

NOTA IN MARGINE

A PROPOSITO DI CONOSCENZA E STRATEGIA

Italo Scardovi

1. Sul tema della statistica, dei suoi fondamenti concettuali, del suo posto nel sapere, della natura delle sue leggi, è in corso un interessante dibattito logico e metodologico, cui partecipano scienziati e filosofi. Gli statistici ne sono assenti, o quasi. Come se la riflessione critica sugli strumenti del loro lavoro non li riguardasse; come se da loro non potesse venire un apporto alle idee e ai problemi della conoscenza; come se i metodi della statistica non avessero origine dalla scienza e i canoni inferenziali dei quali la disciplina si è arricchita non fossero sorti nella ricerca sulla natura, imbattutasi in un'immagine popo-lazionistica e accidentalistica dei fenomeni. Come se ai procedimenti della statistica l'indagine scientifica e la logica induttiva non facessero crescente ricorso, non sempre con la necessaria consapevolezza critica.

S'impone allora di rivedere principi e metodi, canoni e algoritmi. Un ripensamento rivolto alla coerenza logico-formale di regole e strumenti, al ruolo dei processi induttivi e ipotetico-deduttivi della statistica nell'avventura della conoscenza, al significato epistemologico del *modus operandi* statistico nel divenire di un pensiero scientifico sempre più proteso a fare dell'intuizione statistica del reale il proprio *modus intellegendi*.

Il ragionamento intorno al metodo dei fenomeni collettivi non può non rifarsi ai problemi della scienza e, insieme, alla riflessione filosofica su di essa; non può non ripensare la genesi, logica e storica, dei criteri statistici inferenziali nel contesto delle ricerche che ne posero l'esigenza. Senza ritrovare quelle radici concettuali, la discussione sull'induzione statistica rischia di rimanere in superficie, banale e non formativa. Trarre argomento dalla scienza e dal dibattito logico ed epistemologico che da Galileo in poi l'accompagna significa, anche, rifare l'attenta esegesi dei metodi. La scienza ha poco più di tre secoli di vita e da tre secoli la disputa culturale — soprattutto sulle questioni di metodo — si svolge attorno agli stessi argomenti. Argomenti che coinvolgono sempre più direttamente il metodo statistico. Come discuterne i fondamenti concettuali senza riandare ai fenomeni e ai problemi che lo proposero?

Purtroppo, questo riferirsi al pensiero scientifico e alla sua continua ricerca metodologica appare, a qualche statistico, un innocuo *divertissement* da

(*) Ricerca effettuata con un contributo del Ministero della Pubblica Istruzione.

storico. L'equivoco è ancora più pericoloso, e non soltanto sul piano culturale, quando il discorso va a toccare le questioni logiche suscitate dalle inferenze della statistica, in cui si ripropongono i motivi fondamentali del dibattito epistemologico. Nella teoria della stima ritorna il problema classico dell'induzione: la stima statistica è una tipica inferenza induttiva; nel controllo di un'ipotesi rivive l'eterna disputa di esperienza e ragione: l'esplicazione delle conseguenze teoriche di un'ipotesi è una tipica inferenza deduttiva da sottoporre — contesto della "prova" — al vaglio sperimentale. E nella dialettica di dato e ipotesi, di empiria e teoria, è vano pretendere priorità assolute.

Da Bacone a Leibniz, a Bayes, a Hume, a Laplace il problema dell'induzione ripropone il medesimo interrogativo, urta contro le medesime difficoltà logiche. E se v'è una possibilità di sfuggire alla trappola humiana, questa è da ricercarsi nella reinterpretazione degli enunciati del pensiero scientifico uscito dalla rivoluzione darwiniana e boltzmanniana. Certa epistemologia sembra non accorgersene, e preferisce trastullarsi, ad esempio, col "paradosso della conferma", senza provarsi a ripensarlo in chiave autenticamente statistica (1). E che dire degli schemi sintattici della logica tradizionale, delle figure logiche deducibili dall'asserzione ipotetica, e delle stesse fallacie, quando l'enunciato non è più 'individuale', bensì 'collettivo'? Sono anzitutto questi gli apporti concettuali che gli addetti al metodo dei fenomeni collettivi possono e debbono dare ad una epistemologia piuttosto lontana dalla scienza, che ancora s'attarda a riguardare la legge statistica come una sottospecie provvisoria di legge scientifica.

Solo discutendo intorno a questi problemi, solo ritornando agli interrogativi delle scienze naturali è possibile intendere appieno il grande momento della statistica: una disciplina cui è toccato un ruolo determinante nel divenire del pensiero moderno, un metodo che in parte può colmare il vuoto da tempo apertosi tra filosofia e scienza. Perché, allora, attribuire a chi cita Hume di aver fatto un "excursus storico", ignorando che il riferimento all'opera del filosofo scettico è un passaggio obbligato per chiunque tenti di compiere un'analisi critica di principi induttivi? E' forse colpa del logico se alcuni grandi problemi, sempre attuali, sono datati Ottocento, o Settecento, o prima ancora? (2) O forse si pensa che andare ai fondamenti significhi uscire dalla statistica? Se è così, allora hanno ragione scienziati e logici quando guardano agli statistici come a dei semplici computisti. Il giorno in cui diventasse luogo comune, fra gli statistici, l'assunto secondo cui non contribuisce ai problemi di metodo chi cerca di ritrovarne, in una visione interdisciplinare, i fondamenti razionali sarebbe davvero un triste giorno per la statistica quale strumento di conoscenza.

(1) In un duplice significato: per intendere che dal punto di vista della prova empirica può essere talvolta preferibile, oltre che coerente, verificare la contrappositiva logica "Ogni non-B è non-A" in luogo della proposizione equivalente "Tutti gli A sono B": dunque, nessun paradosso; per ripensare la questione nei termini, più generali, di una proposizione non "totalitaria".

(2) Perché, poi, dovrebbe essere "storia" rifarsi a Hume o a Kant, o allo stesso Fisher, e non rifarsi, ad esempio, a de Finetti o a Hacking o a Lindley? Forse che in Kant e in Hume, e in Fisher, non sono discusse questioni che si ritrovano in Lindley o in Hacking o in de Finetti?

Dall'aver dimenticato che l'approfondimento del passato (soprattutto quando si tratta di idee) è sempre riflessione critica sul presente ⁽³⁾ viene l'attuale degenerazione manualistica della disciplina, spesso ridotta a un inventario anonimo di nozioni e di regole, che tutto appiattisce, che informa senza formare. Che non discute i problemi donde sorsero certe soluzioni formali, esibite appunto quali costrutti acquisiti e definitivi senza intenderne la ragione logica e fenomenologica, teorica e tecnica, interna ed esterna. "Chi non conosce la storia della propria scienza è destinato a ripercorrerla" — ha scritto qualcuno. Basta prestare un minimo di attenzione a certi scritti statistici dei nostri giorni per convincersi dell'icastica verità di un così arguto aforisma.

2. La facile tentazione a rifuggire dal problema dei fondamenti è certo un segno del bigottismo intellettuale di questa nostra età in crisi di valori. E già trent'anni or sono doveva levarsi, ammonitrice, la voce di Erwin Schrödinger per esortare ad approfondire la genesi dei problemi e dei metodi: "Lo sprezzo della connessione storica (...) — scriveva in *Are there quantum jumps?* (1952) — [è] senza dubbio una tendenza generale del nostro tempo (...); ogni volta che questa tendenza entra nella scienza essa deve essere combattuta". Il teorico della funzione d'onda si richiamava a Farrington: "Gran parte del misticismo e della superstizione degli uomini civili proviene da cognizioni avulse dai loro legami storici". Sette anni più tardi, la prefazione alla prima edizione inglese di uno dei più discussi e originali libri di logica del secolo ventesimo aveva per motto queste chiare parole: "Nulla è più necessario all'uomo di scienza della storia della scienza e della logica della ricerca Il modo in cui si scopre l'errore, l'uso dell'ipotesi, dell'immaginazione, il modo dei controlli".

Se, dei principi e dei metodi, non si colgono gli interrogativi ai quali hanno dato risposta, le conoscenze e i problemi che li hanno suscitati, se delle tecniche statistiche non si ritrovano le radici concettuali, si cade davvero nella trappola di quelle forme moderne di superstizione in cui sembrano risolversi certi automatismi. Prima, fra tutte, la superstizione formalistica, espressione dell'attuale tendenza a un indottrinamento che dà l'illusione di "far scienza" prendendo a pretesto fenomeni di cui non s'approfondiscono i contenuti per sovrapporvi goffe manipolazioni algoritmiche, non creative e non esplicative: una facile moda, da cui viene l'immagine ascientifica di certa statistica attuale. Purtroppo, la pretesa di coltivare metodi per la ricerca senza accompagnarvi l'umiltà (e la curiosità) di studiare i problemi e i fenomeni ai quali si dedicano gli addetti alla ricerca finisce per emarginare dal sapere scientifico troppi statistici, sempre più lieti — a dir vero — di dedicarsi allo sviluppo formale del formale preesistente.

