

ELISABETTA DONINI (*)

Linee di ricerca sulle nozioni di probabilità e di legge

Nel nostro secolo, gli sviluppi della meccanica quantistica hanno portato ad assegnare al concetto di probabilità e all'uso dei metodi statistici una funzione costitutiva essenziale, non solo per l'articolazione delle tecniche di calcolo ma ancor prima per l'impianto della struttura epistemologica delle teorie fisiche contemporanee (almeno nelle versioni quasi universalmente affermatesi). Associata a quel concetto e a quei metodi, la rottura della tradizione conoscitiva classica fa percepire nel presente le impostazioni scientifiche imperniate sulla nozione di probabilità come intrinsecamente e ineluttabilmente indeterministe, nel senso preciso definito dai principi di Heisenberg e di Bohr.

Può essere interessante chiedersi come si sia creata questa compenetrazione tra il ricorso ai concetti di probabilità e l'indeterminismo teoretico. Per secoli, infatti, il calcolo delle probabilità era stato invece in relazione stretta con la certezza delle cause e aveva trovato alimento nell'epistemologia determinista. Le considerazioni, di cui vorrei accennare qui alcune linee, toccano due questioni: da un lato, una rassegna sommaria di certi problemi storiografici e controversie interpretative circa la natura, il peso e il significato che le concezioni probabilistiche ebbero in rapporto alla nascita della scienza moderna; d'altro lato, una traccia sintetica degli atteggiamenti socialmente rilevanti che via via hanno dato senso storico differente ai mutamenti subiti da quelle concezioni. Mi pare infatti che nel caso della probabilità emerga in modo particolarmente intenso quanto le scelte dei fisici — o degli scienziati in genere — siano sempre state profondamente impregnate di valori e ideologie mutate dall'ambiente storico-sociale in senso lato. Perciò, nella storia delle concezioni che nelle varie fasi essi hanno sviluppato circa la probabilità è possibile leggere ben più che una vicenda di sviluppi logici e tecnici delle nozioni e delle procedure di calcolo.

1. AUTORITÀ, LEGGE, LEGGI DI NATURA

Un primo punto su cui non c'è consenso tra gli storici riguarda l'epoca stessa di avvio del concetto moderno di probabilità. Emerse questo nel Cinquecento — e in particolare in Italia, con i contributi di Luca Pacioli, Tartaglia, Cardano alla determinazione degli esiti dei giochi d'azzardo e al calcolo combi-

(*) E. DONINI, Dipartimento di Fisica, Università di Lecce, Istituto di Meccanica Agraria, Università di Torino.

natorio — oppure nel Seicento attraverso un duplice processo che portò, da una parte, a mettere a punto una nozione epistemica di probabilità in relazione ai gradi di certezza e, dall'altra parte a rilevare e organizzare in regolarità matematiche precise le ricorrenze statistiche di ambiti anche diversissimi, dal lancio dei dadi, ai tassi delle rendite, agli andamenti demografici?

Lo spettro delle posizioni è molto ampio e qui mi limito a richiamarne solo una che mi sembra fondata su un'analisi particolarmente complessa e suggestiva. Secondo Hacking « il decennio attorno al 1660 è la data di nascita della probabilità » e « la probabilità che emerge tanto improvvisamente è un Giano bifronte » (1). Ci si trova allora di fronte a un problema molto articolato di scoperta simultanea e Hacking indaga sui contributi diversi e indipendenti dei vari Pascal, Fermat, Huyghens, Leibniz, de Witt, Graunt e così via per riuscire a fondere insieme le due questioni: perché proprio allora e proprio con quelle caratteristiche di dualità. Appunto la bivalenza — epistemica e frequentista — discrimina tra l'antico e il moderno: solo quando si realizzò tale coagulo (non solo di problemi, ma di atteggiamenti conoscitivi) emerse il nuovo concetto. Alla sua genesi fu necessario che nelle regolarità degli eventi naturali (rilevate attraverso un'attenzione fattasi sistematica per le ricorrenze dei fenomeni simili) si leggessero i segni di nessi interni di concatenazioni certe; fu perciò nelle « scienze basse », dalla medicina all'alchimia, che si produsse la mutazione che portò a fondare le opinioni sulle evidenze. All'autorevolezza esterna delle fonti « probe » subentrò l'analisi delle circostanze interne ai fenomeni, capaci di rivelarne le leggi. Questo di fatto è il punto chiave: secondo Hacking, dunque, l'emergere del nuovo concetto di probabilità presuppose che alla natura si guardasse come al libro scritto da Dio e proprio perciò l'indagine quantitativa sulle leggi del caso non solo non fu impedita, ma anzi si accompagnò allo sviluppo del determinismo meccanicista e della nozione forte di connessione causale.

