

NOTA IN MARGINE

La Rivista ha ritenuto di pubblicare, per il suo contenuto fondazionale, questa nota critica di Domenico Costantini, ferma dal 2003 nei cassetti della Redazione. Così aveva voluto Italo Scardovi, che abbiamo sollecitato a contribuire con un suo commento. (La Direzione)

LA MATEMATICA DEL CASO

Domenico Costantini

I. Qualche anno fa, per i tipi dell'editore Martello, è apparso un affascinante volumetto di Italo Scardovi: *Il tempo e il caso. Una endiadi statistica*. Chi scrive deve la fortuna di averlo potuto leggere alla cortesia dell'Autore; la pubblicazione è avvenuta in sordina, senza rumore come è nello stile di Scardovi. Indubbiamente e nonostante la sua brevità, poco meno di cento pagine, si tratta di un'opera di grande respiro dedicata agli aspetti fondazionali delle nozioni statistico-probabilistiche e, più in generale, di tutte le scienze che a queste nozioni fanno riferimento. Se ne parlerà molto, avevo pensato, interverrò nella discussione più avanti. Non se ne è parlato; la pubblicazione è passata inosservata; non un commento né assenziente né dissenziente. Azzardo un'ipotesi, e spero ardentemente di sbagliarmi ma temo di essere nel vero: il silenzio è da imputare al fatto che, oramai, lo statistico di casa nostra "in tutt'altre faccende affaccendato – come disse il poeta – a questa roba è morto e sotterrato". Ma quello di Scardovi è un importante contributo al dibattito sui fondamenti delle discipline statistico-probabilistiche; è tempo che si facciano i conti con le sue tesi; questo è il motivo delle presenti annotazioni.

II. Come tutti contributi di grande spessore, anche questo può suscitare consenso e dissenso; comincerò col dissentire circa la definizione di probabilità e il ruolo dell'indipendenza. Scardovi definisce la probabilità come "misura dell'avverabilità di un evento" (p. 18). Leggendo la probabilità all'avverabilità degli eventi si guarda a questa nozione da una prospettiva limitativa, la si intende cioè come una nozione che si occupa solo dell'accadere degli eventi e non anche della descrizione del loro svolgersi nel tempo. A mio parere, questa interpretazione pone Scardovi in aperto contrasto con la distinzione – che egli stesso introduce e piena-

mente sottoscrivo – fra probabilità ontiche ed epistemiche. Infatti, una probabilità connessa in modo esclusivo all'accadimento di eventi è una probabilità epistémica che, come tale, non può giocare alcun ruolo all'interno di una teoria scientifica. Una probabilità ontica è connessa anche all'avverabilità di eventi ma, mirando a descrivere la realtà, si occuperà innanzitutto delle modalità temporali con cui gli eventi sono accaduti e accadranno, dovrà cioè servire a spiegare e a prevedere la realtà che ci circonda.

Poche righe dopo aver definito la probabilità, Scardovi asserisce: “Essenziale all'assunto di casualità fenomenica è la condizione di indipendenza tra i singoli eventi costituenti” (p. 19). Qui sta il secondo e ultimo punto di dissenso. Il passo testè citato, come viene precisato tre righe dopo, si riferisce ai grandi numeri, alle popolazioni quindi, di oscillatori o di alleli, in quanto contrapposte all'individuo singolo, fotone o gene (p. 64). La contrapposizione sulla quale Scardovi fonda gran parte delle sue argomentazioni è appunto fra eventi collettivi, per i quali valgono le leggi statistiche, ed eventi singolari per i quali la probabilità non ha nulla da dire. Ebbene, a certi livelli di descrizione, l'indipendenza è davvero indispensabile alla casualità e quindi alla possibilità di stabilire leggi statistiche, penso agli oscillatori di Planck nel limite termodinamico. Ma la perentoria asserzione di Scardovi potrebbe far pensare che essa debba valere per tutti i livelli di descrizione, sembra cioè dimenticare che la fisica moderna ha finalmente escluso dalle descrizioni delle particelle elementari un'ipotesi così ingombrante quale l'indipendenza stocastica: i bosoni, fotoni o atomi di elio, sono positivamente correlati; i fermioni, elettroni o protoni, sono negativamente correlati; solo le molecole della termodinamica classica erano indipendenti ma oggi sappiamo che particelle del tipo immaginato da Boltzmann esistono solo in situazioni di estrema rarefazione.