Ma quando s'affonda nei problemi della cosiddetta statistica inferenziale il momento tecnico non è tutto: c'è il tessuto logico del problema induttivo, c'è il contesto fenomenico di un sapere in cui s'è insinuato il "caso". Solo la pratica della scienza, l'avventura della ricerca, l'esercizio dell'ipotesi al va-

⁽³⁾ Ha scritto recentemente A.V. Akhutin: "A partire dalla *Evolution of physics* di Einstein e Infeld (...) il passato ha preso ad assumere un significato attuale. Andando in fondo ai propri principi logici, la fisica è risalita alle sue origini storiche". (*Galileo's experiments*, "Scientia", 1982).

glio dei fenomeni fanno intendere come l'astrazione formale sia il punto di arrivo di un processo di analisi-sintesi teso a cogliere quell'elemento semplificatore in assenza del quale la riduzione simbolica è vana mascheratura: scienza è anzitutto semplificazione del complesso, non già complicazione del semplice. Certo, il momento tecnico-formale è un fondamentale punto d'arrivo; ma esso non può prescindere dal momento logico-metodologico, né può tradursi in una fittizia sostituzione dell'operazionismo al pensiero, nell'illusione di nobilitare un concetto imbellettandolo dei falsi simboli di un preteso prestigio esteriore. (Ha scritto Popper, in una delle "nuove appendici" alla *Logic of scientific discovery* (1959): "In questa nostra età postrazionalistica si scrive un numero sempre maggiore di libri in linguaggio simbolico, e diventa sempre più difficile vederne il perché: dove vada a parare tutto questo e perché dovrebbe essere necessario lasciarsi seccare da volumi di banalità scritte in simboli. Sembra quasi che il simbolismo stia diventando un valore di per se stesso, da riverire per la sua sublime 'esattezza': una nuova espressione della vecchia ricerca della certezza, un nuovo rituale simbolico, un nuovo sostituto della religione").

Eppure, si pensa di esorcizzare certe argomentazioni ripudiandole dal discorso teorico sulla statistica perché colpevoli di non avvalersi del calcolo. La riflessione sui metodi induttivo-estimativi e ipotetico-deduttivi va a toccare i fondamenti; e i fondamenti non ammettono facili riduzioni computistiche. Se è vero che la logica⁽⁴⁾ deve sapersi avvalere di linguaggi formalizzati, è anche vero che nessun linguaggio formalizzato ha dato ancora soluzione ai problemi fondamentali⁽⁵⁾. Non sarebbe difficile adottare qualche convenzione simbolica e tradurre certe proposizioni concettuali nei termini formali di tali convenzioni. Resterebbe, però, una banale trascrizione grafica, e nemmeno l'abbellirebbe nell'aspetto estetico⁽⁶⁾. Alle logiche formali si deve ricorrere quando possono svolgere il loro autentico e insostituibile ruolo semplificatore. Altrimenti esse finiscono davvero per diventare un falso espediente ornamentale eretto a copertura del poco. A chi non piacerebbe veder risolto il problema logico del pensiero induttivo — di cui la formula di Bayes offre l'interna grammatica — mediante il ricorso al calcolo? Ma allora non sarebbe — prima e dopo Hume — il problema che è. E avrebbe trovato una qualche soluzione, perché è assai più comodo ragionare con la matematica che senza di essa.

Dei fondamenti dell'induzione si sono occupati i giganti della storia del pensiero: tutti capacissimi di formalizzare, ma nessuno tanto superficiale da addurre soluzioni formali. Leibniz è il primo a scrivere argomentatamente di induzione come inferenza probabile, a proporre una vera e propria logica

(4) Il cui etimo è *λόγος*: "discorso", "ragionamento", "pensiero", "parola", e anche "calcolo". Da *λόγος* viene *ἡ λογική*, "la logica", intesa da Aristotele come "la scienza del pensare".

(5) Si pensi a Carnap, al suo complesso apparato formale inteso a risolvere un problema assai limitato e particolare.

(6) Scriveva Bertrand Russell nell'introduzione alla seconda edizione dei *Principles of mathematics* (1902): "I formalisti sono paragonabili a un orologiaio, il quale sia così preoccupato di dare ai suoi orologi un aspetto raffinato, da dimenticare del loro scopo di segnare l'ora, e omettere perciò di inserirvi alcun meccanismo".

non deduttiva. Si può pensare che Leibniz, l'ideatore del calcolo infinitesimale, non sapesse formalizzare? Eppure, le pagine leibniziane dedicate all'induzione sono ricche di ragionamenti senza tanti traslati calligrafici. Kant fa dell'induzione uno degli argomenti centrali della sua *Kritik der reinen Vernunft* (1781), ma in nessuna delle tante pagine di quest'opera tutta ragionata appare un momento tecnico-formale. Forse Kant (l'astronomo dell'*Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, 1755) non conosceva l'uso dei simboli? Russell ha dedicato interi volumi ai problemi della conoscenza induttiva: ma nessuno saprà trovare nelle sue tantissime pagine sull'argomento un qualsiasi tentativo di riduzione tecnicistica. Si deve concludere, allora, che l'autore, con Whitehead, dei *Principia mathematica* (1813) non sapeva valersi della matematica?

Si deve formalizzare — è ovvio — quando il discorso tocca gli aspetti tecnici delle procedure induttive della statistica. Ma quando va ai fondamenti — e a quel livello non sembra darsi luogo ad autentiche soluzioni formali — altri sono i 'simboli' in cui le idee hanno da esprimersi. E se le sostiene un qualche valore intrinseco, questo non può dipendere dal linguaggio in cui sono tradotte.

3. V'è, poi, un motivo più immediato di ripensamento dei procedimenti inferenziali della statistica. Ed è l'impiego, tuttora indiscriminato in tanti settori della ricerca, dei più tradizionali criteri di significatività. Pare lecito domandarsi se questa 'ansia di tests' sia tutta da attribuire alla pigrizia intellettuale dei ricercatori. Il più delle volte sembra essere così. Lo statistico deve spesso rispondere ai quesiti di ricercatori (medici, fisiologi, naturalisti...) andati da lui come si va dallo stregone, in attesa trepidante del responso fatale: "significativo", "non significativo". E' una esperienza che sempre si rinnova. E spesso ci si trova in imbarazzo di fronte alla sprovvedutezza degli interroganti (soprattutto i medici, cui fa difetto, prima che la statistica, assunta come una sorta di magia razionale, una vera mentalità sperimentale: certa ricerca clinica attende ancora l'avvento di Galileo!). Se, poi, lo statistico è dotato di una sana diffidenza verso ogni meccanismo automatico di interpretazione, l'incompatibilità diventa assoluta. E tuttavia non si può non riflettere su certe scelte quando si entra in contatto con i grandi centri della ricerca biologica internazionale: *équipes* di altissimo livello adottano senza discutere la significatività fisheriana; nessun lavoro scientifico viene ammesso se non indica il limite superiore della fatidica p , se non contrassegna certe cifre con i famosi asterischi. Strumenti sussidiari del bagaglio logico dello sperimentatore, ispirati ad un pur schematico illuminismo scienziato, rischiano così di diventare regole stereotipate di un'attività ripetitiva e acritica, più vicina all'oscura simbologia dell'aruspice che alla disciplina sperimentale dello scienziato.

Se è dovere intellettuale dell'addetto ai metodi trasmettere a questi compagni di dubbi i necessari presidi critici, è pure suo dovere, anche morale, cercare di inoltrarsi nell'itinerario di pensiero attraverso il quale autentici scienziati giungono ad affidarsi a quelle tecniche. Il fatto è che dietro certi principi fisheriani essi intravedono una metodologia scientifica: il canone classico della scienza sperimentale e l'interrogativo fondamentale di un pensiero teso alla ricerca di leggi naturali in una fenomenologia sempre più "statisti-

ca". Sono ben noti i limiti e i pericoli delle procedure automatiche per la confutazione dell'ipotesi H_0 ; procedure che trovano — giova ripeterlo — una sola, possibile, autentica giustificazione razionale; il canone ipotetico-deduttivo. La *null hypothesis* fisheriana si sviluppa infatti sulla falsariga dell'asserzione ipotetica. Se questo è il paradigma logico, l'esplicazione deduttiva dell'ipotesi H_0 rientra nel metodo della scienza e s'accosta al secondo dei "principi di induzione sperimentale" codificati da Stuart Mill.

Vi aggiunge un importante elemento di novità, essenziale ad una fenomenologia non più rigidamente causalistica: il "conseguente" è una variabile, su cui è distribuita una probabilità unitaria. La teoria della significatività statistica porta, così, il canone della scienza galileiana nella "logica del probabile": la logica delle scienze dedite ai fenomeni in cui si esprime la variabilità naturale. La metodologia di Fisher ha dunque una ragione autonoma di essere. Nell'argomento ipotetico, all' "antecedente" è come attribuita una probabilità iniziale uguale a 1: l'antecedente è posto *come vero* (7), cosicché il conseguente è lo sviluppo deduttivo coerente di un'ipotesi H assunta come certa per definire il contesto virtuale T a cui commisurare l'evidenza sperimentale E . In questa sintassi logica — ove l'ipotesi può essere "rifiutata" o "non rifiutata" — è fuori luogo chiamare in causa la probabilità "preliminare" dell'ipotesi. (Si può invece opporre questa esigenza alle procedure di Neyman-Pearson jr.: scegliere tra due ipotesi rivali senza considerare le rispettive probabilità preliminari — ossia al di fuori dell'algoritmo bayesiano — diventa assai più contraddittorio). L'esplicazione deduttiva dell'ipotesi H_0 si risolve, dunque, in una pluralità disgiuntiva ed esaustiva di risultati: la partizione dell'evento certo, cui è riferita la distribuzione di verosimiglianza. Il confronto delle conseguenze teoriche dedotte da H_0 con il dato sperimentale riflette allora il procedimento classico della ricerca scientifica: che è sintesi di idea e fatto, di osservazione e astrazione. Scienza è confronto continuo dell'empirico con l'astratto, del dato con l'ipotesi, dell'esperimento con la teoria, della realtà che è con la realtà che potrebbe essere.

