. Perlomeno, questo è quanto ci viene usualmente detto. Ciò non di meno, nonostante l'apparente cogenza del racconto appena visto, credo proprio che tale risposta alla domanda centrale sia errata. Non è vero e non è nemmeno credibile che la causalità si concentri esclusivamente negli atomi. Per poter *compiutamente dimostrare* la falsità della tesi della unicità delle agenzie causali è necessario ricorrere ad un diverso paradigma scientifico, tutt'ora in fase embrionale. Ciò non di meno, numerose osservazioni e sviluppi teorici accumulatisi negli ultimi due secoli stanno pavimentando la strada verso la richiesta nuova visione. Per il momento mi limito a ricordare tre punti, che indico ricorrendo alle occasionalmente decettive etichette di *natura e senso del calcolo statistico, sistemi chiusi e sistemi aperti, causalità esterna e causalità interna*.

1.4.1 Natura e senso del calcolo statistico

La spiegazione classica addotta a giustificazione del calcolo statistico è che esso dipende dalle nostre carenze informative. Dal momento che (1) non abbiamo abbastanza informazioni sulle singole interazioni - ognuna delle quali procede in termini perfettamente deterministici - e che (2) le interazioni rilevanti sono innumerevoli, non ci rimane che (3) procedere per distribuzioni. Siamo nella stessa situazione descritta poco sopra. La statistica permette di ottenere una *descrizione* sintetica di una sottostante realtà analitica.

Se però incominciassimo a sospettare che il livello superiore potrebbe avere una qualche forma di autonomia - da determinare specificamente - rispetto al livello sottostante, allora la situazione potrebbe essere del tutto diversa. In tal caso, ognuno dei due livelli avrebbe una propria legittimità ontologica icasticamente riassumibile nelle due tesi della *dipendenza esistenziale* e dell'*autonomia categoriale*.

Non solo, però. Se effettivamente i due livelli sono ontologicamente distinguibili, allora non è più necessario ascrivere l'indeterminazione alla sola mancanza di informazioni. L'indeterminazione potrebbe essere un aspetto del tutto autentico del livello (in questo caso) portante.²⁷ Le due conseguenze appena menzionate - autonomia ontologica dei livelli e indeterminismo ontologico - sono due elementi indispensabili per innescare il processo di trasformazione sostanziale del paradigma dominante.

La dialettica fra indeterminismo epistemico e indeterminismo ontologico si è ripetutamente ripresentata nel corso del XX secolo. Due riferimenti ovvi sono le diverse interpretazioni della fisica quantistica e - in ambito formale - la differenza fra logiche polivalenti e logiche sfumate.

Il riferimento alle ragioni formali è importante anche per altri motivi. In effetti, le interpretazioni epistemiche hanno sin qui avuto vita facile anche per effetto del ruolo dominante che l'ideologia insiemistica ha assunto nella matematica moderna. Nonostante le molte versioni alternative elaborate sul finire del XIX secolo, l'idea di continuo che ha prevalso è stata quella di Cantor.²⁸ Solo recentemente si è incominciato a capire che quella versione del continuo può essere modificata senza contemporaneamente distruggere il calcolo. Una strada peraltro già intuita sia da Leibniz che da Peirce.²⁹

In breve, la chiave della soluzione richiede di costruire un sistema che non assuma il principio del terzo escluso. L'idea di fondo si può presentare anche senza entrare in particolari dettagli tecnici. La mancanza del terzo escluso fa sì che i punti interni al continuo non occupino una posizione predeterminata. Solo quando il continuo viene interrotto, ad esempio delimitando una particolare posizione, solo allora uno specifico punto finisce con l'occupare la particolare posizione

²⁷ L'autonomia del livello superiore è stata intravvista da Boltzmann, uno dei padri fondatori della termodinamica. Come ricorda Ulanowicz (*Ecology. The Ascendent Perspective*, Columbia University Press, New York, 1997, p. 25), l'impossibilità di trovare un varco nel paradigma dominante può aver contribuito alla decisione di Boltzmann di suicidarsi.

²⁸ Cfr. J. Bell, xxxx, «Axiomathes», 2005.

