

Quella così delineata potrebbe esser detta una *visione oggettivistica* del caso. Essa è piuttosto rara nella storia del pensiero umano. In questa prevale invece la convinzione che gli eventi nel mondo siano regolati da leggi, o dalla volontà di agenti che li causano, cosicché in realtà noi diciamo che avviene a c. ciò di cui ignoriamo le cause. A questa *visione soggettivistica* del c. corrisponde pertanto, nelle varie epoche storiche e presso le varie culture, il tentativo di sopperire a tale ignoranza o di ridurne i margini, attraverso la conoscenza dei poteri che regolano il corso degli eventi. Quando tali poteri sono pensati antropomorficamente e irrazionalmente, ossia sono attribuiti a una misteriosa volontà, si giunge spesso a personificare il c. (si pensi alle antiche concezioni del fato, della fortuna, della sorte, qualificare con aggettivi come favorevole, avverso, benigno, maligno, malvagio), e si cerca di «leggerne» i decreti mediante le svariate forme dell'arte divinatoria, la cui tradizione si svolge ininterrottamente dalle origini dell'umanità a oggi. Se si ritiene o si spera che questi decreti non siano assolutamente fissi e immutabili, si cerca d'influire sulla volontà del fato, mediante le pratiche magiche o i riti superstiziosi. Un tipo di razionalizzazione di questo modo di vedere è costituito dallo sviluppo delle religioni, le quali concepiscono il mondo naturale e umano come immerso in una dimensione più profonda, quella del divino, che gli conferisce significato e lo regola mediante leggi, rispettivamente naturali e morali. Ne segue che lo sforzo di conoscere la divinità, d'interpretare la sua volontà e le sue leggi, costituisce il mezzo per vincere il c. ed eventualmente utilizzarlo a favore dell'Uomo.

All'interno di questo tipo di razionalità si è costituita, in quelle civiltà in cui alla divinità è stato attribuito il carattere dell'intelligenza e della saggezza, la prospettiva scientifica. Essa nasce sostanzialmente dalla convinzione che, per quanto riguarda la Natura, Dio ha imposto leggi eterne e immutabili, che, essendo razionali, possono essere scoperte dalla ragione umana. D'altro canto, proprio perché immutabili e di natura razionale, queste leggi possono venir scoperte in modo autonomo, ossia servendosi soltanto dell'esperienza e dell'intelletto, prescindendo dal fatto che esprimano un'intenzione regolatrice divina. Con ciò l'assenza di casualità viene espressa dalla presenza di una *legalità*, ma non richiede più la presenza di una *intenzionalità* e, dal momento che la legalità naturale è pensata come totale e senza eccezioni, il c. diviene l'espressione della nostra inadeguata conoscenza della legalità naturale (quindi si tratta sempre di una visione soggettiva). In tempi più recenti, la problematica del c. è riemersa entro il contesto stesso della legalità naturale, in seguito all'introduzione della cosiddetta *legalità statistica* (v. CAUSALITÀ: 3b).

Procediamo ora a una sommaria rassegna storica dell'emergere delle concezioni qui delineate.

## 2. Cenni storici

Concezioni oggettivistiche del c. s'incontrano già nel pensiero antico, sia come insieme di eccezioni o deviazioni reali rispetto a leggi deterministiche, sia come assenza di finalità. Il c. come assenza di finalità è presente presso gli atomisti greci (in particolare Leucippo e Democrito), secondo i quali gli atomi materiali, agitati nel vuoto da moti vorticosi, s'incontrano, si aggregano e disaggregano a c., dando luogo alla molteplicità degli enti e degli eventi del mondo. In questa visione è presente la *necessità*, ma manca il disegno finalistico (esso non viene propriamente negato, in quanto l'idea di ordine finalistico non era ancora stata esplicitata nel pensiero presocratico). Con Epicuro, s'aggiunge alle caratteristiche democritee degli atomi (forma e grandezza variabili) anche quella del peso, che trasforma il loro moto in una indefinita caduta dall'alto verso il basso. Con ciò, però, essi seguirebbero

**caso** [FAR] Termine che nel linguaggio ordinario copre una serie molto ampia di significati, ricollegantisi, per un verso, all'idea di passività, di automatismo, di assenza di finalità, di disordine e, per altro verso, all'idea di qualcosa d'inatteso, d'imprevedibile, d'inverosimile. Suoi sinonimi sono spesso considerati i termini *sorte*, *alea*, *azzardo*, *fortuna*, *fatalità*. Al fondo di queste accezioni stanno alcune concezioni che è possibile precisare, anche ai fini di chiarire il senso che la nozione di c. riveste in contesti scientifici.