E' quasi superfluo ripetere che il criterio per decidere la sorte di H_0 , nell'ambito dei fenomeni variabili, non ha la certezza della disprova tradizionale. Fisher conserva — e non potrebbe fare altrimenti — un assunto falsificazionista, ma deve far uso della distribuzione di verosimiglianza sullo spazio degli esiti (il 'conseguente', non necessariamente univoco, dell'asserzione ipotetica)(8): non sono possibili esiti 'esterni' a quelli dedotti da H_0 e nessuno degli

(7) Così è nella logica ipotetico-deduttiva, e così pensa Fisher, pur senza richiamarsi esplicitamente a quel canone. Nei tests di significatività — è scritto in *The design of experiments* (1935) — "... the only available expectations are those which flow from the null hypothesis being true".

(8) Nel rinviare, per questi temi, a quanto si è scritto in *L'inferenza induttiva nella ricerca scientifica* (1977) e in *Induzione statistica e scienza sperimentale* (1983), ci si limiterà a ricordare la tendenziale identificazione, più volte addotta da Popper, del concetto di "corroborazione" con quello di "verosimiglianza" nel senso di Fisher. "Possiamo interpretare — è scritto nelle "Nuove appendici" a *The logic ...* la nostra misura del grado di corroborazione come *una generalizzazione della funzione di verosimiglianza ...*" (corsivo originale). E ancora: "Il grado di corroborazione non è una probabilità". Anche Fisher distingue — come è noto — tra probabilità e verosimiglianza intesa come grado di credenza ra-

esiti 'interni' è impossibile. Scelta la frazione α della probabilità unitaria che, distinguendo convenzionalmente l'intervallo delle esplicazioni deduttive di H_0 , identifica nella variabile una "regione di rifiuto", la confutazione dell'ipotesi avviene anch'essa in termini probabilistici. Alla certezza del *modus tollens* della logica tradizionale subentra, così, una probabilità; il principio di semplice disgiunzione ("o si è in presenza di un esito raro, o H_0 è falsa") ne fa l'uso strumentale più coerente per una fenomenologia accidentalistica. E quando H_0 sia confutata, la ricerca riprende il cammino per identificare — bayesianamente — quale delle possibili ipotesi messe in gioco abbia capacità esplicativa della particolare realtà sperimentale.

L'ipotesi H_0 viene dunque smentita da eventi logicamente non incompatibili con essa, ancorché dotati della minor probabilità nello spazio degli eventi da essa dedotti. Nella 'logica del certo' è una vera e propria fallacia. Nella 'logica del probabile', è un criterio empirico di valutazione commisurato al grado di avverabilità accidentale dei possibili esiti. La "fallacia" è semmai nel confondere la probabilità di un risultato, data H_0 , con la probabilità di H_0 , dato il risultato. Se non ci si attiene rigorosamente ad una metodologia falsificazionista il criterio di controllo si traduce nel teorizzare l'"accettazione" di H_0 ; e nell'assumere — come ha chiarito Gini — la probabilità che a caso si avveri un divario tra dato empirico e dato teorico pari a quello osservato come probabilità che il divario osservato sia da attribuire al caso. E lo stesso Fisher, in certe esemplificazioni, sembra concedersi qualche disattenzione in proposito.

Quando si assuma — impropriamente — il "non-rifiuto di H_0 " come "accettazione di H_0 ", la metodologia fisheriana può davvero diventare fuorviante. E ciò per via della difesa di H_0 , che Fisher, soprattutto il primo Fisher (ché il Fisher della maturità sembra abbandonare ogni procedura standardizzata), eleva a principio metodico imponendo regioni di rifiuto assai ristrette. Un atteggiamento essenziale ad una prassi confutazionista, tanto più nell'epoca in cui la scienza si imbatteva nei cosiddetti fenomeni statistici e per la prima volta vedeva entrare il caso, nelle sue leggi, come una insidiosa variabile naturale. E' un abito mentale di tipo nuovo, indispensabile nella sperimentazione genetica, dove i fenomeni sono intrisi di una immanente accidentalità. La rigidità iniziale di Fisher mirava a mettere in guardia il ricercatore dal pericolo di sottovalutare, appunto, il gioco del caso, di attribuire un significato sistematico a evidenze empiriche (eventi spontanei o artefatti sperimentali) verosimilmente attribuibili all'"errore di campionamento".

Questo scrupolo, diventato canone fisso e irrinunciabile, è all'origine della difesa, fino ai confini dell'improbabile, dell'ipotesi H_0 , così da indurre talora a sottovalutare l'indicazione sperimentale, se non a dirottare impropriamente un indirizzo di ricerca. E' vero tuttavia che una *null hypothesis* non respinta resta esposta alla confutazione di nuovi dati sperimentali: i dati nuovi di una ricerca che non s'interrompe. Quando non si adotti tale criterio in termini coerentemente falsificazionisti, e non si intenda la strumentale provviso-

zionale: una misura che non obbedisce necessariamente al principio di additività).

L'argomento merita di essere ulteriormente approfondito in una più ampia prospettiva anche in considerazione del fatto che l'impostazione logica di Popper scricchiola — come egli stesso riconosce — a proposito della falsificazione di enunciati probabilistici.

rietà del mancato rifiuto di H_0 , si rischia davvero di facilitare il cosiddetto errore di prima specie nei confronti dell'ipotesi 'positiva' dello scienziato. Nella scienza è proprio questo l'errore.

Se non si coglie il significato dell'alternativa logica tra 'disprova' e 'non-disprova' di H_0 nella ricerca statistico-sperimentale, diventa quasi inevitabile concludere — con Neyman e Pearson jr. — che l'inferenza fisheriana è improponibile, che il rifiuto di quell'ipotesi deve significare accettazione di una ipotesi alternativa, che il miglior criterio è seguire norme di comportamento per adottare la decisione più conveniente in condizioni di incertezza.

4. Non è facile identificare il tracciato logico del comportamentismo neymaniano, del quale sarebbe vano disconoscere il largo impiego operativo, soprattutto come regola di condotta in problemi di accettazione: ad esempio, in quell'importante corpo di dottrina che è il controllo di qualità. L'alternativa tra l'ipotesi di accidentalità e una ipotesi identificata in H_1 , o, più in generale, tra due qualsiasi ipotesi H_1 e H_2 , nei confronti di un esito E , sulla base delle sole verosimiglianze, $p(E|H_1)$ e $p(E|H_2)$, non segue la trama logica dell'induzionismo bayesiano, né quella del falsificazionismo ipotetico-deduttivo: una delle due ipotesi rivali deve vincere (e se sono entrambe 'false?'). Con ciò non si vuole nascondere il significato scientifico dell'alternativa — quando è autentica contrapposizione esplicativa — tra due ipotesi in competizione: la storia della scienza è spesso la storia dell'aspra contesa tra due paradigmi concettuali al cospetto dei medesimi dati di fatto. (Si pensi alle dispute tra preformisti ed epigenisti, tra uniformisti e catastrofisti, tra cuvieristi e lamarckisti, tra mendelisti e galtonisti; si pensi all'antitesi tra concezione flogistica e concezione ossigenistica, o al dualismo tra immagine ondulatoria e immagine corpuscolare; si pensi alla ritornante *querelle* — dal Seicento di Redi al Settecento di Spallanzani, all'Ottocento di Pasteur — sulla generazione spontanea. Antitesi risoltesi, ora, con la vittoria di uno dei paradigmi in discussione, ora con il superamento di entrambi, ora con la sopravvivenza e dell'uno e dell'altro).

Altra è la fattispecie dell'analisi di quella particolarissima proposizione che si riassume in H_0 , e che può essere importante valutare per se stessa. Come l'ipotesi "non- H_0 " è una contrapposizione fittizia, così sembrano altrettanto inautentiche, se non altrettanto ovvie, le alternative addotte in certi saggi di Neyman e dei continuatori (Lehmann, ad esempio): il più delle volte, nei due assunti a confronto non si esprime una vera dualità concettuale, bensì una duplice esplicazione di una stessa ipotesi (ad esempio: una diversa proposizione estimativa del parametro di un medesimo modello).

Sia consentito soffermarsi — a questo proposito — su alcuni esempi tratti dalla ricerca scientifica. Anzitutto sull'interrogativo di Darwin (1876) di fronte al differente accrescimento medio tra piante autofecondate e piante eterofecondate, emerso nel corso di lunghi esperimenti sulla sterilità⁽⁹⁾. Secondo la schematica neymaniana, il rifiuto dell'ipotesi di accidentalità delle differenze avrebbe dovuto implicare l'"accettazione" di un'ipotesi alternativa H_1 : ma all'unica alternativa ammissibile, allo stato delle conoscenze teoriche, Darwin

(9) Se ne è discusso in una precedente "nota in margine" ("Statistica", 4, 1983).

attribuiva, per dirla in termini bayesiani, un grado di probabilità "iniziale" molto prossimo a zero, pur non riuscendo a sostituirvi una più esauriente congettura. Perché, allora, in assenza di una ipotesi coerente avrebbe dovuto rinunciare a rifiutare l'ipotesi di accidentalità, e perché, rifiutandola, avrebbe dovuto "accettare" un'ipotesi in cui non credeva?