Questa integrazione genetica tra probabilità, determinismo e causalità, come elementi essenziali della rivoluzione scientifica del Seicento, mi sembra molto importante e credo anzi che la si possa rafforzare se si sottolinea più drasticamente il carattere peculiare in senso normativo e giuridico di quella che la cultura occidentale ha identificato come la « legalità » della natura. Confrontata per differenza con altre culture e altre tradizioni (in particolare, con quella cinese) (2), essa mostra che il Dio-legislatore del Seicento è stato ben più che una metafora rapidamente accantonata dalla laicizzazione delle scienze; il mondo-macchina richiedeva infatti che un artefice avesse imposto la norma di funzionamento, dettando le proprie leggi come vincoli di una razionalità esterna. Non fu allora accidentale o senza significato che la preistoria e i primi sviluppi della probabilità fossero intrisi di questioni giuridiche: dalla credibilità delle prove

(1) I. HACKING, *The Emergence of Probability*, Cambridge University Press, Cambridge 1975, 11-12.

(2) J. NEEDHAM, *Science e civiltà in Cina*, vol. II, *Storia del pensiero scientifico*, Einaudi, Torino 1983, cit. in particolare il cap. 18 « Legge umana e leggi di natura in Cina e in Occidente ».

e delle testimonianze nei processi discusse già in autori greci e romani, all'analisi condotta da Leibniz — grazie alla sua formazione legale — sui gradi di probabilità in termini di « giurisprudenza naturale ».

Accanto a un approfondimento delle relazioni tra l'organizzazione sociale ed etica del diritto e le leggi della conoscenza scientifica, vi sono altri aspetti che vorrei richiamare e che — almeno in parte — sono materia di dibattito. Segni, evidenze, scienze « basse » rinviano alla questione di quanto i fondatori della scienza moderna abbiano scardinato le forme precedenti di conoscenza (e in particolare quelle di tipo magico e mistico) e quanto invece ad esse siano stati debitori. Vi sono ormai indagini sufficientemente documentate e numerose che argomentano ad esempio la rilevanza della tradizione alchimistica e magica ancora in Newton e Boyle (3); le vicende della probabilità possono fornire ulteriori tasselli di questo intreccio, come nel caso dei legami che lo sviluppo del calcolo combinatorio ebbe con le combinazioni alchemiche degli elementi e più in generale rispetto ai modi di conoscenza indiziaria che ne furono il presupposto.

Un problema altrettanto interessante da studiare è quello di come si giunse a stabilire la nozione di equivalenza nell'analisi dei casi possibili; essa infatti richiede che degli eventi venisse data una caratterizzazione astratta, capace di prescindere dalle circostanze giudicate irrilevanti così come ciò avveniva simultaneamente nella messa a punto degli esperimenti di laboratorio. Ritagliare dalla complessità del mondo singole parti e stabilirne la riproducibilità, assumendo l'equivalenza delle diverse copie (logica, nella accezione aprioristica ed epistemica; empirica, in quella frequentista) fu decisivo per fondare il calcolo quantitativo delle probabilità, così come lo fu per il metodo galileiano di sperimentazione.

2. PROBABILITÀ DELLE CAUSE E FISICA SOCIALE

Rinuncio qui anche solo a menzionare i molti problemi che sono stati sollevati a proposito degli sviluppi sia del calcolo delle probabilità che dei metodi statistici (e delle reciproche interazioni, molto controverse) tra la fine del Settecento e tutto il Settecento; vorrei invece almeno segnalare alcune questioni legate alla « fertilizzazione incrociata » che avvenne nell'Ottocento tra le scienze fisico-matematiche e quelle sociali.

All'apice degli sviluppi del determinismo meccanicista, Laplace poté codificare la versione soggettiva della probabilità in rapporto alla limitatezza delle conoscenze umane proprio perché la immerse nella certezza rigorosa delle concatenazioni causali e ne consolidò l'accezione appunto come probabilità delle cause nel senso di Bayes. Forte di questa impostazione fisico-matematica, egli stesso — e poi anche Poisson — ritenne di poter assoggettare a metodi scienti-

(3) Cfr. ad esempio C. WAZZERA, *Magia e scienza da Paracelso a Newton*, il Mulino, Bologna 1984.

fici anche le questioni morali, politiche, giuridiche, con la preoccupazione esplicita di riparare mediante la probabilità all'ignoranza delle cause e di garantire così la sicurezza sociale. Come è stato messo in risalto soprattutto da Gillispie (4), se Cournot riuscì a saldare razionalismo francese ed empirismo inglese dando rilievo oggettivo e non solo soggettivo alla probabilità e fondando una metodologia statistica ben definita, fu con la « fisica sociale » di Quetelet che si dispiegò il programma di un'estensione radicale del rigore scientifico laplaciano ai fenomeni umani. Con la nozione di « uomo medio » — dei cui comportamenti si ritiene possibile una teorizzazione scientifica rigorosa — i concetti e i procedimenti del calcolo delle probabilità e della statistica consentirono di attribuire agli eventi sociali leggi altrettanto stringenti di quelle stabilite in fisica. Attraverso Herschel, ne derivò una nuova articolazione del determinismo e un cambiamento di prospettiva che si ribaltò poi sulla stessa fisica tanto da approdare alle elaborazioni statistiche di Maxwell; di queste ultime, Porter (5) in particolare ha recentemente sottolineato quanto esse siano state non solo esplicitamente debentriche agli sviluppi avvenuti nelle scienze sociali, ma anche profondamente intrise di opzioni ideologiche, filosofiche e religiose.