*Indice*: 1. Generalità. 2. Cenni storici. 3. Caso, ordine, determinismo. 4. Il caso nella scienza. 5. Conclusioni. □  
BIBLIOGRAFIA.

## 1. Generalità

Un'analisi un po' approfondita mostra che il concetto di c. viene usato in modo relativamente preciso per designare la *modalità* con cui accade un evento (di cui si dice appunto che avviene «a c.»). In tale eccezione entrano sostanzialmente due componenti di significato: la *contingenza* e la *non intenzionalità*, ossia, rispettivamente, il fatto che l'evento di cui si dice che avviene a c. avrebbe potuto non avvenire (e anzi normalmente non si verifica) e il fatto che il suo accadere non sia l'effetto di un'azione voluta da qualcuno. Entrambe queste componenti svolgono un ruolo essenziale, in quanto spiegano perché si possa parlare di c. anche in presenza di eventi regolati da leggi deterministiche: si può pensare, infatti, che sia del tutto accidentale, ossia contingente, il concorso di circostanze che ha condotto tali leggi a produrre proprio quel tale evento (si pensi al classico esempio della tegola che cade sul capo del passante); ma per far ciò bisogna pure escludere che dietro il verificarsi di detto evento si trovi un intervento volontario di qualcuno che ha voluto produrlo. Al concetto di c. inerisce dunque l'idea di *eccezione* e insieme quella dell'assenza di una vera e propria causa che non sia il puro concorso di circostanze accidentali: il c. è l'anomalo, che non è inteso o voluto da nessuna legge e da nessun agente.

altrettante traiettorie verticali patallle senza mai incontrarsi, cosicché egli è costretto ad ammettere che ogni atomo possa subire deviazioni minime (il famoso *clinamen*) nella sua traiettoria, e incontrarsi con altri, dando così luogo alla costituzione e dissoluzione dei corpi per aggregazione e disgregazione. In tal modo appare il c. come eccezione alla necessità, oltre che come negazione, questa volta consapevole, della finalità. Nel sistema epicureo questa rottura della ferrea necessità era introdotta anche per fare spazio alla libertà e si ritrova anche in Lucrezio. Aristotele, che ammette tanto la causalità efficiente quanto la causalità finale nel comportamento dei fenomeni naturali, introduce peraltro proprio l'idea rigotosa di c., riconoscendo che non tutto nel mondo avviene secondo necessità: infatti, non tutto deriva dalla *natura essenziale* degli esseri, ma possono darsi eventi che capitano *accidentalmente*, ossia che non si producono né sempre, né per lo più, come pure eventi che si danno indipendentemente dalle intenzioni perseguite da un agente. Ovviamente, egli non sostiene che tali eventi si producano senza cause proporzionate, ma intende affermare che tali cause intervengono accidentalmente dall'esterno del processo e rompono quello che avrebbe dovuto essere il suo corso normale o intenzionale.