Ancora. Quando, in genealogie di diibridi, Bateson e Punnett ottennero (1906) distribuzioni statistiche di fenotipi non conformi — nei termini del test χ^2 — alla seconda legge di Mendel (il divario tra attesa teorica e risultato sperimentale tendeva a esorbitare dai limiti dell'errore di campionamento) essi non disponevano di alcuna ipotesi " H_1 ", da assumere quando H_0 — ossia l' "indipendenza mendeliana" — fosse stata respinta. Eppure, la sorte di H_0 venne decisa, alla stregua della significatività statistica, e decisa per se stessa: venne rifiutata l'ipotesi di pura accidentalità e messa in dubbio la generalità della indipendenza tra caratteri allelomorfi.

Forse si sarebbe dovuta conservare — neymanianamente — H_0 in mancanza di una ipotesi alternativa e sostitutiva? Per fortuna, le cose non andarono così. Confutata H_0 , cominciò la difficile ricerca di una spiegazione, che proprio tale confutazione spingeva a trovare, ancorché l'unico paradigma concettuale esistente inducesse a sospettare dei dati prima e più che del modello: non sempre le conoscenze preesistenti hanno un ruolo illuminante! Si scatenò allora la ridda delle teorie, donde venne l'assunto di possibili interazioni geniche e la conclusione che il principio della segregazione indipendente dei genotipi non vale se gli alleli sono situati in *loci* appartenenti a un medesimo cromosoma. Senza quelle ardite confutazioni statistiche di H_0 , non si sarebbe cominciato così presto a pensare — da Sutton a Morgan — ad una "teoria cromosomica" dell'eredità, non si sarebbe definito il dominio di validità della seconda legge di Mendel, né intuito il fenomeno del *linkage*, come eccezione alla legge, e quello del *crossing-over*, come eccezione all'eccezione.

Quando — per accennare a un ultimo esempio — i risultati delle ricerche parentali sui gruppi sanguigni nella specie umana gettarono sempre nuovi dubbi sul modello interpretativo — uno schema ad allelia doppia — proposto da Landsteiner al principio del secolo e conservato per anni (ancora un *a priori* ottundente)⁽¹⁰⁾, fu proprio la confutazione dell'ipotesi di casualità, circa la mancata conformità dello schema ai dati, a spingere alla ricerca di una diversa spiegazione teorica. La troverà Bernstein, nel 1923, ideando un sistema a tre alleli: due codominanti e uno recessivo. Ancora una confutazione di H_0 seguita, non già dalla implicita accettazione di un'alternativa H_1 , bensì dall'abbandono di un modello e dall'avvio di tanta suggestiva ricerca: suggestiva e rivelatrice. E non si possono imporre regole alla immaginazione creativa.

Ed è pur vero che, se H_0 non è falsificata, la ricerca non ha da fermarsi: infatti non si era fermata negli anni in cui si preferiva dare spiegazioni *ad hoc* a certe strane contraddizioni tra fenotipi dei figli e fenotipi dei genitori. E quando ci si convinse ad abbandonare H_0 , non si attese di disporre di un'ipotesi sostitutiva (che non fosse l'ovvia antitesi "non- H_0 "): si andò invece alla ri-

⁽¹⁰⁾ Non che fin dall'inizio fossero mancate le anomalie rivelatrici: ma si preferiva attribuirle (ipotesi *ad hoc*, tesa a salvare un paradigma) alla non irreprensibile condotta delle signore, alle avventurose paternità attribuite ai loro mariti...

cerca di un modello coerente.

E' quasi superfluo far notare come questi esempi si offrano ad una lettura bayesiana, nella sua espressione più lata.

5. Il costrutto neymaniano e tutti i successivi sviluppi hanno fatto breccia nella statistica, soprattutto in quella estranea alla ricerca scientifica, fors'anche perché tutto vi è formalizzato e garantito e assai poco è lasciato all'intuizione. E in questa nostra epoca automatizzata piace di più un sistema formale assiomatico che un insieme di strumenti, pur grezzi, affidati all'intelligenza di chi li adopera. La domanda è se la teoria statistica debba mirare soltanto alla coerenza formale di algoritmi generati da altri algoritmi o anche alla messa a punto di tecniche adeguate ai problemi della ricerca.

Dal ripudio del "ragionamento induttivo" e dal ripiegamento sul "comportamento induttivo" viene la trasfigurazione edonistica dei metodi statistici inferenziali nei termini della teoria delle decisioni delineata da Abraham Wald sulla falsariga di una ingegnosa interpretazione della teoria dei giochi⁽¹¹⁾. Wald esplicita e completa il comportamentismo neymaniano facendovi intervenire il peso delle conseguenze economiche (in termini di perdita). E' davvero un' "altra" metodologia. Che subito cercherà le proprie ascendenze nella "speranza morale" di Daniel Bernoulli: un ritornare ai problemi di sorte delle origini, intesi a massimizzare guadagni aleatori. Si deve ravvisarvi l'evolversi verso un più elegante e più coerente assetto formale della statistica, o il decadere verso un pragmatismo edonistico che ne tradisce i fondamenti e gli scopi?

L'ondata di ritorno "americana" del soggettivismo probabilistico vi ha trovato argomento per riproporre in termini bayesiani il criterio della scommessa più conveniente: un elegante ricalco di quella che Fisher definiva, sdegnosamente, "statistica da bottegai". Ormai, la commercializzazione della vita è diventata talmente dominante in ogni aspetto della società umana (fino a creare nuove scale di valori) che l'anatema di Sir Ronald sembra quasi aver perduto il suo iniziale significato spregiativo. Nemmeno si può tacere, d'altronde, l'estraneità del modo di pensare decisionalistico nei confronti del modo di pensare scientifico: quello cerca la soluzione più conveniente, questo la più verosimile; quello deve minimizzare una funzione di perdita, questo non ammette altra penalizzazione che il rimeditare le ipotesi e le prove.

L'importante è non confondere realtà ben diverse⁽¹²⁾ e non pretendere

(11) Per se stessa, la teoria dei giochi appresta modelli probabilistici di qualche impiego nello studio dei fenomeni naturali improntati alla casualità. Si pensi ai modelli genetici dell'evoluzione selettiva, alle simulazioni strategiche dei meccanismi dell'eredità.

(12) In tal senso si esprime anche Herzl quando afferma "... che la funzione principale della statistica è di natura conoscitiva". A giudizio di Herzl, "... queste tendenze, le quali finiscono col trapiantare nel dominio della ricerca una problematica e una mentalità che sono proprie delle attività imprenditoriali, minacciano di snaturare e isterilire la disciplina. Ci sembra indubitabile — soggiunge poi — (...) che la statistica viene meno al suo compito fondamentale quando trascura l'elemento conoscitivo per dedicarsi prevalentemente o esclusivamente ai problemi della decisione" (*Sulla stima delle frequenze e delle probabilità a priori*, 1967).

Non si vede a chi giovi ridurre, per via di analogie formali, la riflessione critica su un'ipotesi scientifica sotto controllo sperimentale alla pratica di un criterio di affidabilità. Eppu-

di vedervi a tutti i costi — come vorrebbe Savage — due tappe consecutive di una “evoluzione” nel concetto di statistica e nel concetto, ad essa intrinseco, di probabilità. Se l’una statistica ha avuto la sua genesi culturale nel vivo del pensiero scientifico uscito dalla catarsi darwiniana e mendeliana e dal rapido proporsi, nella scienza, delle leggi del caso, l’altra statistica ha trovato nel sopravvento del pragmatismo americano sulla tradizione europea (dell’azione sul pensiero, del *business* sulla cultura, dell’‘avere’ sull’‘essere’) le condizioni storiche del suo affermarsi: nuovi corpi di dottrina altamente formalizzati e tutti finalizzati in senso utilitaristico — dalla teoria delle decisioni alla ricerca operativa — si muovono in questo senso, e s’appropriano della formula di Bayes per farne il simbolo di una contrapposizione metodologica⁽¹³⁾.

Forse, più che due diverse ‘statistiche’, vi si devono ravvisare due diverse filosofie interpretative del rapporto tra l’uomo e il suo mondo: due diverse risposte alla crisi del determinismo classico, all’imporsi di un’immagine sempre più statistica della realtà. Una realtà che diviene, un’immanenza che si fa contingenza. In questo clima intellettuale respirano una nuova fisica e una nuova biologia, l’ipotesi di accidentalità diventa strumento di lavoro sperimentale, si diffonde la consapevolezza di una scienza come astrazione, come ideazione di modelli, come processo autocorrettivo che si dà regole di comportamento. In questo rinnovarsi ideale s’affermano e la sperimentazione fisheriana e la strumentalità neymaniana, la cui differente natura logica è rivelata proprio — quasi un corollario — dai differenti approdi concettuali dei due capiscuola. Non è forse emblematico che a conclusione della sua parabola scientifica Fisher s’accosti al bayesianesimo, ancorché in termini oggettivistici, e Neyman vada invece a parare nel waldismo, insoddisfatto della proposta bayesiana perché questa non considera la “diversa desiderabilità” delle “diverse azioni”?

