

Nicola Abbagnano *Dizionario di Filosofia*
TEA-UTET, Torino 1970, pp.117-123.

Causalità (gr. *aitia*; lat. *Causa*; ingl. *Causality*; franc. *Causalité*; ted. *Kausalität*).

Nel suo significato più generale, la connessione tra due cose, in virtù della quale la seconda è univocamente prevedibile a partire dalla prima. Storicamente questa nozione ha assunto due forme fondamentali: 1° la forma di una connessione *razionale*, per la quale la causa è la *ragione* del suo effetto, che è perciò *deducibile* da essa. In questa concezione l'azione della causa viene spesso descritta come quella di una *forza* che genera o produce immancabilmente l'effetto; 2° la forma di una connessione *empirica* o temporale, per la quale l'effetto non è deducibile dalla causa, ma è tuttavia prevedibile in base ad essa per la costanza e uniformità del rapporto di successione. Questa concezione elimina dal rapporto causale l'idea di forza. Ad entrambe queste forme è comune la nozione della prevedibilità univoca cioè infallibile dell'effetto, a partire dalla causa, e perciò pure la nozione della *necessità* del rapporto causale.

1° La prima forma della nozione di causa può dirsi che cominci con Platone, il quale considera la causa come il principio per il quale una cosa è o diventa, ciò che è. In tal senso egli afferma che la vera causa di una cosa è ciò che per la cosa è «il meglio», cioè l'idea o lo stato perfetto della cosa stessa e, per es., la causa del due è la dualità di ciò che è grande la grandezza, di ciò che è bello la bellezza; e in generale il bene è causa di ciò che c'è di bene nelle cose e delle cose stesse (*Fed.*, 97 c sgg., spec. 101 c). Accanto a queste cause «prime» o «divine» Platone ammise poi le *concause* che sono le limitazioni che l'opera creativa del demiurgo incontra e costituiscono gli elementi di necessità del mondo stesso (*Tim.*, 69 a). Ma la prima vera analisi della nozione di causa si trova in Aristotele. Per primo Aristotele afferma (*Fis.*, I, 1, 184 a 10) che conoscenza e scienza consistono nel rendersi conto delle cause e non sono nulla fuori di questo. Ma nello stesso tempo egli nota che, se chiedere la causa significa chiedere il *perché* di una cosa, questo perché può essere diverso e ci sono quindi varie specie di cause. In un primo senso, è causa ciò di cui una cosa è fatta e che rimane nella cosa, per es., il bronzo è causa della statua e l'argento della coppa. In un secondo senso, la causa è la forma o il modello, cioè l'essenza necessaria o sostanza, (v.) di una cosa. In questo senso è causa dell'uomo la natura razionale che lo definisce. In un terzo senso, è causa ciò che dà inizio al mutamento o alla quiete: e, per es., l'autore di una decisione è la causa di essa, il padre è causa del figlio e in generale ciò che produce il mutamento è causa del mutamento. In un quarto senso, la causa è il fine e, per es., la salute è la causa per cui si passeggia (*Ibid.*, II, 3, 194 b 16; *Met.*, V, 2, 1013 a-b). Causa materiale, causa formale, causa efficiente e causa finale sono perciò tutte le cause possibili, secondo Aristotele. Tre teoremi fondamentali chiariscono questa teoria aristotelica della causa. Essi sono: 1° la contemporaneità della causa attuale col suo effetto, per es., dell'azione costruttiva dell'architetto e della casa: contemporaneità che non si verifica per la causa potenziale; 2° la gerarchia delle cause per la quale bisogna cercare sempre la causa più alta: per es., l'uomo costruisce perché è costruttore, ma è costruttore per l'arte di costruire; quest'arte è perciò la causa più alta; 3° l'omogeneità della causa e dell'effetto per la quale i generi sono causa dei generi, le cose particolari delle cose particolari, lo scultore della statua, le cose attuali di cose attuali, le cose possibili di cose possibili (*Fis.*, II, 3, 195 b 16 sgg.).