Nel pensiero antico non mancano le concezioni soggettivistiche del caso. Per es., già Anassagora, e più tardi gli Stoici, consideravano l'Universo come regolato in ogni suo aspetto da una *ragione cosmica*, cosicché il c. è solo l'espressione di un'incapacità umana di conoscere o di comprendere questo ordine, che è a un tempo necessario e finalistico. Il pensiero cristiano aderì molto facilmente a una simile concezione: in un mondo ordinato dalla volontà supremamente intelligente di Dio fin nei minimi particolari, il c. oggettivamente non esiste, se non appunto come inadeguatezza dell'intelletto umano a cogliere l'infinità del piano divino della Provvidenza (Agostino, Tommaso d'Aquino). Elaborate dottrine dovettero esser sviluppate per conciliare questa visione con l'ammissione della libertà umana. A maggior ragione, il c. dovette essere bandito da tutte le concezioni panteistiche, che identificano Dio col mondo: in esse non v'è posto per alcuna forma di contingenza, poiché tutto quanto esiste è risultato necessario della natura divina. I fatti che noi riteniamo contingenti sono solo quelli che ci sembrano tali in relazione alle limitazioni della nostra conoscenza (Spinoza). Entro questa medesima linea, rientrano concezioni, pur tanto diverse sotto altri punti di vista, come il panlogismo di Hegel o la concezione bergsoniana dell'evoluzione creatrice: il c. è una illusione soggettiva che viene da un sentimento di sorpresa nel trovare ciò che in realtà si rivela come un ordine diverso da quello che ci attendevamo.

### 3. Caso, ordine, determinismo

Dalle brevi analisi che precedono appare come i due elementi inclusi nel concetto intuitivo di c., ossia l'assenza di necessità (*contingenza*) e l'assenza d'intenzionalità, siano venuti progressivamente spogliandosi, nella storia del pensiero, delle iniziali connotazioni che li legavano ai decreti di una qualche volontà cosmica, per assumere i tratti di un'alternativa o contrapposizione a due concetti più astratti: quello del determinismo e quello dell'ordine. Tale contrapposizione o alternativa è in realtà suscettibile di sfumature e articolazioni alquanto diverse (v. anche ORDINE; CAUSALITÀ).

a) La nozione di *ordine* è un po' la traduzione «neutrale» del concetto di finalità, nel senso che allude alla presenza di una qualche unità, di un qualche disegno, prescindendo dal fatto che esso possa corrispondere al progetto intenzionale di qualcuno. In questo contesto è possibile affermare che l'ordine non ha statuto oggettivo, ma tutto si dà «a c.» ed è ordinato soltanto a opera dell'attività schematizzante più o meno soggettiva dell'uomo; oppure, al contrario, esiste un ordine oggettivo in ogni campo di fenomeni e il c. è solo espressio-

ne della nostra soggettiva incapacità di coglierlo; oppure, ci sono tanto fenomeni ordinati, quanto fenomeni casuali e, anzi, gli stessi fenomeni casuali possono esibire certe forme di ordine e di regolarità (come attestano le regolarità statistiche); o, infine, l'ordine può emergere anche dal disordine casuale, in certe particolari situazioni. Si può anche dire che quello del c. è un particolare ordine, detto appunto *ordine casuale*, che addirittura è caratterizzabile in modo matematicamente rigoroso.

b) La nozione di *determinismo* è la restrizione al campo dei fenomeni naturali della nozione metafisica di *necessità causale* e, circa i suoi rapporti col concetto di c., sono pure possibili posizioni diverse: il determinismo è la conseguenza dell'esistenza di leggi naturali inviolabili e ha quindi uno statuto oggettivo, mentre il c. esprime soltanto la nostra ignoranza soggettiva di esse o delle loro condizioni di applicazione; oppure, al contrario, non esiste un determinismo oggettivo, ma esso è soltanto la risultante di una schematizzazione soggettiva di fenomeni intrinsecamente casuali; oppure, il determinismo è soltanto un risultato su grande scala dell'accumularsi di moltissimi eventi casuali che danno luogo a regolarità statistiche (v. CAUSALITÀ: 3).

Questi due ordini di problemi sono effettivamente distinti, anche se di fatto sono stati frequentemente intrecciati nella storia del pensiero filosofico e scientifico, dal momento che, per quanto riguarda la Natura, l'ordine è stato ben presto concepito come un *ordine deterministico*, ossia prodotto dall'azione di leggi deterministiche e solo da queste. Sarà utile pertanto tenerli abbastanza distinti, se non altro a fini espositivi, anche discutendo del ruolo del c. nella scienza.