Il problema dell’inferenza statistica ha suscitato un florilegio tecnico-for-

re, la confusione è tanta, l’incomprensione è immensa. Ai “waldiani”, i “fisheriani” sembrano dei sorpassati chiusi a ogni novità, e questi vedono gli altri come semplici giocatori ignari della scienza e dei suoi problemi. Forse sarebbe bene chiamare sempre statistica la statistica e teoria delle decisioni la teoria delle decisioni: una “pratica”, quest’ultima, “... non propriamente classificabile come statistica” — scrive Bartlett. Essa ha rilievo strumentale non minore dell’altra, perché è importante disporre di tecniche per il controllo di qualità (e di affidabilità) di un processo produttivo e di strategie per ridurre il costo del controllo non meno che il rischio di un’accettazione impropria. E non si tratta sempre e soltanto di faccende mercantili: si pensi al controllo di certi farmaci, o di laminati leggeri per ali di aeroplano.

Per questi aspetti si rinvia a: *Statistical induction: probable knowledge or optimal strategy?*, relazione presentata, con P. Monari, al “Convegno Internazionale sui fondamenti della probabilità e della statistica” (Luino, 1981).

⁽¹³⁾ E’ stato soprattutto Savage a portare la teoria a questo sbocco, e a sostenere l’identità di tre concezioni non necessariamente coincidenti: bayesianesimo, soggettivismo, decisionalismo utilitaristico. (Il primo soggettivista moderno, Ramsey, non avrebbe forse spinto l’assunto a conseguenze così estreme. “Noi scegliamo — scriveva — il sistema che dà la più alta chance ai fatti osservati” (*The foundations of mathematics and other logical essays*, 1931). E citava la “massima verosimiglianza” di Fisher. E distingueva, come Fisher, tra inferenza e azione).

male che un poco ha finito per confondere i fondamenti metodologici della questione. E ha rappresentato il gioco preferito di matematici e probabilisti, e la palestra di non pochi statistici pronti a trovarvi un'evasione dai vincoli fenomenici che sono il presupposto dell'induzione scientifica. Quasi dimenticando che l'induzione è, per dirla con Hume, "matter of fact", si è finito per costruire un immenso castello in aria che non è sempre piaciuto ai logici e ha lasciato quasi indifferenti gli scienziati. Se nell' "inferenza induttiva" di Fisher sopravvive una remota istanza empirista, nel "comportamento induttivo", da Neyman a Wald, c'è l'avvio a una metodologia della convenienza, con metodi e fini estranei allo spirito della scienza, ancorché utilissimi nei settori operativi, ovunque servano accorte strategie. Come sarebbe sciocco rimproverare a questa pratica normativa di avere perduto i legami concettuali con il pensiero scientifico, così sarebbe vano introdurre forzatamente nel controllo sperimentale di una ipotesi nozioni di valore lontane dalla ricerca e dai suoi problemi.

La spinta utilitaristica è giunta a identificare biunivocamente l'assetto bayesiano del problema dell'induzione con la teoria delle decisioni, come se in una 'teoria della conoscenza' la formula di Bayes non avesse un ruolo altrettanto essenziale: essa traduce pur sempre — come de Finetti ha chiarito — il processo mentale dell'indurre, del comporsi dinamico di opinione e informazione, svelando l'intervento via via più rilevante della componente empirica. Eppure, in questi ultimi tempi, l'impostazione bayesiana è stata sempre più riguardata in una sola chiave di lettura, ed è ormai invalsa l'abitudine di accomunare tre aspetti non necessariamente identificantisi: induzione bayesiana, soggettivismo probabilistico, decisionalismo strategico. Se è vero che quello bayesiano è l'algoritmo del pensiero induttivo nella più generale accezione soggettivistica e strumentale della probabilità, è anche vero che il soggettivismo decisionalistico, riproponendo ogni evento (ogni scommessa) nella sua singolarità, rischia di cadere in una sorta di idealismo solipsistico e di escludersi dalla scienza: la scienza cresciuta astraendo dai 'singolari', riconoscendo categorie empirico-linguistiche, cogliendo proprietà statistiche di insiemi. Statistiche sono le leggi della termodinamica, della meccanica quantistica, della biologia molecolare, della genetica di popolazioni: scienze erette, tutte, su probabilità fenomeniche; scienze in cui la distribuzione di probabilità è un punto di arrivo del processo sperimentale. Scienza non è scommettere sul prossimo genotipo: è cercare la distribuzione di frequenza dei genotipi possibili; non è scommettere sull'atomo che potrà disintegrarsi, è trovare il "periodo di dimezzamento" di una sostanza radioattiva; non è anticipare la traiettoria di una molecola: è trarre la risultante collettiva dei movimenti di un aggregato di molecole; non è indovinare una direzione evolutiva: è identificare gli algoritmi dei processi biofisici elementari attraverso i quali le popolazioni divengono. Ciò è ancor più vero da quando l'interpretazione indeterministica della natura rende necessaria una immagine statistica degli accadimenti.

Fors'anche per questo, nella pratica scientifica, si preferisce ricorrere ancora ai metodi fisheriani quando sia da soppesare il sospetto di un'origine casuale di esiti sperimentali soggetti all'insidia della variabilità: in quell'esercizio critico del dubbio che è la ricerca, fra i tanti elementi di giudizio di cui lo sperimentatore correda le proprie prove, interviene pure il valore della probabilità che un processo accidentale produca il risultato osservato. D'altronde, la di-

versità concettuale tra la verosimiglianza — la probabilità dei risultati, data la *null hypothesis* — e la probabilità (inversa) dell'ipotesi, dati i risultati, non impedisce ai valori empirici delle due probabilità di accostarsi — bayesianamente — in ragione dell'osservato, cosicché il tanto disputato ruolo delle conoscenze preliminari tende ad attenuarsi se il contesto empirico è rilevante.

Il fatto è che una medesima evidenza empirica può essere compatibile con più di un'ipotesi; e prima di determinarne il sostegno fattuale è necessario valutarne il grado di ammissibilità indipendentemente dalla particolare realtà confermante. E' intorno alla determinazione di quel tal grado che s'ha da discutere, in termini bayesiani classici, senza le compromissioni economicistiche che hanno raccolto nuovi adepti, quasi cancellando le posizioni originali di quanti, negli anni 'trenta' (e ancor prima), avevano trovato nella formula di Bayes il presidio logico per staccarsi criticamente da un troppo dogmatico e ripetitivo impiego dei canoni inferenziali di derivazione empirista.

6. Nel comportamentismo neyman-waldiano si può vedere una risposta del pensiero alla perdita di certezza seguita al tramonto del grande sistema filosofico che aveva ispirato la scienza da Newton a Maxwell: la scienza determinista delle cause necessarie e degli effetti inesorabili. Se il sapere scientifico non dà più verità immanenti, se le leggi della natura non sono più assolute e inderogabili, se una certa geometria non è più la geometria dell'universo; se quel sapere, quelle leggi, quella geometria sono 'soltanto' astrazione, modello, linguaggio, ossia costrutti strumentali e convenzionali, fra tanti possibili, al cospetto di un mondo in cui è entrata la dimensione del tempo e l'insidia del caso, allora tanto vale assumere la strategia più conveniente. Ma dalla convenzione alla convenienza il passo è davvero così breve?

La domanda è se sia opportuno e utile trasformare l'attività euristica dello scienziato nell'esplicazione di una sorta di rito matematico al tavolo verde della conoscenza, sul modello di quella teoria dei giochi che da Borel a von Neumann a Morgenstern sembra ridurre l'atto intellettuale del conoscere in stato di incertezza ad una sofisticata partita ai dadi. Nel traslato decisionalistico, i termini del problema sarebbero l'insieme non vuoto dei possibili stati della natura, l'insieme non vuoto delle azioni utili allo statistico e una funzione di perdita, su quegli insiemi, espressione del danno sofferto dallo statistico che ha scelto un'azione ignaro della scelta che la natura ha fatto. V'è, in questa schematizzazione, l'immagine di una natura protesa a un fine, se non di una realtà guidata da leggi necessarie, da una immanente, ancorché sconosciuta, volontà deterministica. Una concezione teleologica in cui, se il caso ha un ruolo, lo ha come sinonimo dell'umana ignoranza, e perciò dello stato di incertezza soggettiva in cui il competitore della natura si trova a dover decidere.

Non è questa l'immagine del mondo nel pensiero contemporaneo, nella scienza che ha fatto dell'evoluzionismo il codice interpretativo del divenire della vita e dell'indeterminismo quantico la grammatica universale degli eventi fisici elementari. Anche volendo ridurre un problema di logica induttiva a un problema di ottimizzazione, si tratta pur sempre di adottare un canone di lettura del reale, perché non può avere lo stesso significato giocare con una realtà 'necessaria' o con una realtà 'contingente'. E', ancora una volta, questione di ipotesi generali. Una cosa è lo stato di incertezza nei confronti di un fenomeno deterministico di cui non si sa prevedere con precisione il divenire perché non

si conoscono esattamente tutte le condizioni iniziali, e si ricorre alle probabilità per difetto di informazione; altra cosa è lo stato di incertezza di fronte a un fenomeno non deterministico il cui divenire non è tutto implicito nei dati iniziali e l'imprevedibilità è immanente al fenomeno stesso.