Ma l'avvertenza fondamentale è che le quattro cause non sono sullo stesso piano: c'è una causa prima e fondamentale, un *perché* privilegiato, che è quello dato dall'essenza razionale della cosa dalla sostanza (*De part. an.*, I, 1, 639 b 14). La sostanza è l'essenza necessaria, eternamente attuale, principio di realtà, quindi anche del divenir in quanto il divenire è il passaggio dalla potenza all'atto. Dalla sostanza dipende la necessità cau

sale. «Nelle cose artificiali, dice Aristotele, la causa essendo questa tal cosa, bisogna necessariamente che tali altre cose siano fatte o esistano. Così pur in natura, se l'uomo è questo, farà queste cose se fa queste cose, ne accadranno altre» (*Fis.*, II 9, 200 a 35). In altri termini la necessità per cui una causa qualunque (di quelle che Aristotele distingue) agisce è la necessità stessa per cui una sostanza (per es., l'uomo come animale razionale è quella che è. La necessità causale è dunque la stessa necessità dell'essere in quanto essere, del l'essere sostanziale: la necessità per cui ciò che è non può essere diverso da com'è. A questa necessità sfugge soltanto ciò o casuale (v. CASO).

La dottrina di Aristotele dimostra la stretta connessione tra la nozione di causa e quella di sostanza. La causa è il principio di intelligibilità perchè comprendere la causa significa comprendere l'articolazione interna di una sostanza, cioè la ragione per cui una sostanza qualsiasi, per es., l'uomo o Dio o la pietra, è quella che è e non può essere o agire diversamente. Per es., se l'uomo è «animale ragionevole», ciò che egli è o fa, dipende dalla sua sostanza così definita, che opera come forza irresistibile a produrre le determinazioni del suo essere e del suo agire.

Come forza produttiva, cioè come «ciò per cui agire nasce un effetto» intesero la causa gli Stoici. Secondo Sesto Empirico (*Ipot. Pirr.*, III, 14.15) essi distinsero tra le cause, le *sinettiche*, i *concausali* e le *cooperanti*. Le *sinettiche* sono le cause vere e proprie «presenti le quali, è presente l'effetto, tolte o diminuite le quali, è tolto o diminuito anche l'effetto». Le *concausali* sono le cause che si rafforzano a vicenda nella produzione di un effetto, come nel caso di due buoi che tirano l'aratro. La *cooperante* è infine la causa che arreca una piccola forza in virtù della quale l'effetto si produce con facilità: come quando a due che portano con fatica un peso si aggiunge un terzo che aiuta a sostenerlo. Ma la causa per eccellenza è, per gli Stoici, quella sinettica, e in questo senso Dio è causa e costituisce il principio attivo del mondo (Diog. L., VII, 134; SENECA, Ep., 65, 2). La filosofia medievale poco o nulla ha innovato al concetto della struttura causale (perchè sostanziale) del mondo. Il suo contributo maggiore è l'elaborazione del concetto di causa prima in un senso diverso da quella aristotelica, cioè non come tipo di causa fondamentale ma come primo anello della catena causale. L'elaborazione di questo concetto era stata opera della Scolastica araba e in particolare di Avicenna. Esso sostituisce alla struttura sostanziale dell'universo, della quale la C. costituirebbe la necessità intrinseca, l'ordinamento gerarchico delle cause che fanno capo alla Causa prima. Dice infatti S. Tommaso (*S. Th.*, II, 1, q. 19, a. 4): «In tutte le cause ordinate, l'effetto dipende più dalla causa prima che dalla causa seconda, perchè la causa seconda non agisce se non in virtù della causa prima». Il teorema fondamentale che regola questa universale concatenazione causale e il suo carattere gerarchico, è quello che S. Tommaso esprime dicendo: «Quanto più una causa è alta, tanto più si estende il suo potere causale» (*Ibid.*, I, q. 65, a. 3): teorema di schietta origine neo-platonica; giacché i neo-platonici appunto avevano riconosciuto insieme con il carattere universale della necessità causale la gerarchia delle cause stesse a partire dalla causa prima (PROCLO, *Ist. teol.*, 11). Un portato di questa dottrina si può vedere nell'occasionalismo (v.) per il quale l'unica vera causa è Dio e le cosiddette cause seconde o finite sono soltanto occasioni di cui Dio si serve per mandare ad effetto i suoi decreti (MALEBRANCHE, *Recherche de la vérité*, VI, 2, 3).

