

Sulla causalità

In considerazione dell'importanza che la *causalità* riveste nelle personali Conclusioni epistemologiche e in generale nelle interpretazioni dei fenomeni naturali, condividendo l'opinione di Schrödinger (1887-1961) «una legge naturale è dunque per noi nient'altro che una regolarità accertata con sufficiente sicurezza nello svolgimento d'un fenomeno, *in quanto si consideri una regolarità necessaria nel senso del suddetto postulato* [il principio di causalità]»¹. In questo approfondimento si ricordano alcune note storiche e filosofiche con riguardo agli aspetti legati a fenomeni o *eventi* fisici, escludendo le problematiche tipicamente antropiche, come *le cause prime, le cause ultime o il libero arbitrio*².

Il filosofo di riferimento per il concetto di causalità, non solo per l'importanza storica ma anche per la vicinanza interpretativa con la filosofia moderna, è Aristotele (384/383-322), quantomeno per l'ideale aristotelico di scienza come ricerca delle cause. Egli individuò per le cause quattro diverse tipologie, delle quali solo la *causa efficiente* è pertinente a questo approfondimento. Per completezza di trattazione e considerata l'importanza del filosofo greco, si riportano tutte le cause aristoteliche:³

Causa materiale: «ora, in un modo è detto causa ciò da cui, come costituente interno, una cosa viene a essere: per esempio, il bronzo è causa della statua, l'argento del calice.»

Causa formale: «in un altro modo sono detti causa la forma e il modello, cioè la definizione di ciò in cui consiste l'essere, e i generi di questa (per esempio il rapporto due a uno, e in generale il numero, sono causa dell'ottava).»

Causa efficiente: «altrimenti ancora, è detto causa ciò da cui è dato l'inizio del cambiamento o della quiete: per esempio, è causa chi ha deliberato, il padre del figlio, in generale ciò che produce di ciò che è prodotto e ciò che cambia.»

Causa finale: Altrimenti ancora è detto causa il fine, cioè "ciò in vista di cui" per esempio, la salute del passeggiare. Infatti, perché uno passeggia? Rispondiamo: "per essere sano", e così dicendo riteniamo di aver reso la causa.⁴

¹ [Schrödinger, 1958] edizione italiana pag. 12, corsivo originale; fu analoga la posizione di de Broglie: «Senza arrivare ad affermare in modo assoluto che il determinismo è universale, penso che la ricerca della causalità che collega i fenomeni fisici successivi è sempre stata e ancora rimane la guida più sicura nella ricerca scientifica» in *Recherches d'un demi-siècle* (A. Michel, Paris, 1976) pag.49, citato in [Selleri, 2001] pag. 21

² In questo approfondimento si fa riferimento in particolare a Federico Laudisa in [Laudisa, 1999]

³ Aristotele in *Fisica* (II 3, 194b 25-35) citato da [Laudisa, 1999] pag. 28

⁴ «Secodo Aristotele [...] non si poteva sostenere di aver compreso veramente un oggetto, naturale o artificiale, finché non se ne fosse capita anche la "causa finale", ovvero lo scopo per cui esiste.» [Barrow e Tipler, 1986] edizione italiana pag. 50; con la sua visione finalistica, Aristotele fu infatti uno dei più autorevoli esponenti

Alla causa efficiente si riferiva anche Newton (1643-1727) con il suo "hypoteses non fingo"⁵, anche se poi smentiva costantemente nei suoi scritti questo intento. Lo stesso Kant (1724-1804) difendeva «la relazione causale come condizione della possibilità di successioni oggettive di eventi»⁶. Così si è sviluppato il concetto modernamente, ovvero che «la relazione tra una causa e il suo effetto sia una relazione di *necessitazione*, vale a dire che la presenza della causa determini con necessità l'occorrere dell'effetto»⁷. Da questa necessitazione si è sviluppata, forse già con Hume nel diciottesimo secolo, una teoria *regolarista*, in contrapposizione a una teoria *singularista*, che non estende il concetto oltre i singoli eventi determinati che si ritengano casualmente connessi. Questa teoria singularista, sostenuta un secolo fa da Curt John Ducasse (1881-1969) ma con fondamenti già in John Locke (1632-1704), definiva la relazione causale fondata «sul significato intuitivo che il linguaggio comune attribuisce all'idea di causa, [...] formulata nei termini di una *singola* successione di eventi determinati, e [che] il riferimento alla ricorrenza della successione non [sia] parte costitutiva della definizione. [...] Se la relazione causale viene definita in questi termini, allora [...] essa è direttamente osservabile nella stessa misura di tanti altri fatti comuni.»⁸ Posizioni che non sembrano pertinenti al campo di approfondimento ristretto ai fenomeni naturali.