III. E vengo al consenso, ben più ampio del dissenso. Il fascino del volumetto di Scardovi sta anche nel linguaggio con cui argomenta. Vi troviamo bellissime espressioni di cui alcune compendiano, in modo decisamente poetico, il nocciolo del pensiero di Scardovi: “... una fisica di eventi che cadono nel tempo di Boltzmann, spinti dalla probabilità” (p. 13) oppure “Sospinto dal caso, il processo converge verso lo stato più probabile” (p. 33) o ancora “La causa [...] ha una sua rassicurante fisicità di superficie. Non tosi il caso, più indefinibile nei suoi contenuti” (p. 51) e infine “Chiunque abbia deciso quelle leggi, esse sono leggi statistiche: le leggi di fenomeni che divengono nel tempo, sospinti dal caso. Se un *Deus sive natura* giochi davvero a dadi col mondo [...] la scienza non pretende di sapere. Sa, però, che non può fare a meno di adoperare la matematica dei dadi [...] E sa pure che [...] non è permesso [...] cambiare le regole del gioco. Le regole di un sapere cresciuto sulla riscoperta del tempo e del caso, enigmatici mediatori tra il possibile e il reale” (pp. 95, 96). Mi sembra che queste belle immagini possano essere riassunte in una metafora a cui, più di una volta, Scardovi ricorre. L'ho dianzi citata: “matematica dei dadi” ma anche “matematica del caso” (p. 18) o “logica del probabile” (p. 14). Stupendi tropi, non si può fare a meno di riconoscerlo; ma cosa adombrano o, meglio, cosa intendono comunicare?

Ho testè posto una domanda; il contributo di Scardovi è zeppo di interrogativi mentre poche sono le risposte. La ragione, ritengo, sia da cercarsi nel fatto che molte delle questioni da lui trattate sono prive di risposta o, almeno, non hanno ancora trovato risposte convincenti. Queste domande, tuttavia, ci presentano con grande chiarezza una questione, e ci invitano ad affrontarla. Si tratta dei contorni che deve avere una visione statistico-probabilistica del mondo. A questo riguardo Scardovi ci fornisce alcune indicazioni, poste in risalto dall'essere le sole che esplicitamente formula. Nell'ultimo capoverso troviamo la metafora eraclitea "il tempo è un fanciullo che gioca coi dadi" (p. 96) che Scardovi fa sua. Da qui il sottotitolo: tempo e caso sono nozioni l'una delle quali è il complemento dell'altra. Questa è la tesi centrale di Scardovi che viene precisata da una considerazione sull'impianto stocastico di alcune scienze della natura esemplificate dalla "biologia, dove l'immanente spontaneità naturale, essenziale all'evoluzione, appare irriducibile. E dove il tempo e il caso hanno un ruolo costitutivo" (p. 75). Tenendo in mente questo asserto, riferendosi ad una frase di Einstein – le leggi della fisica quantistica non governano le vicende nel tempo di oggetti singoli; esse governano le variazioni della probabilità nel tempo – individuiamo l'indicazione decisiva: "l'idea che la realtà non è l'unica possibile, che evento è ciò che può non accadere e che non si può prevedere l'evento, bensì la sua probabilità" (p. 61). Una descrizione statistico-probabilistica della realtà deve quindi occuparsi di come mutano le probabilità al trascorrere del tempo. Teorie di questo tipo già esistono; mi riferisco alla fisica statistica e alla genetica di popolazione, due discipline che tanta parte hanno nelle riflessioni di Scardovi. Ed è questa indicazione che intendo seguire con alcune brevi riflessioni.