Nel saggio in cui pone il comportamentismo alle basi della filosofia della scienza, Neyman dichiara di ripudiare l'inferenza induttiva fisheriana perché priva di un "elemento fondamentale": la "valutazione delle conseguenze". Dalla "rule of inductive behavior", Neyman giunge così, naturalmente, alla waldiana "decision rule". E subito adduce, immediato e calzante, l'esempio di una tipica situazione decisionalistica: l'opportunità, o meno, di procedere alla vaccinazione antipolio Salk oltre un certo limite di età. La scelta di una profilassi (o di una terapia) è appunto un problema di teoria delle decisioni, con precise valutazioni dei fattori di rischio. (Sia consentito ricordare — in proposito — una vicenda che offre uno dei più suggestivi esempi di decisione in base al rischio: la situazione drammatica in cui venne improvvisamente a trovarsi Louis Pasteur, nel luglio 1885, davanti a un bambino di nove anni morso da un cane che presentava sintomi di rabbia. Pasteur aveva messo a punto, genialmente, un metodo di vaccinazione antirabbica coerente col suo principio delle "colture di virus attenuati", ma ancora non l'aveva sperimentato sull'uomo⁽¹⁴⁾. Si aggiunga che non v'era prova sicura, nonostante i molti indizi, che l'animale fosse rabbioso (anche per i problemi di diagnosi differenziale rispetto a certi quadri encefalitici) e nemmeno era da trascurare il pericolo di possibili effetti secondari della vaccinazione nell'uomo. Pasteur vive una alternativa angosciata e alla fine decide di praticare il vaccino: non era certa in assoluto la presenza del virus neurotrofo nel bambino, ma era assolutamente certa la tragica fatalità delle conseguenze qualora il virus della rabbia ne avesse aggredito il sistema nervoso. Era questo il rischio da minimizzare).

Non altrettanto chiaro e coerente appare il tentativo neymaniano di estendere il behaviorismo utilitaristico allo studio delle galassie e di addurre un fattore di desiderabilità e di convenienza alla decisione di ammettere l'espansione dell'Universo⁽¹⁵⁾. Qui si annida un equivoco. Se per "desiderabilità" di una scelta induttiva si intende la corrispondenza ideale ad una concezione del mondo, l'aderenza ad un sistema teorico, la compatibilità con un paradigma generale, il rispetto di una premessa dottrina, allora l'assunto non è privo di significato, né di riscontri storici. Ma in che senso interviene la "convenienza"?

Certo, di fronte ai risultati sperimentali, lo scienziato non si spoglia delle proprie *Weltanschauungen* — che sono stati d'animo, prima e più che atteggiamenti scientifici — non si sottrae alla suggestione, intellettuale e morale, dei

(14) "Il me semble que ma main tremblera — aveva scritto — quand il me faudra passer de l'animal à l'homme". Si aggiunga che quel genio — il fondatore della microbiologia sperimentale — doveva procedere con la massima cautela perché aversato dalla corporazione dei medici, che l'incolpava di essere un chimico. Intervenivano, dunque, anche "fattori esterni" nella difficile scelta di Pasteur. Eppure, in quel primo, fortunato impiego del virus attenuato della rabbia nell'uomo si può ravvisare — anche — la prima prova sperimentale di una audace congettura scientifica.

(15) Non si vede perché Neyman non traduca la "desiderabilità" in un grado di ammissibilità preliminare.

paradigmi ideali dominanti. Dell'incombenza, razionale e non razionale, dei grandi sistemi teorici, si è già detto altrove; qui ci si atterrà al richiamo di Neyman alle ipotesi sull'espansione dell'Universo per trarne uno spunto critico. L'immagine di un Universo che si espande era deducibile — come è noto — dalle equazioni differenziali della relatività einsteiniana prima ancora che Hubble scoprisse che le galassie si stanno allontanando (con velocità tanto più elevata quanto più sono lontane). Eppure, proprio Einstein si era rifiutato di trarre quella coerente deduzione: aveva preferito credere ad una premessa cosmologica generale piuttosto che al proprio modello fisico. E, per rendere questo conforme a quella, il teorico della relatività era giunto a introdurre nelle sue formulazioni la "costante cosmologica": un fattore di correzione necessario per riportare il suo grande sistema all'obbedienza di una visione del mondo: la visione di un mondo non diveniente.

Questo rifiutarsi di trarre tutte le conseguenze logico-deduttive del proprio geniale modello spazio-temporale per conservare un'immagine non evolutiva dell'Universo, per non rinunciare a un disegno cosmologico carico di suggestioni (ancora un esempio di *a priori* non illuminante) induce ad abbandonare ogni rigido schematismo nell'interpretare il problema della scienza. E a non confondere per altro — ciò che accade a certa brillante e talora opportunamente demitizzante sociologia della conoscenza, da Kuhn a Feyerabend — tra aspetti logici e aspetti psicologici, tra epistemologia ed etologia.

Del resto, pochi hanno contribuito più di Einstein alla interpretazione statica della meccanica dei quanta, pochi hanno saputo tradurre, più di lui, nel linguaggio probabilistico i fondamenti della nuova fisica. Eppure, Einstein continuava a credere in una realtà deterministica, sperava in un definitivo rivelarsi delle indecifrate leggi causali nascoste al fondo di quei "provvisori" enunciati statistici. Ma confessava di non avere argomenti razionali per sostenere il proprio assunto: "non posso addurre — scriveva in una lettera a Born del marzo 1947 — nessun argomento logico". E Max Born — un altro grande artefice, con Bohr, con Heisenberg, della meccanica statistica — gli rispondeva proclamando la sua fede nell'indeterminismo. Ma riconosceva a sua volta: "questo è in me un sentimento innato". Posizioni etiche, dunque, prima che razionali; scelte della coscienza, più che della scienza.

Nel gergo di Neyman, si può dire che l'assunto di un Universo deterministico che non si espande aveva — per Einstein — un grado di "desiderabilità" superiore alla concezione che finirà per prevalere. E non si può non convenire, con Neyman, sull'importanza di queste componenti soggettive nel difficile momento della sintesi tra teoria ed empiria. Ma la convenienza? L'utilità? Nemmeno Neyman sembra trovarne traccia. Dopo aver commisurato al proprio criterio di scelta l'alternativa tra ipotesi cosmologiche, onestamente conclude: nella scienza "... il metodo migliore per adattarne le azioni non è facile da determinare" (*Inductive behavior as a basic concept of philosophy of science*, 1957).

Quali che siano le scelte esistenziali, quali che siano i risvolti psicologici, la scienza — che è pur sempre esercizio della ragione — s'avvale ormai delle teorie con la consapevolezza della loro essenziale strumentalità: così fa il fisico, che considera il fenomeno della luce ora come onda, ora come corpuscolo; che è determinista quando tratta il macrocosmo nella geometria della relatività ge-

nerale ed è indeterminista quando tratta il microcosmo nell'algebra della meccanica quantistica.

7. Che i presupposti ideologici intervengano nel pensiero scientifico è un fatto, ma che si debba trarne un canone metodologico è tutt'altra questione. Tanto più se l'ideologia interviene in senso utilitaristico. Con il criterio della convenienza, Neyman par quasi reintrodurre nel processo conoscitivo della ricerca l'antico principio filosofico delle "cause finali", così da fare di una sorta di 'utilità antropomorfa' un canone di lettura della realtà naturale. Un ritorno ad uno stadio, per così dire, pregalileiano, un allontanamento dalla filosofia sperimentale della scienza moderna. Se il metodo sperimentale ha suggellato l'incontro dell'ideale con il reale, ha anche, prima di tutto, determinato l'abbandono di ogni finalità causale nella rappresentazione dei fenomeni naturali. Si è dimenticata, allora, la lotta razionale di Galileo contro la pretesa del pensiero dotto, e anche del senso comune, di non ammettere altra spiegazione degli eventi naturali se non nei termini in cui essi si rivelano utili all'uomo? Si è dimenticata l'autentica rivoluzione — lo scandalo della ragione, appunto — suscitata da un pensiero scientifico proteso alla rappresentazione logico-matematica e fisico-sperimentale del mondo naturale senz'altra categoria gnoseologia che il criterio dell'ipotesi e della prova?

Nell'intento di una teoria generale, si tende oggi a far tutt'uno del processo euristico della ricerca e del processo strategico della scelta operativa, fino a ridurre la disciplina dei fenomeni collettivi ad una sottospecie di teoria delle decisioni: una tecnica complessa, che però s'allontana dalla statistica quale metodologia della conoscenza. Importantissime in una vasta gamma di attività operative, le teorie decisionistiche introducono criteri di convenienza, norme di prudenza, opportunità strategiche, scommesse: concetti incongrui alle scienze naturali, di cui la statistica è pur sempre il metodo.

Anche ammettendo di sostituire decisione a conoscenza, scommessa a ipotesi, strategia ottimale a induzione probabile, è da chiedersi se ha lo stesso significato giocare con una Natura che "sceglie" una volta per tutte o con una Natura il cui destino viene scritto nel momento in cui si compie, e non v'è necessità alcuna nella realtà che si avvera: essa è soltanto una delle tante che erano possibili. Dopo Darwin, questo è diventato il codice intellettuale (e morale) del sapere naturalistico, al cospetto di una realtà non deterministica espressa dalla variabilità interindividuale e dalla accidentalità dei processi che vi concorrono. Si ritorna a definire il 'caso', che in una fattispecie viene dalla insufficienza delle conoscenze, in altra fattispecie dalla lettura non deterministica del divenire dei fenomeni⁽¹⁶⁾. Il comportamento dell'operatore economico che sceglie e rischia è perfettamente riducibile a schemi di teoria dei giochi e delle

(16) Ha scritto Savage: "La definizione frequentista lasciava fuori molti fra i più importanti campi di incertezza, come quelli di natura economica (...); in tutti i casi quello che interessa è la probabilità di un caso singolo cui si riferisce una decisione, e a ciò la definizione frequentista non dà risposta..." (*Uno sguardo sulla statistica di oggi*, 1961). E' proprio così. Ma il caso singolo — di per sé — non fa scienza; è, invece la fattispecie della scelta operativa, della scommessa su un evento incerto.

decisioni (17). E così ogni altro momento strategico (anche delicato: si pensi alle scelte terapeutiche di un clinico) ove si tratta anzitutto di minimizzare un danno. Ma non è altrettanto facile cogliere il significato, nella ricerca scientifica, di una "funzione di perdita" che farebbe dello scienziato uno scommettitore che ha per avversario una natura antropomorfa pronta ad ogni astuzia per farlo perdere.