Il concetto aristotelico-arabo di un ordine necessario nel mondo, nel quale tutti gli eventi trovino il loro posto e la loro concatenazione causale viene difeso, nel Rinascimento, dagli aristotelici come presupposto essenziale del loro naturalismo. Così Pomponazzi intende riportare anche gli eventi più straordinari e miracolosi all'ordine necessario della natura; e si avvale, per farlo, del determinismo astrologico degli Arabi (*De incantationibus*, 10). La nozione di un ordine causale del mondo (qualche volta ricondotto a Dio come a prima causa), secondo il concetto neo-platonico e medievale,

forma anche il presupposto e lo sfondo del primo organizzarsi della scienza con Copernico, Keplero e Galilei. Questo sfondo viene espresso in termini meccanicistici da Hobbes e in termini teologici da Spinoza ma rimane lo stesso. Hobbes ritiene che il rapporto causale si riduce all'azione di un corpo sull'altro e che perciò la causa sia ciò che genera o distrugge un certo stato di cose in un corpo (*De corp.*, IX, I) La causa perfetta, cioè da cui l'effetto infallibilmente segue è l'aggregato di tutti «gli accidenti attivi» quanti sono: con essa l'effetto è già dato (*Ibid.*, IX, 3). La concatenazione dei movimenti costituisce l'ordinamento causale del mondo. Dal suo canto Spinoza, come vede in Dio la sola sostanza, così vede in lui la sola causa; dalla quale tutte le cose e gli eventi del mondo (i «modi» della Sostanza) derivano con necessità geometrica (*Et.*, I, 29). La necessità causale che per Hobbes è una concatenazione dei movimenti, per Spinoza è una concatenazione di ragioni, cioè di verità che costituiscono una catena ininterrotta. D'altronde il carattere meccanico della C. non diminuisce, agli occhi di Hobbes, la natura razionale di essa: ché anzi Hobbes vede nel meccanismo la sola spiegazione razionale del mondo, nel corpo e nel movimento i due soli principi di spiegazione, e non riconosce altre realtà fuori di essi. Ciò accade perché in Hobbes, come in Spinoza, prevale l'identificazione accettata da Cartesio di causa con ragione. La causa è ciò che dà ragione dell'effetto, ne dimostra o giustifica l'esistenza o le determinazioni. Così Cartesio la concepisce quando, definendo analitico il metodo da lui adoperato, afferma che esso «fa vedere come gli effetti dipendano dalle cause» (*Secondes Réponses*). Il che vuol dire che la causa è ciò che consente di dedurre l'effetto. Che spiegare mediante la causa significhi «dar ragione» di ciò che esiste, è il significato di quel «principio di ragion sufficiente» che fu formulato da Leibniz come base delle verità di fatto. «Niente accade, disse Leibniz (*Théod.*, § 44) senza che ci sia una causa o almeno una ragione determinante, cioè qualcosa che possa servire a render ragione a priori perché ciò che esiste esiste piuttosto che non, e perché esiste così e non in un altro modo». Indubbiamente questo punto di vista non costituiva una novità nella storia della nozione di causa; la preminenza riconosciuta da Aristotele alla sostanza come essenza razionale (*logos*) o forma significava appunto l'esigenza che la causa costituisca la ragione della cosa o, in altre parole, renda conoscibile a priori, cioè deducibile, l'esistenza e i caratteri della cosa stessa. Quando Leibniz dice che la natura di una «sostanza individuale» basta «a comprendere e farne dedurre tutti i predicati del soggetto cui essa è attribuito» (*Discours de Métaphysique*, § 8) egli considera quella natura come la ragione o la causa dei caratteri e dell'esistenza della sostanza individuale i quali possono essere conosciuti a priori, cioè dedotti da essa. In queste notazioni di Leibniz esprime con tutta chiarezza l'esigenza che già Aristotele aveva affacciato: che la causa, e in particolare la «causa prima» (nel senso aristotelico non medievale) costituisca il principio della deduzione di tutti i suoi effetti possibili (v. FONDAMENTO).