### 4. Il caso nella scienza

La scienza incominciò a occuparsi del c. prima che s'affermasse in essa la rigorosa prospettiva deterministica del meccanicismo, dedicandosi a una trattazione matematica di fenomeni che si possono ritenere genuinamente casuali, come quelli dei giochi d'azzardo non truccati. Possiamo dire che, già dalla prima metà del 17° sec., quando l'Europa fu percorsa dall'aspirazione a trattare matematicamente il maggior numero di fatti possibili, anche il c. fu sottoposto a questa trattazione: da G. Galilei, a B. Pascal, a P. Fermat, a Ch. Huygens, a J. Bernoulli, ad A. de Moivre, si venne sviluppando una teoria matematica del c., i cui esempi erano tratti dai giochi d'azzardo o da loro idealizzazioni, come le estrazioni da urne. I titoli di queste opere sono di per sé eloquenti: *I metodi di ragionamento nel gioco d'azzardo* (Huygens, 1657), *L'arte di congetturare* (Bernoulli, 1713), *Dottrina del caso* (de Moivre, 1759). Ciò che spinse questi matematici a occuparsi del c. era il duplice fatto per cui, da un canto, ogni singolo fenomeno del tipo studiato è contingente, ossia può prodursi ma anche non prodursi, ed è in tal senso casuale, mentre, d'altro canto, una lunga serie di ripetizioni di tale fenomeno rivela la presenza di certe regolarità, e quindi di un certo ordine, nella comparsa delle relative frequenze. Nacque così il *calcolo delle probabilità*, che può essere visto come uno studio dell'ordine dei fenomeni casuali; la giustificazione di tale ordine veniva ricercata in principi essi pure di tipo oggettivo, come il *principio dei casi egualmente possibili* o il *principio della ragione non sufficiente*, ribattezzati in seguito come *principio di indifferenza* o di *simmetria* dagli studiosi che si riallacciavano alla cosiddetta concezione classica della probabilità e che da essi traevano addirittura la definizione della probabilità (v. PROBABILITÀ CLASSICA: 1). Parallelamente, considerazioni analoghe venivano ispirate dallo studio delle statistiche di mortalità o di altri eventi casuali cui s'interessavano le compagnie di assicurazione. Pure indipendente dal determinismo era la nozione di ordine che campeggiava in tutta la biologia, questa volta con accenti più o meno esplicitamente finalistici. La biologia rimase fortemente contraria a ogni idea di

casualità fino all'imporsi dell'evoluzionismo darwiniano, quando s'incominciò a rendere compatibili col c. le caratteristiche d'ordine dei viventi e addirittura, col neodarwinismo, a farle in qualche modo dipendere dal c. medesimo.

Come ogni teoria matematica, anche quella della probabilità era in sé stessa coerente, ma lasciava sussistere il problema della sua adeguatezza alla struttura del reale empirico, il che, tradotto nei termini del problema di cui stiamo occupandoci, equivale a chiedersi se il c., qual è trattato in tale teoria, possiede davvero uno statuto oggettivo, caratterizzato da quelle proprietà che la teoria prevede poggiando su forti idealizzazioni logiche. Ossia, quale significato e quale portata ha la valutazione della probabilità sull'accadere effettivo di un evento considerato aleatorio? Si può dire che l'unico ponte di passaggio tra la valutazione teorica a priori della probabilità e la realtà effettiva è dato dalla proposizione che si potrebbe chiamare *legge empirica dei grandi numeri* e che viene talvolta indicata, da vari autori, con altre espressioni, come *legge empirica del c.* o anche, con espressione ancora più discutibile, *postulato empirico del caso*. Tale proposizione potrebbe essere enunciata dicendo che, se si ripete un gran numero di volte un esperimento che potrebbe dare come risultato un determinato evento aleatorio, in modo che la valutazione teorica a priori della probabilità rimanga costante da prova a prova, nella maggior parte dei casi la frequenza empirica dei successi s'avvicina di molto alla probabilità teorica valutata a priori.