²⁹ Cfr. J. Bell, *A Primer of Infinitesimal Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.

trascelta.³⁰ In altri termini, l'indeterminazione posizionale è una caratteristica ontologica dei punti di un tale continuo. È importante notare che la tesi di Peirce della creatività della realtà dipende criticamente dalla accezione di continuo che abbiamo brevemente presentato.

1.4.2 Sistemi chiusi e sistemi aperti

Un sistema aperto è un sistema che interagisce con il suo ambiente, scambiando ad esempio materia ed energia. Per complemento, un sistema chiuso è un sistema senza scambi con l'ambiente. Un sistema chiuso, in realtà, è un sistema che può benissimo fare a meno di un ambiente. Un sistema chiuso non ha un esterno, tutto è interno al sistema. Nei sistemi aperti, invece, è fondamentale distinguere cosa è interno al sistema e cosa non lo è.

Anche se la distinzione fra sistema e ambiente è spesso meno ovvia di quanto non si sia portati a credere, supponiamo per il momento che la loro distinzione sia acquisita.

Dalla precedente analisi delle leggi di Newton sappiamo che se una particella non si muove lungo una linea retta o non ha velocità costante allora essa esibisce l'effetto di qualche interazione con il suo ambiente. In tali casi, forze esterne agiscono sulla particella. Come sappiamo, queste forze dipendono dalla presenza di altre particelle, i cui stati a loro volta subiscono l'influenza della nostra iniziale particella.

In questi casi la distinzione sistema/ambiente finisce con il collassare per la scomparsa di uno dei due termini. L'alternativa è ovvia. Se il sistema è costituito da una singola particella, l'insieme delle altre particelle forma l'ambiente. Un sistema costituito da un unico elemento privo per definizione di ogni struttura interna non può però essere considerato un autentico sistema. Per complemento, se come appare naturale il sistema è costituito dall'insieme delle particelle che interagiscono fra di loro, allora per un modello come questo in cui tutte le interazioni avvengono esclusivamente fra le particelle che lo compongono non c'è alcuna esigenza di postulare un ambiente esterno in cui esso possa essere inserito. La seconda legge dissolve anche la residua possibilità di dividere l'insieme delle particelle in due diversi sottoinsiemi, uno dei quali è incaricato di costituire il sistema e l'altro destinato ad essere l'ambiente. Se tutte le particelle interagiscono alla pari l'una con l'altra non c'è alcun modo di separarle in due gruppi diversi. La situazione che abbiamo descritto è precisamente la situazione che definisce il concetto di sistema chiuso. La meccanica nasce e si sviluppa come sistema chiuso. L'universo che ne deriva è esso stesso un sistema chiuso.

1.4.3 Causalità esterna e causalità interna

Dal punto di vista della meccanica, tutta la causalità è originariamente *esterna* alle particelle. L'*internalizzazione* rappresentata dall'accelerazione non è una autentica forza interna. Essa è solo un modo sintetico per indicare l'insieme delle forze che agiscono sulla particella. Il punto fondamentale è che le particelle meccaniche non presentano alcuna sorgente interna – nemmeno incipiente – di forza. All'interno di limiti così severi, nessun essere vivente è ovviamente descrivibile. Assieme alle difficoltà considerate nei punti precedentemente visti, questa ultima ostruzione diventa risolutiva. O la vita non rientra nelle legalità della natura o il principio della visione meccanico-deterministica della realtà deve far spazio ad altri principi.

1.5 Meccanismi e organismi

³⁰ La scoperta che Leibniz e Peirce avevano visto giusto ha richiesto la preliminare costruzione della geometria differenziale sintetica. Per una introduzione elementare e filosoficamente accurata, vedi Bell, *A Primer of Infinitesimal Analysis*, cit.

Nei limiti consentiti dalla natura di questo volume, il precedente paragrafo ha presentato con qualche minimo dettaglio alcune delle ragioni che incardinano l'organizzazione della realtà per livelli ontologici all'interno della stessa ragione fisica. Ho intenzionalmente evitato di far ricorso alle stranezze della fisica delle particelle, così come ho evitato scontati riferimenti al reame dei fenomeni psichici e dei fenomeni sociali. Se la tesi dei livelli funziona per la fisica meno problematica, *a fortiori* funzionerà anche per le altre regioni di realtà.