Questo concetto continua nella filosofia moderna ad essere partecipato sia da dottrine idealistiche

o aprioristiche, sia da dottrine materialistiche meccanicistiche. Fichte identifica la C. con l'attività creativa dell'io infinito che si dispiega e realizza secondo un'assoluta necessità razionale (*Wissenschaftslehre*, 1794, § 4, C-D). Hegel considera la causalità come la sostanza stessa «in quanto è riflessa in sè (*Enc.*, § 153) cioè internamente articolata nella sua necessità. «La causa va perduta nel suo altro, nell'effetto; l'attività della sostanza causale va perduta nel suo operare », egli dice (*Wissenschaft der Logik*, III, 2, 1 B). Ma la sostanza causale è poi la ragione stessa, è cioè la realtà nella sua essenza spiegata. In queste notazioni la C. o appare identica alla razionalità sostanziale del mondo o è ritenuta come una sua parte, momento o manifestazione. Essa serve di volta in volta a definire la natura della razionalità o a essere definita da essa. Hegel prendendo lo spunto dall'etimo della parola *Ur-sache*

(causa) vede nella causa la «cosa originaria» (*Enc.*, § 153) cioè la cosa che è l'origine o il principio delle altre o da cui le altre derivano: derivano, s'intende, razionalmente in modo da costituire, insieme con essa, il sistema totale della ragione. Qui il senso assegnato alla C. è quello di razionalità pura e il senso assegnato alla razionalità è quello della deducibilità necessaria. Il rapporto causale è un rapporto di deduzione. Dalla causa deve potersi dedurre l'effetto, e lo si deduce difatti.