Secondo Wald, "un problema di inferenza statistica diventa identico a una partita tra due giocatori, a somma zero". Un utile principio strategico, che ha dato argomento a tanta statistica matematica pronta a esaltare una linea di condotta prudentiale. Quella linea di condotta in cui Braithwaite vede il principio migliore per decidere tra "ipotesi statistiche" e per compiere stime d'intervallo. Dunque, la scelta di un'ipotesi si ispirerebbe, oltre che alla convenienza, alla prudenza. Ma la prudenza è norma aurea nella pratica del controllo per accettazione; non lo è, in genere, nella ricerca scientifica. Ritorna la domanda iniziale: giova concepire la ricerca scientifica come una partita contro un mondo fisico pronto a modificare la sua condotta in ragione degli esiti del suo avversario? Ed è logico e utile fare dello scienziato una sottospecie di operatore economico? Certo, anch'egli rischia (18), anch'egli decide; ma non si vede dove possa trovarsi e quale senso possa avere per lui la nozione di danno, che è la stella polare del percorso decisionalistico (19).

Come la statistica venuta dalla scienza non sembra essere la statistica rivisitata in chiave strategica, così le probabilità (statistiche) del genetista o del fisico non sembrano le probabilità (edonistiche) dell'uomo d'affari o del tecnico d'azienda. Tutti — è vero — lanciano i loro dadi: scienziati e managers. Anche la Natura lancia i suoi dadi: lo si pensa dai tempi di Darwin e di Mendel, di Boltzmann e di Gibbs, di Rutherford e di Planck. Ancor più dopo Heisenberg e Bohr, dopo Schrödinger e Born, dopo Crick e Monod. Ma altro è il valore nomico della probabilità di un salto quantico in una particella elementare, o in un nucleotide del polimero DNA, altro è il valore utilitaristico della probabilità di una decisione ottimale.

Dal punto di vista della ricerca scientifica — e quindi della statistica come metodo conoscitivo — la constatazione che tra canoni fisheriani, canoni neymaniani e canoni bayesiani non c'è sostanziale differenza nelle risposte se il con-

(17) E già è rivelatore il titolo del testo fondamentale di von Neumann e Morgenstern: *Theory of games and economic behavior* (1944).

(18) Ma i suoi eventuali rischi sono estranei al gioco intellettuale della scoperta e della prova.

(19) Anche Naddeo ritiene "... necessario distinguere le due forme di conoscenza, e cioè quella dal contenuto culturale (...) da quella in cui predomina il contenuto economico" (*Impostazione dei problemi di inferenza statistica classica*, 1978). Un distinguo essenziale, al quale non si presta la dovuta attenzione, anche perché si è diffusa la tendenza odierna a configurare la statistica di Fisher come un caso particolare di quella di Wald, e a vedere in quest'ultima una maggiore generalità, una più elegante completezza. Il fatto è che gli elementi che rendono più "generale" e più "completa" la teoretica decisionale hanno poco a che fare con il problema della ricerca di leggi nel reale. Se Wald considerava "... il trattamento del disegno degli esperimenti come parte di un generale problema di decisione" (*Statistical decision functions*, 1950), Fisher ammoniva che far rientrare le procedure statistiche della ricerca scientifica nel quadro tecnico-formale decisionalistico è un errore logico, oltre che un'inutilità.

testo empirico è adeguato all'emergere del fenomeno collettivo, lascia il ricercatore naturalista libero di continuare a preferire il criterio meno macchinoso, più leggibile e più aderente alla mentalità scientifica. Ben altrimenti vanno le cose quando le informazioni sono scarse (piccoli campioni): e allora è chiaro che lo scienziato potrà scegliere — se non può addurre ulteriori conoscenze — di avventurarsi fra i dati senz'altro ausilio che una distribuzione tabulata, mentre l'operatore economico non avrà dubbi nell'adottare le procedure che gli garantiscono, nel lungo andare, il minor danno⁽²⁰⁾. Tutto ciò non toglie significato — nelle scienze della natura — alla preliminare confutazione dell'ipotesi H_0 . Al contrario, ne fa una premessa concettuale e strumentale alla proposizione di ogni altro assunto, di ogni ulteriore ricerca: che è dialogo continuo dell'informazione con l'astrazione, del dato con l'ipotesi.

Ecco perché — a sommosso parere di chi scrive — è possibile delineare il fondamento concettuale della statistica induttivo-estimativa secondo la chiave di lettura che da Bayes e da Laplace giunge a Gini, a Jeffreys, a de Finetti, senza per questo negare ogni significato al tentativo di saggiare empiricamente, nella ricerca induttivo-sperimentale, in una logica falsificazionista, la sospettata accidentalità di un risultato. Più che a dare vere e proprie regole, più che a diventare una ricetta per sostituire altre ricette, la formula di Bayes-Laplace vale a mostrare il graduale vincere dei dati sulle posizioni iniziali, quand'esse non siano pregiudiziali estreme. In tal modo, essa rimette in gioco i criteri detti oggettivistici, di cui svela la ragione pragmatica di essere appena l'evidenza empirica sia rilevante. (Ossia quando il soccorso di un test è meno urgente...).

8. La proposizione epistemologica coerente dell'inferenza induttiva è offerta — lo si è detto e ridetto — da un teorema che ha più di duecento anni. Ciò che non infirmà la validità strumentale, a date condizioni, dei criteri di significatività nella prassi scientifica. Essi continuano a sussidiare la ricerca delle proprietà statistiche di fenomeni cui è immanente la variabilità naturale per saggiare il dubbio della casualità di un risultato: il dubbio che è, insieme, stimolo e insidia del lavoro del moderno ricercatore sperimentale.

Una cosa, allora, è il problema logico dell'inferenza induttiva, altra cosa è il problema metodologico dell'indagine sperimentale: il problema dell'ipotesi e della prova, del raccordo semantico tra esperienza e ragione. E qui la scienza, dai tempi di Galileo, ha qualcosa da dire. Ed è certo che nel contesto esplicativo della cosiddetta "scienza normale" (come Kuhn la chiama) il ruolo concettuale delle conoscenze *a priori* è, in generale, positivo. Non così nelle fasi in cui s'avvia una "rivoluzione scientifica": sopravvalutare le conoscenze pre-

(20) Con ciò non si nega, è quasi superfluo dirlo, la possibilità di impieghi algoritmici delle tecniche behavioristiche nella soluzione di un problema conoscitivo, in qualche fattispecie scientifica: nulla vieta di trattare un particolare fenomeno naturale alla stregua di un processo di produzione in serie, di cercare le proprietà di certi collettivi attraverso criteri che imitino formalmente le procedure della ricerca operativa. Purché non si trasponga la concezione utilitaristica e prudentiale delle procedure decisionalistiche nella pura ricerca: altro è lo spirito della scienza.

Come ha chiarito de Finetti, induzione è prefigurazione di una distribuzione di probabilità, mentre decisione è scelta di un risultato in ragione dei valori di una conveniente funzione di perdita.

sistenti può significare rimanere rinchiusi entro un paradigma in via di superamento, può voler dire sopraffare il valore euristico dell'evidenza sperimentale. La sintassi bayesiana — la cui portata gnoseologica va al di là della proposizione precettistica di nuovi automatismi inferenziali — coglie duttilmente codesto vario condizionarsi dinamico di conoscenza ed esperienza, di teoria ed empiria.

Trovare un possibile fondamento logico della significatività fisheriana nell'argomento ipotetico-deduttivo (il canone di tre secoli di scienza) non contraddice, dunque, di per sé, l'impostazione bayesiana del processo induttivo. O, forse, non può definirsi tale una teorizzazione che mantenga il teorema di Bayes nell'alveo del rapporto dialettico tra i fatti e le idee: un assunto iniziale che si modella all'esperienza? O, forse, sono bayesiane soltanto le rappresentazioni utilitaristiche del teorema: quelle che certa prosa decisionalistica pretende di impartire agli scienziati con argomenti, esempi e linguaggi da cui traspare una ingenua inadeguatezza culturale? Altro è il contesto, altro il movente della teoria delle decisioni. Che non possono essere confusi e poco hanno da spartire con la ragione gnoseologica di essere del metodo statistico nell'ambito della scienza sfuggita ai lacci del determinismo classico e pronta a fare della 'legge statistica' il modello della legge scientifica.