Le argomentazioni sviluppate nel precedente paragrafo dovrebbero aiutare a sospettare l'insufficienza di principio delle usuali distinzioni fra materia inanimata e materia animata.

In effetti, anche se la ragione meccanica si impone nei territori della natura inorganica e quella organica nei territori della natura vivente, in entrambi i casi nessuna delle due esercita diritti di supremazia assoluta. La cosa è facilmente visibile nel caso della realtà vivente. Gli *organismi* sono letteralmente saturi di *meccanismi* – da quelli biochimici a quelli metabolici su su sino alla meccanica dello scheletro o di analoga struttura portante, almeno per gli organismi che ne sono forniti. Ciò non di meno, ritenere che un organismo *non sia altro che* un insieme complesso di meccanismi sarebbe una palese *metabasis eis allo genos*. La tendenza – verrebbe da dire, la *tentazione* – a far finta che sia così orienta gran parte della ricerca biologica contemporanea, come è almeno in parte testimoniato dalla quasi totale scomparsa dello stesso termine di *organismo* dalla pertinente letteratura scientifica. La voglia di essere tanto bravi quanto i fisici – o forse il timore di essere figli di un dio minore – continua a spingere molti biologi a sottostimare i meriti della ragione organica. La compresenza di entrambe le ragioni non vale solo per il mondo vivente, ma anche per quello inanimato, sia pure in termini invertiti. Se non ne facciamo un problema di parole e capiamo che il riferimento alla ragione organica significa riferimento alle ragioni dell'intero (rispetto a quelle delle sue parti componenti), allora non dovrebbe essere difficile vedere nella precedente discussione sul calorico una prima esemplificazione della dialettica fra le due ragioni.

1.6 Il Methodenstreit e altri vicoli ciechi

Alla luce di quanto abbiamo appena visto, la cosiddetta diatriba sul metodo sviluppatasi a cavallo di Ottocento e Novecento appare irrimediabilmente sfocata. Dal punto di vista di quel dibattito, i *topoi* relativi alla grande frattura fra le scienze sono tutt'ora accettabili solo a condizione di collassare le scienze della natura sulla meccanica e le scienze umane principalmente sulla storia. In tal caso, la difesa da parte di Windelband dell'autonomia delle scienze storiche da quelle sperimentali è ancora parzialmente accettabile. Almeno in prima approssimazione, è infatti ragionevole riconoscere che le scienze meccaniche (che si diranno *nomotetiche*) procedono definendo leggi generali, mentre l'orizzonte che definisce le scienze storiche (che si diranno *idiografiche*) è quello dei fenomeni individuali.³¹ Più acutamente, Dilthey nota che la differenza nei metodi rinvia e in ultima istanza si fonda nella diversa natura ontologica dei corrispondenti oggetti, anche se poi non riesce ad articolare compiutamente i caratteri di tale differenza. *Spiegazione e comprensione* presentano una complessità di livelli e di reciproche dipendenze che procedono ben oltre le sue descrizioni.

Non serve entrare in maggiori dettagli. L'intera diatriba è collocata su un binario morto, e non solo perché le ragioni addotte a giustificazione della contrapposizione fra scienze naturali e umane sono primitive. Quella discussione sul metodo è obsoleta per tutte le ragioni intrinseche indicate nei precedenti paragrafi, ma lo è anche per le trasformazioni, coeve alla discussione sul metodo, delle stesse scienze naturali. Non disgiuntamente, anche le scienze umane cercavano di trovare la loro strada seguendo percorsi molto più aggrovigliati e teoreticamente impuri di quanto non avrebbe dovuto essere secondo gli opportuni canoni dei metodologi.

³¹ Limitandomi a non più di una nota a margine, ben altra considerazione meriterebbe l'analisi di Burkhardt del comprendere come metodo per cogliere l'*universale nel particolare* – ovvero come procedura capace di superare i limiti dell'induzione.

Rispetto alle scienze naturali, non mi riferisco solo alla nascita di relatività e fisica dei quanti,³² ma all'intero complesso delle novità che caratterizzano il periodo a cavallo dei due secoli.