Si può osservare che in questo enunciato figurano espressioni che non hanno significato preciso; tali sono, per es., «grande numero», «nella maggior parte dei casi», «s'avvicina di molto». Tuttavia, non è possibile ottenere una precisione maggiore, né ci si può illudere di poter dimostrare logicamente una proposizione che, per sua stessa natura, è empirica. La sola precisazione che si può ottenere è data da un classico teorema di Bernoulli, che tuttavia non può essere interpretato come una dimostrazione della legge empirica, come alcuni mostrano di credere. Quindi, il teorema di Bernoulli lascia impregiudicata la questione del legame tra la determinazione teorica della probabilità e la realtà effettiva: esso permette tuttavia di enunciare una legge empirica più limitata o attenuata, che potrebbe essere formulata dicendo che se la valutazione a priori della probabilità di un evento aleatorio è molto vicina a 1, allora tale evento si verifica quasi sempre. Ma rimangono tuttavia le imprecisioni e le ambiguità dovute alle espressioni «molto vicino» e «quasi sempre». In altre parole, rimane, ed è insopprimibile, la differenza radicale tra *probabilità molto vicina a 1 e certezza deduttiva*; o, rispettivamente, tra *probabilità molto vicina a zero e impossibilità logica*.

Pertanto, in questo ordine di idee, nulla si può obiettare alle argomentazioni di J. Monod, con cui egli risponde alle argomentazioni di chi si basa sull'estrema piccolezza della probabilità che sia avvenuto quell'inizio casuale di vita che egli descrive nella sua opera, affermando anzitutto che la scienza non può dire nulla su un avvenimento unico, come quello che egli descrive, aggiungendo poco dopo: «... Noi non abbiamo oggi né il diritto di affermare né quello di negare che la vita sia apparsa una sola volta sulla Terra, e che quindi, prima che essa apparisse, la sua probabilità di esistere era quasi nulla.» E conclude la sua argomentazione dicendo: «Il nostro numero è stato sorteggiato al gioco di Montecarlo» (J. Monod, *Il caso e la necessità*, cap. 8). Non possiamo quindi dimostrare che ciò non poteva avvenire, anche se la sua probabilità a priori era piccolissima.

Diversa è la prospettiva se il confronto con la realtà è fatto ricorrendo direttamente all'analisi empirica dei dati. La nostra mente può infatti escogitare delle procedure per scoprire le regolarità globali che stanno sotto l'apparenza caotica del comportamento della Natura nel campo dei fenomeni sin-

goli. Queste procedure sono studiate e codificate dalla statistica: in un certo senso, a questa scienza viene demandato il compito di raccogliere metodologicamente le informazioni su folle numerose di fenomeni individuali, di elaborarle e di presentarle in modo che sia possibile una ragionevole conoscenza globale e una previsione del futuro. Ciò è particolarmente utile nel caso dei fenomeni della società umana, nei quali il comportamento del singolo è ben difficilmente prevedibile. Ma ciò avviene anche nella fisica classica; così, nel caso della teoria cinetica dei gas, i parametri globali (pressione, volume, temperatura, energia interna, entalpia, ecc.), tipici della termodinamica classica, caratterizzano la regolarità termodinamica, che vige sotto il disordine del movimento caotico delle molecole singole.

In questo ordine di idee, si potrebbe scorgere una forte analogia tra questo modo di vedere le cose e certe procedure moderne di calcolo numerico, le quali vengono comunemente chiamate *metodi Montecarlo*. Con queste procedure certi calcoli numerici vengono portati a termine facendo costruire ai calcolatori moltissimi numeri che vengono chiamati «casuali»; è chiaro tuttavia che questa denominazione va considerata come convenzionale: infatti, i numeri di cui si tratta sono costruiti dalla macchina con leggi ben determinate, prescritte dall'operatore. Ma i calcoli per determinare tali numeri sono talmente numerosi, che essi sono praticamente sconosciuti a un operatore umano, il quale, di conseguenza, si trova, di fronte ai risultati, nelle condizioni di un giocatore che estrae a caso dei numeri da un'urna.

In altro ordine di idee, anche i vari enunciati e le corrispondenti dimostrazioni di quello che viene indicato spesso come *teorema del limite centrale del calcolo delle probabilità* rientrano nello schema della ricerca di un ordine globale, che superi il disordine col quale si presentano gli avvenimenti singoli. Infatti, il teorema citato potrebbe essere presentato (in modo rudimentale e approssimativo) dicendo che la legge di distribuzione di una variabile casuale, che possa essere vista come la somma di moltissime altre variabili casuali indipendenti e molto piccole, è la legge normale, già elaborata di K. F. Gauss per la sua teoria degli errori di osservazione.