Ancora una volta, il punto di partenza mi è fornito da Scardovi là dove, contrapponendo la meccanica classica ai primi tentativi di fondare statisticamente la termodinamica, ci ricorda che in quella meccanica "i movimenti delle molecole rispondono sempre alle leggi dinamiche classiche. Come l'orbitare dei pianeti, come il saltellare di un dado" (p. 32). Quindi una teoria possiede contenuto fisico solo se è in grado di descrivere ciò che accade al trascorrere del tempo. In fisica ciò che interessa è la ricerca dei possibili stati di un sistema. Specificare lo stato di un sistema significa individuare un insieme di parametri la cui conoscenza è necessaria per prevedere le future sue trasformazioni. Una teoria è deterministica se, basandosi sulla conoscenza dello stato di un sistema ad un dato tempo, consente di calcolare il suo stato tanto ad un tempo precedente quanto ad un tempo futuro.

Questi sono i capisaldi del determinismo che Newton e Laplace ci hanno insegnato. Al contrario, una teoria statistico-probabilistica non si preoccupa – in verità non è neppure attrezzata – di dedurre dalla conoscenza dello stato attuale del sistema quella di un suo stato precedente. Inoltre lo stato successivo di un sistema non viene determinato in modo univoco da teorie statistiche; simili teorie si limitano a calcolare le probabilità con cui il sistema sarà in uno degli stati in cui può trovarsi. Però, contrariamente a ciò che potrebbe sembrare di primo acchito, le teorie statistico-probabilistiche non hanno una capacità esplicativa e previsiva minore di quelle deterministiche. La cultura dominante, intrisa di pregiudizi deterministici, considera il riferimento alla probabilità un surrogato, inadeguato in

quanto tale, all'uso purtroppo impossibile della nozione di verità. In realtà una teoria statistica è un altro modo di descrivere e prevedere il mutare della realtà, a volte peggiore a volte migliore di una teoria deterministica ma, e questo conta, è una teoria che può arrivare dove altre non possono giungere.

Non è certo semplice delineare l'articolarsi di una teoria statistico-probabilistica. In queste note non posso far altro che limitarmi ad alcuni cenni. La prima caratteristica di una siffatta teoria è, ovviamente, di fare riferimento alla probabilità degli stati possibili. Queste probabilità sono relative alla conoscenza degli stati precedenti. Si tratta quindi di probabilità subordinate, segnatamente di probabilità relative al transire di qualcosa da uno stato all'altro; si tratta, in definitiva delle probabilità di un processo stocastico. Ma, tenendo conto del fatto che le probabilità di un simile processo sono subordinate a delle storie, sorge immediatamente una questione, vale a dire quale sia il tipo di storia che dobbiamo considerare. Una storia può anche essere la descrizione degli stati in cui via via si è trovata una unità al trascorrere del tempo. Chiameremo individuale una descrizione di questo tipo ma con lo stesso termine si può descrivere lo stato di ciascuna delle unità che sono state progressivamente prese in esame. Considerando ad un tempo tutte le unità di una popolazione, una descrizione individuale ci informa anche circa lo stato di ciascuna unità della popolazione. In molti processi stocastici la probabilità della transizione viene intesa come relativa ad una storia individuale. Ciò sta ad indicare la persuasione che un'unità possa essere seguita, istante dopo istante, nel corso della sua storia. Questa convinzione ci riporta ad un visione deterministica del mondo e, quindi, ad un uso epistemico della probabilità. Infatti qualora si pensi di essere in grado di conoscere tutti gli stati in cui l'unità si è trovata nel passato, è naturale supporre che solo una qualche forma di ignoranza non ci consente di conoscere i suoi stati futuri.

Altre volte invece la probabilità della transizione è relativa a descrizioni statistiche, si riconosce cioè l'impossibilità di seguire passo dopo passo la storia di ogni unità. Una descrizione statistica relativa ad una popolazione si limita a specificare quante unità si trovano nei vari stati e non anche quali siano nei vari stati; cioè a dire, ad un tempo fissato, una simile descrizione individua la popolazione mediante la successione dei numeri di occupazione degli stati in cui le sue unità possono trovarsi. La storia statistica di una popolazione ci dirà quindi come varia la descrizione statistica della popolazione al trascorrere del tempo. Va da sé che la probabilità della transizione da uno stato all'altro potrà riferirsi tanto a descrizioni individuali quanto a descrizioni statistiche. Le teorie statistico-probabilistiche si interessano solo di descrizioni statistiche, vale a dire, queste teorie si occupano della probabilità che essendo, ad un dato tempo, la popolazione in uno stato transisca ad un altro stato, non necessariamente diverso dal primo, ad un tempo immediatamente successivo, essendo gli stati precisati da una descrizione statistica. Riconoscendo l'impossibilità di seguire passo dopo passo la storia di ogni unità, teorie che si basano su descrizioni statistiche ci indirizzano verso una probabilità che, per dirla con Scardovi, cessa di essere un gioco della scienza una categoria epistemica per diventare un gioco della natura una categoria ontica. O anche: la distinzione fra descrizioni individuali e statistiche, e i conseguenti modi di intendere