Anche senza essere troppo fiscali, e limitandosi ad elencare alla rinfusa alcuni degli elementi in gioco in entrambi i piani, possiamo indicare la già ricordata nascita della termodinamica e la correlativa massiccia introduzione di leggi statistiche, l'istituzione di laboratori sperimentali di psicologia, le molteplici rifondazioni della matematica – procedenti dalla più estrema eliminazione di ogni dimensione di significato (Hilbert) alla sua fondazione sull'esperienza originaria della minima unità temporale di coscienza (Brouwer) – la nascita e lo sviluppo della biologia evoluzionistica, le immense scoperte della chimica molecolare, i primi sviluppi della sociologia, lo sviluppo di micro e macro economia, ecc.

Stendiamo un pudico velo sulle complementari follie del fisicalismo neopositivista e del behaviorismo, per arrivare velocemente ai nostri anni. Nonostante l'immenso impegno dedicato all'analisi delle diverse scienze nella loro composita molteplicità, le novità categoriali sono quanto mai limitate, e fors'anche un po' deludenti. Quale indice delle confusioni categoriali che sino a non molti anni fa hanno avuto amplissimo credito, è forse sufficiente far riferimento alla *metafora* secondo cui la mente è un computer. A tutt'oggi la maggior parte della letteratura scientifica scivola costantemente fra mente e cervello. La mancanza di un adeguato quadro categoriale rende difficile evitare di attribuire proprietà mentali alle entità biologiche e proprietà biologiche alle entità mentali, senza confonderle fra di loro.

1.7 Determinismo e indeterminismo

L'ipotesi ancora del tutto embrionale che incominciava a far capolino dai precedenti paragrafi procede dall'intuizione secondo cui ogni livello di realtà presenta le sue proprie forme di causalità. Se ammettiamo l'idea di una molteplicità di forme causali organizzate gerarchicamente, la presenza di una qualche connessione con la prospettiva aristotelica diventa qualcosa più di una analogia.

Questo può sicuramente andar bene, ma non è ancora sufficiente. Supponiamo di poter accettare la tesi generale secondo cui ogni livello ha le sue specifiche forme causali. Supponiamo inoltre di poter accettare che anche le loro interdipendenze siano causalmente governate. Ciò non di meno, anche se riuscissimo a ricostruire in dettaglio l'intero quadro corrispondente a tale visione, non avremmo ancora completato il lavoro.

Il problema è che non appena i nostri riferimenti diventano sufficientemente ricchi, ad entrare in crisi è lo stesso concetto di causa. Come abbiamo visto, l'idea di causa meccanica è perfettamente deterministica. Il concetto formale che meglio di ogni altro traduce l'idea deterministica di causa è il concetto di funzione. Avere una funzione significa possedere un meccanismo che per ogni argomento è capace di calcolare il corrispondente valore. Se argomenti e valori sono stati del sistema, la traduzione funzionale del sistema incarna l'azione delle forze causali che lo governano. Per ogni stato individuale del sistema al momento t , la funzione determina lo stato individuale del sistema al momento $t + 1$, o in qualunque altro momento temporale.

D'altra parte, nel passaggio dalla meccanica alla calorica, ciò che cambia è precisamente la natura funzionale di causa. La natura statistica del piano termodinamico si fonda sulla incalcolabilità delle interazioni individuali. In altri termini, il concetto di causa statistica è differente da quello di causa meccanica.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Tot.
--	----------------	----------------	----------------	----------------	------

³² Ho sempre trovato ironico il *vezzo* – quasi un lapsus – di riferirsi alla teoria delle particelle subatomiche come *meccanica* dei quanti. Se c'è una teoria del mondo naturale che non è una meccanica, questa è proprio la fisica quantistica.

A ₁	40	193	16	2	251
A ₂	18	7	0	51	76
A ₃	104	0	38	0	142
Tot.	162	200	54	53	469

Tavola 1. Un esempio di cause condizionali

Per meglio capire la natura della situazione che sta emergendo, è utile compiere un ulteriore passo e procedere dall'idea di probabilità assoluta a quella di probabilità relativa o condizionale. Quest'ultima lega condizioni e risultati. Una semplice esemplificazione chiarirà il punto.