Con riferimento alle posizioni regolariste, nel merito delle 'successioni regolari' si distinguono due interpretazioni:

«una *epistemica*, che comporta la tesi secondo la quale la regolarità della successione è tutto ciò che possiamo conoscere della causalità, e una *ontologica*, nella quale si sostiene che la regolarità delle successioni è tutto ciò che di causale *esiste negli oggetti e nei fenomeni*.»⁹

«Nella concezione epistemica la causalità ha a che fare essenzialmente con i nostri modi di organizzare coerentemente i materiali dell'esperienza, mentre nella concezione ontologica la causalità ha piuttosto a che fare con i modi di essere della realtà, naturale ma non solo.»¹⁰

Anche in questo caso ci si limita al contesto ontologico per la scelta di base fatta per l'approfondimento (cfr l'incipit). A partire dalle condizioni iniziali di un sistema, la sua

della concezione teleologica

⁵ [Newton, 1687] Scolio generale al libro III, edizione italiana pag. 95: «Non sono tuttavia ancora riuscito a dedurre dai fenomeni la causa di queste proprietà della gravità, e non fingo ipotesi ["hypoteses non fingo"]. Qualunque cosa infatti non si deduce dai fenomeni deve essere chiamata ipotesi; e le ipotesi, sia metafisiche, sia fisiche, sia delle qualità occulte, sia meccaniche, non hanno spazio nella filosofia sperimentale. In questa filosofia le proposizioni si deducono dai fenomeni e sono rese generali per induzione.»

⁶ [Laudisa, 1999] pag. 16, che cita lo stesso Kant nella *Critica della ragion pura*: «La regola per determinare qualcosa nella successione temporale, è la seguente: in ciò che precede deve ritrovarsi la condizione sotto cui l'evento segue sempre (ossia necessariamente).» Si osserva che Kant considera la causa una condizione inerente all'esperienza, non alle cose, attraverso leggi che dovrebbero regolare le connessioni tra i vari fenomeni, non leggi empiriche della Natura ma condizioni stesse della conoscenza, trasformando il problema della causalità spostandolo dal campo della *cosa in sé* ai principi dell'*intelletto puro* (osservazione di Giovanni Iorio Giannoli in *La riduzione causale*, Università Tor Vergata, Roma, 2007)

⁷ [Laudisa, 1999] pag. 16, che cita anche [Galilei, 1632] (pag. 828 edizione Rizzoli, rif. 471) «Se è vero che di un effetto una sola [sia] la cagion primaria, e che tra la causa e l'effetto sia una ferma e costante connessione, necessaria cosa è che qualunque volta si veggia alterazione ferma e costante nell'effetto, ferma e costante alterazione sia nella causa.»

⁸ [Laudisa, 1999] pag. 91, che cita Ducasse in *On the Nature and Observability of the casual relation*, in Sosa e Tooley, *Causation* (Oxford University Press, 1993, pag 125)

⁹ [Laudisa, 1999] pag. 84

¹⁰ [Laudisa, 1999] pag. 94

evoluzione fisica 'autonoma' delinea il principio del *determinismo*, secondo il quale esiste un solo futuro compatibile con il presente.

Le 'incomprensioni' nel merito della causalità, al tempo del congresso Solvay del 1927¹¹ sulla meccanica quantistica, sono probabilmente nate proprio dalla mancata distinzione tra *determinismo*, *causalità* e *predicibilità*: «la nozione di *causalità* si esprime [...] in una relazione di dipendenza tra (classi di) eventi [...]; la nozione di *determinismo* è invece relativa a una precisa modalità di evoluzione degli stati di un sistema fisico *in funzione del tempo* e di certe particolari condizioni presenti ad un certo istante 'iniziale'»¹². Il determinismo non implica il sussistere di una relazione di causalità da un punto di vista logico, la sovrapposizione delle nozioni è forse dovuta a una relazione di necessitazione presente in entrambe che le rende equivalenti¹³, oltre alla mancata distinzione, secondo le personali *Conclusioni epistemologiche*, tra 'visione naturale' (priva del tempo) e 'visione antropica'. La filosofa britannica Elizabeth Anscombe (1919-2001) non negò che la necessità debba essere parte dell'analisi della causalità, tuttavia

la necessità sarà quella delle leggi di natura; attraverso di essa *noi* saremo in grado di derivare una conoscenza dell'effetto dalla conoscenza della causa, o viceversa, ma questo non ci mostra la causa come fonte dell'effetto. La causalità non deve dunque essere identificata con la necessitazione.¹⁴

L'influenza del determinismo di Pierre-Simon Laplace (1749-1827) portò a confondere il determinismo anche con la *predicibilità*, un'altra equivalenza infondata (si pensi ad esempio all'impossibilità di predire con precisione gli stati dei sistemi dinamici non lineari come il caso di tre corpi in interazione gravitazionale).