La fiducia in questo razionalismo radicale, che sottintende una visione deterministica dell'Universo, non è stata inficiata, nella mente degli scienziati che l'hanno adottata, dall'esistenza dei fenomeni fisici irreversibili, come sono tipicamente quelli che coinvolgono il calore. Anzi, le concezioni di L. Boltzmann, l'introduzione dell'entropia come funzione di stato e la sua interpretazione statistica, hanno in certo modo indotto a inerprire l'irreversibilità come una necessaria e quasi fatale evoluzione verso la ripartizione uniforme dell'energia. È appena necessario osservare che la concezione dell'entropia come misura dello stato di ordine (e quindi anche di disordine) di un sistema costituito da moltissimi elementi è stata adottata, in epoca a noi più vicina, da C. E. Shannon per definire la misura dell'informazione. Pertanto si potrebbe dire che in tal modo, e in qualche misura, la problematica del c. viene riproposta con la problematica dell'informazione.

Nelle considerazioni precedenti è già emersa l'importanza dell'applicazione della trattazione matematica di fenomeni aleatori alla fisica, che ci siamo limitati a considerare dal punto di vista dell'ordine, variamente inteso. Ma l'applicazione del calcolo delle probabilità alla fisica è avvenuta principalmente entro un altro contesto problematico, quello del *determinismo*, secondo una linea di pensiero inaugurata da P. S. de Laplace. Fu Laplace a esprimere per primo, in modo esplicito e dichiarato, la convinzione che la Natura è retta fin nei minimi particolari da leggi deterministiche che collegano mutuamente tutti i fenomeni, cosicché nulla in essa accade oggettivamente «a caso». Il c., quindi, è soltanto un'espressione della nostra ignoranza e dei poteri limitati di conoscenza e di elaborazione matematica della nostra mente. Data la loro

chiarezza, possiamo riportare, senza commento, alcuni passi del *Saggio filosofico sulle probabilità* (1814), in cui Laplace esprime la sua concezione, che spinge il determinismo anche nel settore delle scelte libere dell'Uomo: «Tutti gli avvenimenti, anche quelli che per la loro piccolezza sembrano non ubbidire alle grandi leggi della Natura, ne sono una conseguenza necessaria, come lo sono le rivoluzioni del Sole. Ignorando i legami che li uniscono al sistema intero dell'Universo, li si è fatti dipendere dalle cause finali o dal c., a seconda che si manifestassero e si succedessero con regolarità oppure senza ordine apparente; ma queste cause immaginarie sono state successivamente arretrate sino ai limiti delle nostre conoscenze e spariscono del tutto davanti alla sana filosofia, la quale non vede in esse che l'espressione dell'ignoranza in cui ci troviamo circa le vere cause. Gli avvenimenti attuali hanno coi precedenti un legame fondato sul principio evidente che nulla può incominciare a essere senza una causa che lo produca. Quest'assioma, noto sotto il nome di *principio della ragion sufficiente*, si estende anche alle azioni che giudichiamo indifferenti. Neppure la volontà più libera può dar loro nascita senza un motivo determinante [...] Dobbiamo dunque considerare lo stato presente dell'Universo come l'effetto del suo stato anteriore e come la causa del suo stato futuro. Un'intelligenza che, per un daro istante, conoscesse tutte le forze da cui è animata la Natura e la situazione rispettiva degli esseri che la compongono, se, per di più, fosse abbastanza profonda per sottomettere questi dati all'analisi, abbraccerebbe nella stessa formula i movimenti dei più grandi corpi dell'Universo e dell'atomo più leggero: nulla sarebbe incerto per essa e l'avvenire, come il passato, sarebbe presenti ai suoi occhi. Lo spirito umano offre, nella perfezione che ha saputo dare all'astronomia, un pallido esempio di quest'Intelligenza» (Laplace, *Opere*, UTET, Torino, 1967, pp. 242-243).