Tra le tante questioni interpretative aperte ne accenno una: come si creò e si sviluppò la scissione tra processi dinamici e stati di equilibrio? Sullo sfondo delle leggi statistiche della società vi era un'idea di equilibrio sociale capace di generarsi e conservarsi grazie alle interazioni tra le libere volontà dei singoli individui: l'ordine spontaneo del mercato auto-regolato e dell'economia del *laissez faire*. La rifondazione statistica della teoria cinetica dei gas portò allo stesso esito, svincolando alla fine le proprietà dello stato di equilibrio dall'attenzione per la dinamica storica e dando anzi di esse una sistemazione autonoma con la meccanica statistica nel senso di Gibbs. Sia nell'ambito socio-economico che in quello fisico-matematico prevalse cioè una concezione statica — o meglio, conservatrice — dell'ordine macroscopico garantito dalle leggi, che ebbero quindi la funzione piuttosto di stabilire e descrivere le condizioni a regime che non di predire i cambiamenti possibili.

3. INDETERMINISMO E DINAMICA DEI PROCESSI COLLETTIVI

Nel saggio citato sopra, Porter attribuisce a Maxwell di avere per primo e in tutta originalità associato un carattere di incertezza alle conoscenze statistiche, rompendo così la compenetrazione tradizionale con il presupposto di rigore causale alla base della probabilità. Al di là del dubbio se ciò sia solidamente argomentabile per Maxwell, questo problema porta comunque al nodo della discontinuità storica che nel Novecento ha condotto, da un lato, a fondare in senso indeterminista l'intervento della probabilità nella meccanica quantistica e, dal-

(4) C. C. GILLISPIE, « Intellectual Factors in the Background of Analysis by Probabilities », in A. C. COURNOT (ed.), *Scientific Change*, Heinemann, London 1963, 431-453.

(5) T. M. PORTER, « A Statistical Survey of Gases: Maxwell's Social Physics », *Hist. Stud. Phys. Sci.*, 12, 1981, 77-116.

l'altro lato, a organizzare le varie discipline scientifiche in generale piuttosto per schemi di correlazione che per concatenazioni causali. Simultaneamente, la nozione stessa di probabilità è cambiata e gli anni '20 hanno segnato anche in questo campo tutto un fermento di innovazioni (e anche qui — come nelle matematiche in generale — hanno portato alla rifondazione autonoma nei termini della formulazione assiomatica alla Kolmogorov).

È interessante chiedersi quali scambi vi siano stati tra le diverse discipline e quale contesto culturale e ideologico abbia sorretto la convergenza in nuovi atteggiamenti e nuove scelte. Mi sembra che tra queste abbia spicco il fatto che non sono più necessari i grandi numeri per legittimare l'intervento della probabilità; in fisica, come in genetica, oggi si propongono descrizioni intrinsecamente statistiche di singoli eventi e il punto di vista dei comportamenti stocastici è adottato negli ambiti più vari. Nello stesso tempo sono state definite tecniche di analisi dei dati in condizioni di « bassa statistica » (soprattutto quando la complessità tecnologica degli esperimenti li rende praticamente irripetibili; è questa una situazione concettualmente molto diversa dalle ricerche dei secoli scorsi sulla distribuzione degli errori di numerosissime osservazioni).

È intervenuto un cambiamento altrettanto radicale anche nel modo di costruire le relazioni tra micro e macro-fenomeni e nell'attenzione per la dinamica di evoluzione dei processi, non solo più per la statica dei valori medi all'equilibrio. Nel caso della fisica posso ricordare almeno le proposte della sinergica e delle strutture dissipative ma il quadro storico da indagare è decisamente molto più complesso, perché la tendenza a valorizzare l'auto-organizzazione è emersa fortemente anche in biologia, economia o sociologia. In questa nuova impostazione, il livello globale interviene selezionando tra le fluttuazioni che si danno localmente quelle che risuonano secondo una coerenza interna favorevole; la retroazione — qualitativamente irriducibile al determinismo meccanicista — pone così il problema di ridefinire in termini « ecologici » (o, secondo altre opzioni e ideologie, « sistemici ») i processi attraverso cui variazioni accidentali si strutturano nell'ordine di un equilibrio dinamicamente aperto all'evoluzione.