Supponiamo di aver accuratamente raccolto tutte le informazioni causali che governano un certo ambiente. La Tabella 1 rappresenta i dati rilevanti. Le A_i indicano *cause*, le B_i indicano *effetti*. La tabella dice che nel contesto studiato la causa A₁ si è presentata 251 volte e che per 40 volte la causa A₁ è stata seguita dall'effetto B₁, per 193 volte essa è stata seguita dall'effetto B₂, per 16 volte dall'effetto B₃ e per 2 volte dall'effetto B₄. Le cause A₂ e A₃ si leggono nello stesso modo. La probabilità condizionale è data dai rapporti che si ottengono fra ognuno di questi valori e il loro totale.

Proviamo a vedere cosa succede *trasformando* la tavola appena esaminata in una nuova tavola che rispetti l'idea deterministica di causa. Si tratta di una trasformazione facile da ottenere. È sufficiente *concentrare* l'insieme degli effetti di una causa su un unico effetto. Per ovvie ragioni concentriamo tutti i valori su quello che presenta la più elevata probabilità condizionale. Otteniamo quindi la tabella 2.

Il punto fondamentale è che un sistema di questo tipo non si comporta in termini strettamente deterministici. Non è cioè vero che tutte le occorrenze di una causa sono sistematicamente seguite dallo stesso effetto.

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Tot.
A ₁	0	251	0	0	251
A ₂	0	0	0	76	76
A ₃	142	0	0	0	142
Tot.	142	251	0	76	469

Tavola 2. Un esempio di cause deterministiche

Il totale ovviamente non cambia. La nuova tavola, a differenza di quella originale, è perfettamente deterministica. L'interesse e il valore di questo minuscolo esperimento concettuale è tutto concentrato sulla colonna B₃. Com'è immediato verificare, essa è completamente ridotta a zero. Questo significa che l'effetto B₃ non è mai il risultato di una *singola causa isolata*. In altri termini, B₃ dipende essenzialmente da fenomeni di *interazione*.³³

L'esempio appena visto ha valore paradigmatico. Esso ci dice che i fenomeni di interazione *non sono riducibili a cause individuali*. Ne segue che ricostruire il mondo come insieme di cause individuali significa *perdere informazione*.

Un diverso modo di presentare la stessa conclusione è ricordare che l'accezione deterministica di causa è strutturalmente inabile a rendere conto di tutti i fenomeni.

Per quanto possa essere faticoso accettarlo, il determinismo non è l'ultima risposta. Si noti che quella appena vista è la *seconda* ragione presentata in questo capitolo a favore dell'insufficienza di principio del determinismo. Nel paragrafo 1.4.1 avevamo sinteticamente visto una diversa ragione, più schiettamente formale, legata alla natura del continuo. La stessa diversità e molteplicità delle ragioni *interne alla ragion scientifica* contro l'assunzione di un principio generale di determinismo aiuta a gettare le basi di una diversa visione.

³³ R. E. Ulanowicz, *Ecology. The Ascendent Perspective*, Columbia University Press, New York 1997, p. 41.

1.8 Un mondo di tendenze

Popper, come noto, è stato per decenni il campione del positivismo scientifico. Forse un po' meno noto è il fatto che nella successiva fase della sua riflessione aveva incominciato a delineare una posizione del tutto diversa, basata sulla critica del concetto di causa deterministica.

Il passo fondamentale consiste nella generalizzazione dell'idea di forza in quella di *propensione*: "le propensioni non (sono) semplici possibilità, bensì realtà fisiche, reali come le forze o come i campi di forze. E viceversa: le forze sono propensioni, propensioni a mettere in modo i corpi."³⁴

La situazione è esattamente identica a quella che abbiamo esemplificato con le due tabelle del precedente paragrafo. Forze e cause sono la versione isolata, individualizzata, di propensioni e tendenze.

Altrimenti detto, "le propensioni non dovrebbero venir considerate come proprietà *inerenti ad un oggetto*, ... bensì come *inerenti ad una situazione* (della quale naturalmente l'oggetto fa parte)."³⁵ Le propensioni riguardano cioè situazioni complesse, sistemi, complessi considerati come interi.