All'incirca nello stesso periodo gli scienziati elaboravano, sulla base della spiegazione meccanica del mondo, un concetto di C. analogo a quello di Hegel, cioè coincidente con esso nella sua natura di rapporto di deducibilità. L'astronomo Laplace così esprimeva l'ideale della spiegazione causale nella sua *Teoria analitica delle probabilità* del 1812. «Noi dobbiamo considerare lo stato presente dell'universo come l'effetto del suo stato anteriore e la causa di quello che seguirà. Un'intelligenza che, per un istante dato, conoscesse tutte le forze da cui la natura è animata e la situazione rispettiva degli esseri che la compongono, se fosse abbastanza vasta per sottomettere questi dati al calcolo, abbraccerebbe nella stessa formula i movimenti dei più grandi corpi dell'universo e quelli del più leggero atomo: niente sarebbe incerto per essa e l'avvenire, come il passato, sarebbe presente ai suoi occhi». Queste parole rimasero l'insegna della scienza dell'800 e bene esprimono la stretta connessione che l'interpretazione razionalistica della C. ha stabilito da Cartesio in poi, della C. stessa con la previsione infallibile e della previsione infallibile con la deduzione *a priori*. Esse esprimono difatti l'ideale di un sapere che può prevedere ogni avvenimento futuro, piccolo o grande che sia, deducendolo mediante leggi immutabili e necessarie. Alcuni decenni più tardi Claude Bernard nella sua *Introduzione allo studio della medicina sperimentale* (1865) escludeva, obbedendo allo stesso ideale, che la scienza pur nella sua radicale esigenza di critica, potesse mettere in dubbio il principio causale che egli chiamava principio del determinismo assoluto. «Il principio assoluto delle scienze sperimentali, egli diceva (*Introduction*, I, 2, 7) è un determinismo necessario e cosciente nelle condizioni dei fenomeni. Se un fenomeno naturale, quale che sia, è dato, mai uno sperimentatore potrà ammettere che vi sia una variazione nell'espressione di quel fenomeno, senza che nello stesso tempo siano sopravvenute condizioni nuove nella sua manifestazione in più egli ha la certezza *a priori* che queste variazioni sono determinate da rapporti rigorosi e matematici. L'esperienza ci mostra soltanto la forma dei fenomeni; ma il rapporto di un effetto con una causa determinata è necessario e indipendente dall'esperienza, e forzatamente matematico e assoluto». Ma nonostante queste affermazioni così recise di uno dei maggiori scienziati e metodologi della scienza dell'800, la scienza stessa seguì un altro corso, rispetto all'elaborazione e all'uso della nozione di causalità. I progressi del calcolo delle probabilità, alcune teorie fisiche (specialmente la teoria cinetica dei gas), poi la meccanica quantistica, fecero un posto sempre maggiore alla nozione di probabilità e da ultimo, appunto la meccanica quantistica tende a sostituire l'uso di questa nozione a quella di C. che pareva indispensabile agli scienziati e ai metodologi dell'800. Si può dire che l'ultima manifestazione filosofica della teoria classica della C. è la dottrina di Nicolai Hartmann che, pur considerando la realtà divisa in piani stratificati ognuno dei quali obbedisce a un suo proprio determinismo, modella ogni tipo o forma di determinismo sulla C. necessaria della fisica ottocentesca, intesa nella sua forma più rigorosa, come negativa di ogni possibilità o libertà (*Möglichkeit und Wirklichkeit*, 1938).

2° La seconda forma che la nozione di C. ha assunto nella storia della filosofia è quella che la riduce sostanzialmente al rapporto di prevedibilità certa. Le critiche che, a rari intervalli la nozione di C. ha incontrato nella filosofia antica, tendono a ridurre questa nozione a quella di successione o di connessione cronologica *costante*, base della prevedibilità degli eventi. Così il filosofo arabo Al Gasali (sec. XI) nell'intento di

riservare solo a Dio il potere causale, negandolo alle cose, osservò che l'unico legame accertabile tra le cose è una certa connessione temporale e che, per es., diciamo che la combustione è causata dal fuoco unicamente perchè sopravviene insieme col fuoco (AVERROE, *Destructio destructionum*, I, dub. 3). Con altri intenti Ockham nel XIV secolo anticipava la critica di Hume affermando che la conoscenza di una cosa non porta con sè a nessun titolo la conoscenza di una cosa diversa sicchè una proposizione come 'il calore riscalda' in nessun modo si può dimostrare per sillogismo, ma la conoscenza di essa si può ottenere solo per esperienza; giacché se non si sperimenta che alla presenza del calore segue il calore in un'altra cosa, non si può sapere che il calore produce calore più di quanto si sappia che la bianchezza produce bianchezza » (*Summa Log.*, III, 2, 38). Qui è anticipato chiaramente il punto fondamentale della critica di Hume, cioè l'ineducibilità dell'effetto dalla causa. Hume comincia infatti col negare proprio che ci sia tra causa ed effetto un tale rapporto.