In termini kantiani, si potrebbe affermare che «la legge di causalità è un dato a priori, una legge trascendentale», come afferma d'Elia in *Ernst Mach*¹⁵, anche se nell'interpretazione personale non si tratta di causa come categoria (kantiana) dell'intelletto ma piuttosto come *necessità del regolare svolgimento* della Natura, nel senso dato da Schlick¹⁶; la visione di Kant sulla causalità è naturalmente più complessa e prosegue la ricerca iniziata in epoca illuministica da Hume (1711–1776) che la analizzava a partire dalle leggi empiriche della Natura ma anche quando Kant riconosce la causalità come 'caratteristica intrinseca', la considera sempre in relazione alla sua conoscibilità, in questo modo quasi subordinando il comportamento della Natura alle 'potenzialità' o alle 'competenze' antropiche. Un approccio che si ritiene affatto fuorviante, soprattutto nell'ottica del presente approfondimento; inoltre prima si dovrebbero riconoscere nella Natura le sue 'regolarità', poi analizzare quali tra queste sia possibile conoscere (antropicamente) in dettaglio e in che termini, con la con-

¹¹ Famoso congresso nel quale è stato dibattuto e definito un primo *modello standard* quantistico

¹² [Laudisa, 2002] pag. 36, corsivo aggiunto; si fa riferimento (anche) a questa fonte in tutto il capoverso

¹³ Tesi sostenuta da Moritz Schlick in *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik*, nell'edizione italiana *La causalità nella fisica contemporanea*, Appendice in *Tra realismo e neo-positivismo* (Il Mulino, 1974)

¹⁴ Anscombe in *Causality and Determination* (Cambridge University Press, 1971), pag. 92, citata da [Laudisa, 1999] pag. 102

¹⁵ Alfonsina d'Elia (1924-1993) in *Ernst Mach* (La nuova Italia, 1971) pag. 56-57, citata in [Teghil, 2016] pag. 89

¹⁶ Moritz Schlick (1882-1936) in *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik*, testo citato tre note sopra

sapevolezza di dover essere spettatori e non artefici della Natura stessa¹⁷.

Il determinismo viene meno anche nelle considerazioni sul principio di indeterminazione di Heisenberg e in generale sulla fisica statistica a partire dalle leggi dei gas e delle funzioni di distribuzione di Boltzmann (e Maxwell-Boltzmann¹⁸), se non si accettano i limiti della conoscibilità e si pretende di estendere la conoscenza 'dettagliata' (e rigidamente deterministica) al comportamento elementare delle costituenti della materia-energia, come osservato in precedenza. Nel merito si ricorda anche il teorema contenuto nel trattato sui *Fondamenti matematici della meccanica quantistica*¹⁹ di John von Neumann (1903-1957) in base al quale una certa reinterpretazione deterministica della meccanica quantistica (una sorte di 'riduzione deterministica' analoga alla 'riduzione meccanica' della termodinamica, con lo sviluppo della meccanica statistica) è in contraddizione con la formulazione matematica di quest'ultima. Una posizione che ha contribuito alla decadenza del 'concetto di causalità' (si ribadisce 'per gli scopi interpretativi antropici'), anche se nel 1965 John Bell (1928-1990) ne evidenziò alcune criticità che ne riducevano l'ambito di applicazione e in sostanza si dimostrò che «le conclusioni antideterministiche basate sul teorema di Von Neumann erano infondate»²⁰. Il Dirac²¹ anziano rivide profondamente le proprie posizioni giovanili, arrivando «a pronosticare che la fisica futura dimostrerà che Einstein ha avuto ragione con la sua difesa intransigente del principio di causalità».

Un tentativo di riconciliazione della causalità con l'interpretazione statistica fu fatto da Wesley Salmon (1925-2001), considerando la struttura causale come basata su interazioni descritte da condizioni probabilistiche (riassunte nella definizione di "biforcazione interattiva" che separa le condizioni "congiuntive" da quelle "di sfondo") che danno luogo a *processi*, quindi non più eventi separati ma uniti da una 'world line' spaziotemporale²².