In sostanza, dunque, per Laplace il c. non esiste se non come ignoranza umana soggettiva. Questa, d'altro canto, non è totale: noi conosciamo molte leggi naturali, possiamo determinare lo stato di molti sistemi fisici entro certi limiti di esattezza, sappiamo risolvere un buon numero di equazioni differenziali, cosicché, per quanto riguarda, in particolare, la nostra possibilità di fare previsioni, non siamo del tutto al buio, ma possiamo applicare il calcolo delle probabilità per trarre conclusioni dotate di un più o meno elevato grado di affidabilità, trattando come parzialmente aleatori degli eventi e delle circostanze che, pur non essendo tali in sé stessi, è come se lo fossero per quanto riguarda le nostre conoscenze. Questa visione laplaciana dominò la fisica matematica per tutto l'Ottocento e non fu intaccata neppure dall'irrompere delle trattazioni statistiche, nate con la teoria cinetica dei gas e con la meccanica statistica, le quali lasciavano sussistere la fiducia nel comportamento rigidamente deterministico delle singole molecole che si agitano nel cosiddetto *caos molecolare*, in quanto il loro comportamento individuale è irrilevante ai fini delle considerazioni riguardanti i loro comportamenti collettivi, da cui si traggono, con opportuni calcoli di medie, i valori dei parametri e delle variabili che veramente interessano (v. CAUSALITÀ: 3a, 3b; MECCANICA STATISTICA).

Vale la pena di osservare, comunque, che nell'Ottocento furono elaborate anche alcune concezioni del c. di natura oggettiva, che comportavano una certa attenuazione del determinismo laplaciano. La più rilevante in proposito è probabilmente quella, dovuta in particolare ad A. Cournot, secondo cui il c. è la confluenza di catene causali deterministiche, ma indipendenti. La realtà in sé è costituita da una serie innumerevole di catene causali, che alcune volte sono tra loro solidali, cioè interferiscono modificandosi a vicenda, ma in molti altri casi scorrono indipendentemente. Tuttavia, può accadere che esse interferiscano casualmente, dando luogo a fenomeni accidentali non riconducibili ad alcun rapporto di causalità regolare, e quindi deterministiche. In ciò veniva ripresa

una concezione antica, già espressa con molta efficacia, per es., da S. Boezio (*De consolatione philosophiae*), secondo cui «È lecito definire il c. come un evento inopinato che sorge da cause confluenti in quei fatti che sono governati da qualcosa d'altro». È chiaro che il punto di vista di Cournot non è ammissibile in un Universo rigorosamente deterministico, in cui non c'è parte che non agisca su tutte le altre, non c'è azione che non si ripercuota su tutte, come appunto aveva sostenuto Laplace.

Un altro modo di conferire un certo statuto al c., pur dentro un quadro fondamentalmente deterministico, venne introdotto da H. Poincaré, il quale propose di considerare casuale ogni evento che, pur essendo determinato, è tale che una piccolissima differenza nelle cause o condizioni iniziali determinerebbe un'enorme diversità negli effetti. Nonostante una certa debolezza logica di questa definizione, legata alla vaghezza soggettiva dell'apprezzamento della «piccolezza» delle variazioni nelle cause e della «grandezza» della disparità nelle conseguenze, essa è alla base di sviluppi molto importanti, che hanno condotto allo studio delle cosiddette *instabilità asintotiche* e del *caos deterministico* (v. CAUSALITÀ: 3b; ORDINE).