Noi ci illudiamo, dice Hume, che se fossimo condotti all'improvviso su questo mondo potremmo subito *dedurre* che una palla di biliardo può comunicare il movimento ad un'altra. Ma in realtà «anche supponendo che mi nasca per caso il pensiero del movimento della seconda palla quale risultato del loro urto, io potrei concepire la possibilità di altri mille avvenimenti differenti, per es., che entrambe le palle rimanessero ferme o che la prima se ne tornasse indietro dritta o scappasse da uno dei lati in una direzione qualsiasi. Tutte queste supposizioni sono coerenti e concepibili; e quella che l'esperienza dimostra vera non è pi coerente e concepibile delle altre». La conclusione è che «tutti i nostri ragionamenti a priori non potranno mostrare alcun diritto a questa preferenza»; e che «invano pretenderemmo di predire qualche singolo avvenimento, o inferire qualche causa o effetto, senza l'aiuto dell'osservazione e dell'esperienza» (*Inq. Conc. Underst.*, IV, 1). L'osservazione e l'esperienza, tuttavia, con la ripetizione di certi avvenimenti simili, cioè con le uniformità che si vedono, fanno nascere l'abitudine a credere che tal uniformità si verificheranno anche nel futuro e rendono pertanto possibile la previsione su cui è fondata la vita quotidiana. Ma questa previsione secondo Hume, non è giustificata da nulla. Anche dopo che l'esperienza è stata fatta, la connessione tra causa ed effetto rimane arbitraria (giacché causa ed effetto rimangono due avvenimenti distinti) sicchè rimane arbitraria la previsione fondata su quella connessione. «Il pane che prima mangiavo mi nutriva; cioè un corpo con certe qualità sensibili era dotato di segrete forze in quel tempo; ma ne segue che un altro pane debba nutrirmi pure in un altro tempo e che qualità sensibili simili debbano esser sempre accompagnate da eguali forze segrete? La conseguenza non sembra affatto necessaria» (*Ibid.* IV, 2). La conclusione di Hume è che il rapporto causale è ingiustificabile e che la credenza in esso si può spiegare solo con l'istinto di vivere che la richiede. Quest'analisi di Hume ha proposto il problema della C. nella forma che esso conserva ancora nella filosofia contemporanea. Il criterio adoperato da Hume per dimostrare l'insufficienza della teoria classica è quello della prevedibilità. Il rapporto causale deve rendere prevedibile l'effetto; ma nessuna deduzione a priori può rendere prevedibile un effetto qualsiasi; la deduzione è perciò incapace di fondare il rapporto causale. La ripetizione empiricamente osservabile di una connessione tra due eventi è allora l'unico fondamento per asserire un rapporto causale e il modo in cui essa renda possibile tale asserzione è il problema che oggi è alla base di tutte le nostre nozioni di C., di condizionamento, di induzione, di probabilità, ecc. Kant credette bensì di aver risposto al dubbio di Hume sul valore della C. facendo della C. stessa una categoria (v.) cioè un concetto a priori dell'intelletto applicabile a un contenuto empirico e determinante la connessione e l'ordinamento obiettivo di tale contenuto. Ma in realtà questa soluzione non poteva che postulare nella forma di un concetto a priori e quindi di un «principio puro dell'intelletto » (la seconda analogia dell'esperienza) la soluzione del