A proposito di spaziotempo, è interessante una 'vecchia' dimostrazione di Christopher Zeeman (1925-2016), [Zeeman, 1964], sul fatto che la causalità implichi necessariamente il gruppo delle trasformazioni di Lorentz, ovvero la simmetria fondamentale per lo spazio e il tempo in tutte le trasformazioni della Natura, nelle quali le trasformazioni siano invarianti in un contesto di spazio minkowskiano, nel quale sia applicabile la *relatività ristretta*.

La nozione di causalità è stata analizzata storicamente anche da Thomas Kuhn (1922-1996) in un articolo del 1966, distinguendo «tra un concetto 'ristretto' di causa, che veniva identificato con il concetto aristotelico di causa efficiente, e un concetto 'ampio' di causa, che veniva identificato con il più generale concetto di *spiegazione*. [...] Con l'evoluzione della fisica moderna il concetto di causa - nel suo senso ristretto - subì un processo graduale di dissolvenza nel concetto di *spiegazione*»²³.

¹⁷ Il vizio antropico di mettersi al centro dell'universo è duro a morire!

¹⁸ James Clerk Maxwell (1831–1879), Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906)

¹⁹ Titolo originale *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik* (Springer, Berlin, 1932)

²⁰ Cfr [Selleri, 2001] pag. 7 e capitolo 1 passim, a pag. 23 la citazione seguente

²¹ Paul Dirac (1902–1984)

²² Salmon in *Probabilistic Causality* (Pacific Philosophical Quarterly, 61, pag. 50-74) citato da [Laudisa, 1999] pag. 106-107

²³ [Laudisa, 2002] pag. 25-26, corsivo aggiunto; osservazioni approfondite anche nell'edizione originale di Kuhn de *La tensione essenziale* [Kuhn, 1997]

Il moderno approccio ontologico (una delle interpretazioni del regolarismo) è condizionato dalla visione antropica, legata ad esempio all'importanza (vincolante) dell'*ente tempo* proiettato sulle sequenze causali in una realtà naturale che quasi mai ne distingue la direzione di svolgimento (creando quindi potenziale imbarazzo interpretativo), ma sottratto il tempo dalla *realtà* attribuita alla Natura, si toglie anche l'ambiguità e la necessità di eliminare le teorie causali, conservando ovviamente la necessità di costruire l'*ente tempo* in modo da preservare la coerenza delle leggi interpretative antropiche, come magistralmente fa, ad esempio, la relatività einsteiniana.

In altre parole, l'approccio ontologico è ovviamente viziato dalla visione antropica (l'effetto di *selezione* implicito nella nostra esistenza) ma il problema dovrebbe restare di competenza della costruzione antropica dell'*ente tempo* e non della struttura della Natura stessa, per la quale, si ritiene, valga sempre il principio di causalità.

Letteratura e fonti

Barrow e Tipler, 1986 - John Barrow e Frank Tipler, *Il principio antropico* (edizione aggiornata Adelphi Edizioni spa, 2002); edizione originale *The Anthropic Cosmological Principle* (Oxford University Press, 1986);

Galilei, 1632 - Galileo Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (edizione originale 1632; prima edizione Rizzoli BUR, Mondadori 2008)

Kuhn, 1997 - Thomas Samuel Kuhn, *La tensione essenziale*, a cura di C.Bartocci e G.Giorello, (Giulio Einaudi Editore spa, Torino 2006); edizione originale *The Essential Tension* (The University of Chicago 1997) e per lo scritto *Che cosa sono le rivoluzioni scientifiche*, *The road since structure* (The University of Chicago, 2000)

Laudisa, 1999 - Federico Laudisa, *La causalità* (Carocci editore, Roma, 1999); seconda edizione Carocci editore, 2010

Laudisa, 2002 - Federico Laudisa, *La causalità nella fisica del XX secolo: una prospettiva filosofica* (Annuario di storia della metafisica, 2, pag. 25-48, 2002)

Schrödinger, 1958 - Erwin Schrödinger, *La mia visione del mondo* (raccolta di saggi pubblicati tra il 1929 e il 1958, pubblicata con variazioni da Bollati Boringhieri come *L'immagine del mondo*, Torino, 2017)

Selleri, 2001 - Franco Selleri, *La fisica tra paradossi e realtà. Le critiche dei fisici realisti alla teoria dei quanti* (Progedit, Bari, 2001)

Teghil, 2016 - Alberto Teghil, *La concezione dell'esperimento mentale in Ernst Mach* (Editrice Universitaria Udinese, Forum 2016)