Il passo seguente è capire che di norma le propensioni emergono a strati. "Esattamente come un composto chimico neosintetizzato crea a sua volta possibilità di sintesi di composti nuovi, così tutte le nuove propensioni creano nuove possibilità. E le nuove possibilità tendono a realizzarsi allo scopo di creare nuove possibilità. Il nostro universo di propensioni è intrinsecamente creativo."³⁶

Le tradizionali forze deterministiche non sono "altro che un caso particolare di propensione: il caso di una propensione uguale a 1."³⁷ Un mondo di propensioni può sempre essere irrigidito, cristallizzato sino a diventare un mondo di forze. Ma l'inversa non è possibile. Dalle propensioni si può scendere alle forze, ma dalle forze non si può salire alle propensioni. Un mondo di propensioni è un mondo giovane, esuberante, in fase di sviluppo. Un mondo di forze è un mondo invecchiato, irrigidito, che non ha più la capacità di inventare nuove soluzioni.³⁸

Non si tratta infatti solo di riconoscere che "con l'introduzione delle propensioni l'ideologia del determinismo svanisce."³⁹ Il cambiamento in atto è ben più radicale: esso ci suggerisce l'idea che la costruzione dell'immagine scientifica del mondo potrebbe non procedere esclusivamente dal basso, ma potrebbe anche richiedere una prospettiva che procede se non dall'alto almeno da una certa altezza. In altri termini, per capire un sistema naturale può essere necessario guardare oltre, ai più ampi sistemi in cui esso è inserito.⁴⁰

La natura del sistema non dipenderebbe quindi solo dalle sue parti, ma potrebbe anche richiedere di prendere in considerazione i più ampi sistemi di cui esso stesso fa parte. Per una via diversa da quelle precedentemente percorse, siamo nuovamente tornati al problema dei livelli di realtà. Questo diverso percorso ci aiuta però a vedere il problema dei livelli anche da un diverso punto di vista, quello che procede a partire dai sistemi più ampi. A sua volta, il guadagno ottenuto considerando i sistemi dall'alto finisce con l'ampliare ulteriormente l'idea di causa.

L'estrema sintesi della sinossi sin qui tratteggiata ha il merito di aiutarci a vedere più chiaramente almeno alcuni fili della complessa tessitura delle scienze. Rivediamone gli aspetti più strutturali.

Il primo dato da non sottovalutare è che la visione aristotelica delle scienze potrebbe rivelarsi meno obsoleta di quanto non pretenda una certa dominante ortodossia di storia della scienza. In proposito, due tesi in particolare meritano di essere menzionate: la prima è la difesa di una *autentica* molteplicità delle scienze, la seconda è la richiesta di una altrettanto *autentica* molteplicità di dimensioni causali.

³⁴ K.R. Popper, *Un universo di propensioni*, Vallecchi, Firenze 1991, p. 20.

³⁵ *Ibid.*, p. 22.

³⁶ *Ibid.*, p. 27.

³⁷ *Ibid.*, p. 28.

³⁸ Se abbiamo ragione, non si tratta di metafore o giochi verbali.

³⁹ K.R. Popper, *Un universo di propensioni*, cit., p. 25.

⁴⁰ Cfr. R. Rosen, *Essays on Life Itself*, Columbia University Press, New York 2000.

In secondo luogo, snodo indimenticabile di ogni tematizzazione delle scienze è la riduzione galileiana della semantica di scienza – e correlativamente di causa – che trova la sua più compiuta realizzazione nella geniale idealizzazione di Newton. Ciò non di meno, il problema della molteplicità dei quadri scientifici non scompare. Il problema è anzi talmente grave da ripresentarsi all'interno della stessa ragione fisica, non appena si trascendano i confini della meccanica.

In terzo luogo, la difficoltà di conciliare i diversi quadri solleva più di un dubbio sulla correttezza del rimanere all'interno dei severi limiti concessi da una visione puramente deterministica delle forze naturali. La visione che comunque finisce con il prevalere interpreta tutte le difficoltà in termini epistemici: tutto dipende da semplici carenze conoscitive. Se ne sapessimo abbastanza, e avessimo sufficienti capacità di calcolo, non ci sarebbero punti vuoti.