problema proposto da Hume, senza toglierne la difficoltà. Quando Kant dice che la natura non potrà mai smentire il principio di causa perchè per esser natura deve essere pensata come natura e la causalità è una condizione del pensiero (*Crit. R. Pura*, § 26; *Prol.*, § 36) egli non fa che dire che la natura, per esser tale, deve essere ordinata dai rapporti causali, cioè non fa che dare una definizione della natura che già include questo rapporto. Pertanto la soluzione kantiana, per quanto ovviamente suggerita dall'esigenza di salvare o garantire la validità della scienza newtoniana fondata sulla nozione di causa, ha il carattere di una soluzione verbale e di un camuffato dogmatismo. Ad indebolire questo dogmatismo contribuirono tuttavia nell'800 il riconoscimento del carattere antropomorfo del concetto di causa e, dalla fine dell'800 ai nostri giorni, le limitazioni crescenti che l'uso di questo concetto ha trovato nel pensiero scientifico. Sul primo punto ci limiteremo a riportare l'opinione di Nietzsche, secondo il quale la nozione di causa non è che la trascrizione simbolica della volontà di potenza, cioè del sentimento interno di forza o di espansione gioiosa. «Fisiologicamente, dice Nietzsche, l'idea di causa è il nostro sentimento di potenza, in ciò che si chiama volontà; e l'idea dell'effetto è il pregiudizio di credere che il sentimento di potenza sia la stessa potenza motrice. La condizione che accompagna un evento e che è già un effetto di quest'evento, è proiettata come 'ragion sufficiente' di esso». In realtà per Nietzsche l'intera concezione meccanica del mondo non è che un linguaggio simbolico per esprimere «la lotta e la vittoria di certe quantità di volontà» (*Wille zur Macht*, ed. 1901, § 296). Questa connessione della nozione di C. in quanto forza produttiva con l'esperienza interna dell'uomo e cioè come trascrizione o concettualizzazione antropomorfa, fu sostenuta nell'800 da numerosi filosofi per quanto fosse stata criticata e rigettata da Hume (*Inq. Conc. Underst.*, VII, I). Si cercò perciò di purificare la nozione di C. dai suoi riferimenti antropomorfici; e il più importante tentativo in questo senso fu fatto da Comte. Egli ritenne che l'idea stessa di causa quale forza produttiva o agente fosse propria di uno stato sorpassato della scienza, cioè dello stato metafisico; e ritenne invece propria dello stato positivo la nozione di causa come «relazione invariabile di successione e di simiglianza tra i fatti». Tale nozione bastava infatti, secondo Comte, a rendere possibile il compito essenziale della scienza che è quello di prevedere i fenomeni in vista di poterli utilizzare: il rapporto costante, una volta riconosciuto e formulato in una *legge*, rende possibile prevedere un fenomeno quando si verifica quello con il quale essa è collegato; e la previsione rende a sua volta possibile agire sui fenomeni stessi (*Cours de Phil. positive*, I, cap. 1, § 2). Questo concetto della previsione come compito fondamentale della scienza, che Comte derivava da Bacone ma che egli ha fatto ampiamente prevalere nell'indagine moderna, doveva diventare dominante come criterio della validità e dell'efficacia della scienza e quindi anche della portata e del significato del principio di causalità. E la nozione di C. e quella di previsione furono da Comte e rimasero, dopo di lui, strettamente congiunte. Mach che parte da questa congiunzione fra le due nozioni vuole sostituire al concetto tradizionale di causalità il concetto matematico di *funzione*, cioè di «dipendenza dei fenomeni tra loro o più esattamente dipendenza dei caratteri distintivi dei fenomeni tra loro» (*Analyse der Empfindungen*, 9 ed., 1922, pag. 74). Tuttavia né Comte né Mach mettono in dubbio il carattere necessitante della C. e il determinismo rigoroso che essa comporta nel mondo dei fenomeni naturali. Conseguentemente, essi non mettono in dubbio la prevedibilità certa e infallibile dei fatti naturali di cui siano conosciuti i rapporti causali. Soltanto gli sviluppi della scienza contemporanea hanno messo in dubbio queste due cose e hanno perciò provocato la crisi definitiva della nozione di causalità.

Nella seconda metà dell'800 la formulazione matematica della teoria cinetica dei gas, dovuta a Maxwell e a Boltzmann, servì a interpretare statisticamente il secondo