Una concezione autenticamente oggettivistica del c. s'è presentata col nascere della fisica quantistica, che ha introdotto l'indeterminismo come carattere strutturale dei fenomeni infraatomici e subatomici. Ci limitiamo qui a osservare che anche per la meccanica quantistica sono state proposte le distinzioni fra un'indeterminazione oggettiva e una soltanto soggettiva dei fenomeni concernenti i microoggetti. Tuttavia, le relazioni di indeterminazione di W. Heisenberg introducono il fatto nuovo dell'indeterminabilità di principio e non puramente di fatto nella precisazione simultanea di coppie di grandezze coniugate, legata sia all'interazione fra apparato di misura e microoggetto osservato, sia al noto dualismo onda-corpuscolo nel modo di concettualizzare i microoggetti. Si può certamente sostenere che questa situazione tradisce l'inadeguatezza di concettualizzare i microoggetti prendendo a prestito immagini della meccanica classica (come quando si concepisce un corpuscolo quale un punto materiale che percorre una ben precisa traiettoria). Si può quindi anche pensare che con altre concettualizzazioni l'indeterminismo scomparirebbe, ma ciò non elimina il fatto che nel suo stato attuale la meccanica quantistica è intrinsecamente indeterministica per quanto riguarda i suoi oggetti specifici, cioè i microoggetti (a differenza di quanto accadeva per la meccanica statistica classica, che poteva pensare le numerosissime molecole come piccolissimi punti materiali aventi posizioni e velocità ben determinate in linea di principio). In tal senso il comportamento del singolo microoggetto si presenta come indeterminato, e quindi casuale in tale preciso senso. Ciò non roglie, tuttavia, che nella stessa meccanica quantistica un'eliminazione del puro c. si presenti sotto altre forme: in primo luogo, attraverso la comparsa di un ordine di tipo statistico, espresso dalla stessa esistenza di leggi dei fenomeni microfisici, e, in secondo luogo, per la ricomparsa di un determinismo di altro tipo, che si manifesta nel comportamento deterministico nella funzione d'onda e che s'associa all'interpretazione statistica di quest'ultimo (v. CAUSALITÀ: 4).

### 5. Conclusioni

È facile rendersi conto che le varie concezioni circa l'assenza o la presenza del c. nella Natura, e la conseguente attribuzione a esso di uno statuto oggettivo o soggettivo, hanno in radice un carattere metafisico, ossia riguardano la costituzione della «realtà in sé». Ciò è vero non soltanto per le concezioni più antiche, in cui la distinzione fra scienza della Natura e filosofia della Natura non era ancora emersa (v. EPISTEMOLOGIA), ma anche per molte fra le concezioni più recenti (tipico, in proposito, è l'esempio delle citate dichiarazioni di Laplace o di

Monod). Le riflessioni sviluppate nel par. precedente hanno tuttavia mostrato come, discutendo il problema del c. nella scienza, l'orizzonte tematico si sia necessariamente ristretto al campo delimitato degli oggetti scientifici, ossia di quegli aspetti della realtà naturale che si possono indagare ricorrendo a certi ritagli concettuali e operazionali legati all'uso dei metodi sperimentali e teorici delle singole branche della fisica. Con ciò si è abbandonato il terreno della metafisica e della filosofia della Natura e sarebbe pertanto metodologicamente scorretto pretendere di attribuire di nuovo portata metafisica alle conclusioni parziali che si raggiungono entro i singoli settori scientifici. Ciò sarebbe, oltre tutto, impossibile perché, come s'è visto, entro i diversi contesti si è talora portati ad affermare e talora a negare la presenza di un certo tipo di ordine o di un certo tipo di determinismo, e sarebbe del tutto arbitrario pretendere che la parola definitiva spetti a quanto si può asserire in uno solo di tali contesti. A maggior ragione, sarebbe arbitrario pretendere che non abbia senso indagare il problema del c. anche al di fuori degli stessi contesti scientifici, il che non significa negare l'importanza di quanto, su tale problema, può mostrarci la scienza, ma semplicemente riconoscere che su esso la scienza non può pretendere di dire l'ultima parola. Quello del c., come di molti altri problemi fondamentali e complessi, rimane dunque, oltre che un problema scientifico, anche un problema di metafisica e di filosofia della Natura.

BIBLIOGRAFIA: D. BOHM, *Causality and chance in modern physics*, Routledge & Kegan, Londra, 1957; E. BOREL, *Le hasard*, Presses Universitaires de France, Parigi, 1948<sup>2</sup>; M. BORN, *Filosofia naturale della causalità e del caso*, Boringhieri, Torino, 1962; I. HACKING, *The emergence of probability*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1975.

Evandro Agazzi e Carlo Felice Manara