i processi stocastici, ci presentano una delle svolte fondamentali della scienza contemporanea. E' una svolta alla quale Scardovi ripetutamente si riferisce; purtroppo non possiamo fare altro che suggerire la lettura del suo volumetto ove troviamo un'originalissima presentazione della questione. Si veda, ad esempio, il paragrafo XIV da cui abbiamo tratto la citazione sulla biologia.

Mi sono limitato a pochi cenni ma non poteva essere altrimenti. Volevo evidenziare qualche spunto di riflessione per me stesso prima che per altri – una riflessione che spinga a studiare la struttura delle discipline statistiche probabilistiche cioè di quelle discipline che scoprono “nella logica della natura la logica del probabile” (p. 14), che spinga a considerare la matematica del caso, cioè la probabilità, come “una metodologia universale: canone di lettura di tutta una realtà fisica, linguaggio dei fenomeni del vivente, concezione della natura” (p. 18). Queste sono le indicazioni che Scardovi ci ha dato con *Il tempo e il caso* e, ne sono profondamente convinto, lavorare nella direzione che ci ha indicato è il risultato che lui si attende da coloro che hanno avuto il privilegio di leggere il suo libro.

DOMENICO COSTANTINI

Una precisazione. Non passai alla stampa quelle pagine di Domenico Costantini (molto coinvolgenti, come tante altre pagine sue) perchè mi mettevano in grande imbarazzo. Non poteva non essere così, essendo io, allora, l'autore del saggio fatto oggetto di tanta generosa attenzione e il direttore della Rivista che avrebbe dovuto ospitarle.

Decidendo di farne una “Nota in margine” per un prossimo numero, la Direzione di *STATISTICA* mi ha sollecitato ad aggiungere qualche riga. Mi avvalgo del cortese invito per togliere di mezzo un paio di equivoci. *Primo.* Di quel piccolo libro non si è “parlato” anche perchè non è mai andato nelle librerie, come si può arguire da una nota stampata nella pagina bianca che precede il frontespizio. Mi sono infatti limitato a farne omaggio ad amici e conoscenti che ho potuto incontrare in questi anni di vita forzosamente appartata. *Secondo.* Accostando il decadimento nucleare ai giochi di sorte non ho voluto definire (!) la probabilità, bensì chiarire il significato assunto da una sua misura in quei contesti. Allo stesso modo va inteso il richiamo alla indipendenza fenomenica, nelle ibridizzazioni mendeliane come nel lancio di dadi; i quali non hanno, per dirla con Joseph Bertrand “... né coscienza, né memoria”. Un'immagine icastica dell'indipendenza. Che è stata ed è una condizione limite essenziale, un'essenziale schema di riferimento. Non è forse dal raffronto a tale schema che venne la prova di una importante eccezione alla legge delle “segregazioni indipendenti”, ossia il *linkage* genetico? Ma è pur vero che l'osservazione di Domenico Costantini va a toccare sottili questioni fondazionali nelle quali ho tanto da imparare. Sono grato all'Amico e a *STATISTICA*. (Italo Scardovi)

RIASSUNTO

La matematica del caso

La nota commenta in profondo uno scritto monografico (Italo Scardovi, *Il tempo e il caso*, Edizione riservata, Martello Libreria, Milano 1999) dedicato a una interpretazione della immanente accidentalità dei fenomeni naturali.

SUMMARY

The mathematics of chance

This paper discusses thoroughly the content of Italo Scardovi's monograph "Il tempo e il caso" (Time and chance, published by Martello Library, Milan, 1999) devoted to an interpretation of immanent randomness of natural events.