principio della termodinamica, secondo il quale il calore passa soltanto da un corpo a temperatura più alta ad un corpo a temperatura più bassa. La teoria cinetica interpretava questo fatto come un caso di probabilità statistica; e per la prima volta la nozione di probabilità, che era stata fino allora limitata nel dominio della matematica, veniva utilizzata nel dominio della fisica. Tuttavia la teoria cinetica dei gas non rappresentava ancora un'infrazione al principio di C. dominante in tutto il resto della fisica. Soltanto con gli sviluppi della fisica subatomica e con la scoperta dovuta a Heisenberg del *principio d'indeterminazione* (1927) il principio di C. subiva un colpo decisivo. L'impossibilità, stabilita da tale principio, di misurare con precisione una grandezza senza scapito della precisione nella misura di un'altra grandezza collegata, rende impossibile predire con certezza il comportamento futuro di una particella subatomica e autorizza soltanto previsioni probabili, fondate su accertamenti statistici, del comportamento di tali particelle. In conseguenza di ciò, la fisica tende oggi a considerare gli stessi rapporti di prevedibilità nel campo degli oggetti macroscopici, che hanno dato origine al principio di C., come casi particolari di previsioni probabili. Scriveva Heisenberg nel 1930: «La nostra descrizione abituale della natura e particolarmente il pensiero di una rigorosa C. negli eventi della natura riposano sull'ammissione che sia possibile osservare il fenomeno senza influenzarlo in modo sensibile... Nella fisica atomica tuttavia a ogni osservazione è connessa in generale una perturbazione finita e fino a un certo punto incontrollabile, cosa questa che era da attendersi fin da principio nella fisica delle più piccole unità esistenti. Poiché d'altra parte ogni descrizione spazio-temporale di un evento fisico è legata a una osservazione dell'evento, ne segue che la descrizione spazio-temporale degli eventi da un lato e la classica legge causale dall'altro, rappresentano due aspetti complementari, escludentisi a vicenda, degli avvenimenti fisici» (*Die physikalischen Prinzipien der Quantumtheorie*, IV, § 3). Nel 1932 von Neumann così riassume lo stato della questione: «In fisica macroscopica, non c'è alcuna esperienza che provi il principio di C., perché l'ordine causale apparente del mondo macroscopico non ha altra origine all'infuori della legge dei grandi numeri e ciò del tutto indipendentemente dal fatto che i processi elementari (che sono i veri processi fisici) seguano o meno leggi di C. ... E solo alla scala atomica, nei processi elementari, che la questione della C. può realmente essere oggetto di discussione; ma, ad una tale scala, allo stato attuale delle nostre conoscenze, tutto è contro di essa, perché la sola teoria formale che si accordi press'a poco con l'esperienza e la riassume, è la meccanica quantistica ed essa è in pieno conflitto logico con la C. Non v'è oggi alcuna ragione che permetta di affermare l'esistenza della C. in natura e nessuna esperienza può darcene la prova» (*Les fondements mathématiques de la mécanique quantique*, trad. franc., 1947, pag. 143 sgg., 223-224, ecc.). Parecchi anni più tardi Reichenbach (*Theory of Probability*, 1949, pag. 10) ha affermato: «Lo sviluppo storico della fisica conduce al risultato che il concetto di probabilità è fondamentale in tutte le asserzioni circa la realtà e che strettamente parlando non è possibile una sola asserzione circa la realtà, la cui validità possa essere assenta con più che probabilità». Questi sviluppi della scienza hanno reso inutili le discussioni dei filosofi circa il fondamento, la portata e i limiti del principio di causa. Questo principio non viene più adoperato, né nella sua forma classica né nella sua forma moderna: il concetto del sapere o della scienza come «conoscenza delle cause» è entrato in crisi ed è stato praticamente abbandonato dalla scienza stessa. Una nuova terminologia si va formando, nella quale i termini di *condizione* (v.) e *condizionamento* (v.), definibili mediante i procedimenti in uso nelle varie discipline scientifiche, prendono il posto del venerando e ormai inservibile concetto di causa.

CAUSA STRUMENTALE (lat. *Causa strumentalis*). Aggiunta alle quattro cause di Aristotele dal medico Galeno, che tuttavia ammetteva la superiorità della C. finale sopra tutte le altre, essa designa ciò che è C. per virtù di qualche altra cosa come l'aria che può esser C. del calore perchè è riscaldata a sua volta dal fuoco (cfr. S. TOMMASO, *S. Th.*, I, q. 45, a. 5).