Il quarto aspetto risiede nel notare che questa visione è doppiamente fallace. Non si tratta solo di aver scoperto che non avremo mai abbastanza capacità di calcolo. Per quanto fastidioso esso sia, il problema dei limiti computazionali non è un problema ontologico. La chiave dirimente è capire che il fallimento dell'ideologia positivista è principalmente un fallimento ontologico. Lo scientismo riduzionista cade cioè sia per la incapacità di ridurre tutte la molteplicità dei fattori causali ad un unico tipo – semanticamente univoco – di causa, sia per la connessa interpretazione funzionale, ovvero deterministica, del concetto di causa.

Se come abbiamo precedentemente indicato questi fallimenti caratterizzano la stessa ragione fisica, a maggior ragione l'ideologia di una unica causa deterministica fallisce per i ben più sofisticati quadri che emergono dall'intera complessità del reale (e delle molteplici scienze che lo analizzano).

In una tale situazione, la possibilità tutt'ora più ragionevole è ancora quella della vecchia risposta aristotelica di procedere accettando la molteplicità dei quadri scientifici, caratterizzati da propri oggetti e da proprie metodologie. La vera e propria scommessa che rimane aperta non è però solo o tanto quella della moltiplicazione dei quadri, quanto la capacità di sintetizzare la molteplicità dei diversi quadri. In questi termini, la necessità di una visione ontologica diventa ancora più impellente. Si noti inoltre che la stessa presentazione del problema in termini di *sintesi*, invece che di *riduzione*, segnala esplicitamente la distanza che separa l'ideologia positivista dalla posizione che stiamo difendendo.

Articolare le forme della sintesi richiederà sia l'approntamento di nuove idee sia la ripresa di antiche intuizioni. Fra le nuove idee, merita accennare la sempre maggiore consapevolezza di quanto complessi siano i rapporti fra i livelli. Una complessità incarnata dalle due componenti già menzionate della corrispondente relazione, quella della *dipendenza esistenziale* e quella dell'*autonomia categoriale*.

Fra le idee che meritano ripresa e nuova vita, la principale è quella di una molteplicità dinamica di cause, alcuni frammenti della quale erano stati parzialmente intravvisti da Aristotele. Rispetto ai due grandi principi che caratterizzano il reame della natura, quelli di meccanismo e di organismo, quanto abbiamo incominciato a vedere può essere sintetizzato nella tesi conclusiva secondo cui non c'è alcun modo per passare dai primi ai secondi. La procedura inversa, il passaggio da organismi a meccanismi, può invece essere realizzato in molti modi diversi e non offre particolari difficoltà.⁴¹ Invece di continuare a credere che la biologia sia una fisica estesa, forse dovremmo incominciare a vedere la fisica come una biologia semplificata.

Il copyright degli articoli è libero. Si richiede quale unica condizione l'evidenziazione che il testo riprodotto è tratto da «Scienze del pensiero e del comportamento» (www.avios.it/spc.html)

Condizioni per riprodurre i materiali --> Tutti i materiali, i dati e le informazioni pubblicati all'interno di questo sito web sono "no copyright", nel senso che possono essere riprodotti, modificati, distribuiti, trasmessi, ripubblicati o in altro modo utilizzati, in tutto o in parte, senza il preventivo consenso di «Scienze del pensiero e del comportamento», a condizione che tali utilizzazioni avvengano per finalità di uso personale, studio, ricerca o comunque non

⁴¹ R. Rosen, *Life Itself. A Comprehensive Inquiry into the Nature, Origin, and Fabrication of Life*, cit., p. 247.

commerciali e che sia citata la fonte attraverso la seguente dicitura, impressa in caratteri ben visibili: «Scienze del pensiero e del comportamento» Ove i materiali, dati o informazioni siano utilizzati in forma digitale, la citazione della fonte dovrà essere effettuata in modo da consentire un collegamento ipertestuale (link) alla home page www.avios.it/spc.html o alla pagina dalla quale i materiali, dati o informazioni sono tratti. In ogni caso, dell'avvenuta riproduzione, in forma analogica o digitale, dei materiali tratti dovrà essere data tempestiva comunicazione al seguente indirizzo: avios@avios.it, allegando, laddove possibile, copia elettronica dell'articolo in cui i materiali sono stati riprodotti.