Di questa ambigua crescita della statistica è espressione anche il ritornante e frastornante distinguo tra "statistica descrittiva" e "statistica induttiva". L'antinomia ha significato, ancora una volta, nell'ambito pratico, dove una cosa è osservare un'intero insieme di oggetti in sé delimitato, altra cosa è indurre le proprietà osservandone soltanto alcuni. Ma nella statistica come metodologia della scienza una siffatta dualità non ha senso: ogni insieme empirico è sempre, a qualunque livello, un campione a fronte della generalizzazione concettuale in cui si risolve il processo conoscitivo scientifico; ed è sempre osservato e analizzato non per se stesso ma per un 'insieme' di ordine superiore di cui è espressione contingente. La Natura non è una partita di merci esauribile nella dimensione umana, e la ricerca di leggi fenomeniche — che sono proprietà statistiche — è sempre un atto induttivo.

ITALO SCARDOVI

APPENDICE STORICO=CRITICA

1. I metodi statistico-induttivi vengono dalle scienze della vita. Karl Pearson, matematico, non dimostra interesse alla statistica (ne fa testo la prima edizione della *Grammar of science*, 1892) fino a che non conosce, attraverso il cenacolo biometrista, i problemi della ricerca biologica quantitativa. E così Ronald Fisher. Entrambi sentivano la presenza, conscia e inconscia, dell'*a priori*. Se tentavano di formalizzare regole in cui la *prior probability* non interveniva, era nell'intento empirista, e, più ancora, positivista di escludere ogni componente "arbitraria" dalla costruzione del sapere scientifico.

Pearson sapeva che l'uomo concreto ragiona secondo la formula di Bayes-Laplace, anche quando non intervengano valori numerici; vedeva in quella for-

mula la "arithmological justification" — così scriverà in *The fundamental problems of practical statistics* (1920) — della formazione dei convincimenti. Eppure, nel porre un criterio tecnico-induttivo evitò la probabilità inversa. "Non sono i fatti in se stessi che formano la scienza, ma il metodo con cui sono trattati", aveva scritto nella *Grammar*. "E' il metodo — aveva aggiunto — a segnare il confine tra forme teologiche e forme scientifiche". E' la filosofia di un teorico che vede lo scienziato teso a criticare "in ogni modo concepibile — sono sue parole — gli assunti della propria immaginazione"; di un matematico attento ai fondamenti che, avvicinandosi al movimento biometrico, a Weldon e a Galton in particolare, sperimenta su se stesso l'incontro di un'educazione epistemologica con la disciplina della ricerca empirica. I primi argomenti incontrati da Pearson nel suo apprendistato biometrico riguardavano la legge di variabilità delle distribuzioni di caratteri metrici in varie specie viventi e sollevavano il problema del valore euristico dello schema di variabilità dominante: la curva degli errori. Se, dal punto di vista formale, Pearson ne faceva una soluzione particolare tra quelle deducibili da un'equazione differenziale, nell'aspetto investigativo adduceva un agile criterio per la misura del grado di accostamento del modello teorico a una distribuzione empirica: il test del "chi quadrato", proposto nel 1900 per dotare la ricerca di ogni giorno di uno strumento pratico di lavoro. Lo definirà "... un semplicissimo criterio per determinare la bontà dell'adattamento di una qualsiasi distribuzione di frequenza a una curva teorica". "Ho calcolato — preciserà — la probabilità che la divergenza da una curva data sia tale da poter essere attribuita al campionamento casuale" (*On the mathematical theory of errors of judgment...*, 1902).

La soluzione di Pearson utilizzava probabilità "dirette" per risolvere un problema di probabilità "inversa": una fallacia attenuata, per così dire, dal riferimento a grandi campioni e dall'assenza di ogni configurazione dogmatica nella proposizione del test: un duttile strumento di lavoro affidato alla sensibilità sperimentale del ricercatore. Continuo è infatti il richiamo a ragguagliare gli strumenti teorici al contesto empirico. In *On the criterion that a given system of deviations from the probable...* (1900) il problema induttivo è posto con esemplare chiarezza. Dapprima Pearson considera la probabilità "teorica" come nota *a priori* e su tale premessa sviluppa il test. Poi osserva che questa non è la fattispecie della realtà sperimentale, dove la "legge" deve essere tratta dal campione. Il quesito è allora se il campione sia da considerarsi il risultato di deviazioni casuali dalla distribuzione teorica nella popolazione ideale di riferimento; e la risposta a tale quesito deve venire dal campione. Ma, avverte Pearson, se il campione è numeroso e casuale, dato campionario e dato della popolazione differiranno nei termini dell'errore probabile: un errore piccolo se il campione è grande. Pearson non dà regole, canoni, soglie; non fissa criteri di rifiuto. Ed è suggestivo che la tavola che accompagna il saggio abbia nel suo contesto i valori di probabilità (di superare il livello limite) e le coordinate di lettura siano il numero delle classi e i livelli del test. La tavola offre al ricercatore le probabilità perché ne faccia l'uso più opportuno alla stregua delle sue conoscenze.

Il criterio del "chi quadrato" risponde a un dubbio preciso e circoscritto. E tale resterà — fatta salva una certa rigidità — nella reinterpretazione di Fisher. Questi riprenderà il concetto meccanico-razionale di "gradi di libertà", che da-

rà luogo a un'aspra contesa fra i due autori, divisi da una crescente antitesi di idee e di caratteri. Il dissenso aveva infatti motivazioni profonde e toccava da vicino i grandi problemi della metodologia scientifica. Pearson non era insensibile a certo fenomenismo ottocentesco e sentiva l'importanza logica e formale della proposta bayesiana, mentre Fisher era più proteso ad un oggettivismo operativo che lo portava a esaltare il valore euristico del dato. Fisher, per contro, intuiva l'enorme portata intellettuale e conoscitiva della genetica mendeliana, mentre Pearson — suggestionato dal "continuo" — s'era irrigidito, insieme con Weldon, in una disperata difesa della "eredità intermedia" e della regressione galtoniana.

2. Quando, con Student, appaiono i problemi metodologici dei piccoli campioni, ove vien meno il sostegno dei grandi numeri e sfuma la presenza rassicurante del modello normale di variabilità definito da Laplace e da Gauss ed elevato da Quetelet e da Galton a protoschema universale, il problema induttivo-sperimentale assume contorni nuovi. E' ancora una volta la voce della pratica scientifica, di una ricerca sperimentale impegnata a fare i conti con la variabilità accidentale. Le soluzioni di Pearson e dei biometristi valevano per grandi campioni: alcuni problemi di laboratorio obbligavano invece a indurre valori medi da insiemi sperimentali spesso ridotti a poche unità. "Ci sono esperimenti — scriveva Student — che non possono essere ripetuti con facilità; in tali casi è qualche volta necessario giudicare sulla fondatezza dei risultati di un campione molto piccolo, che contiene in se stesso la sola indicazione della variabilità" (*The probable error of a mean*, 1908). Student intuisce la possibilità di una metodologia alternativa, utile quando non sia lecito postulare la normalità distributiva campionaria, e propone il ben noto test circa le medie di piccoli campioni; come Pearson, non darà criteri rigidi di scelta, non fisserà valori critici preferendo affidarsi all'intuito del ricercatore.

Sarà Fisher a introdurre soglie limite, regioni di rifiuto, canoni di decisione. L'influenza di Venn e il richiamo di questi a Boole — di cui ancora risuonava lo sprezzante giudizio nei confronti del "postulato di Bayes" ("un indebito premio all'ignoranza") — inducevano Fisher a delineare una metodologia induttiva capace di trarre conclusioni valide — è scritto nel *Design of experiments* (1935) — "... anche senza il ricorso al disputato assioma", così da superare nel concreto le difficoltà teoretiche dell'inferenza induttiva. Che è — avverte subito — "... il solo processo conosciuto da cui nascono le nuove conoscenze". Per eludere il teorema di Bayes, che gli appare troppo subordinato all'eguaglianza delle probabilità *a priori*, e per sfuggire alla diatriba delle definizioni di probabilità, Fisher assume un concetto nuovo, coerente con la esplicazione ipotetico-deduttiva dell'"ipotesi nulla": quello di "verosimiglianza". "Ciò che appare chiaro — scrive nella *Theory of statistical estimation* (1925) — è che il concetto matematico di probabilità è inadeguato a esprimere la nostra fiducia o diffidenza nel fare certe inferenze e che la quantità matematica che appare appropriata per misurare il nostro ordine di preferenze tra differenti possibili popolazioni, di fatto, non obbedisce alla legge di probabilità. Per distinguerla dalla probabilità, ho usato il termine di verosimiglianza ...". Il testo è piuttosto ermetico. Più esplicito è l'impiego della verosimiglianza nello sviluppo tecnico-formale.

Fisher muove dalla tradizione statistica ottocentesca. Della lezione di Pearson raccoglie il senso strumentale delle tecniche statistiche nell'avventura della ricerca. Ma la vivace disputa intorno ai "gradi di libertà" lascia trasparire i segni di una diversa filosofia, della scienza e del metodo: di un diverso modo di intendere l'apporto conoscitivo del dato. Nella *Grammar* — un'opera di vasti orizzonti intellettuali e culturali — la tradizione empirista si stempera in una lettura 'fenomenistica' del reale di derivazione machiana (anche se Mach non sembra accolto fino alle sue estreme conseguenze idealistiche). E l'induzione è intesa humeanamente, nella sua vena psicologica. "L'uomo senza immaginazione — è scritto — può collezionare fatti, ma non può fare grandi scoperte" (21).

Di qui il programma pearsoniano di "educare gli statistici a diventare uomini di scienza". Un programma che Fisher — meno incline al soggettivismo epistemico — cercherà di tradurre in canoni e tecniche. Il grande paradigma concettuale di riferimento è sempre la teoria darwiniana. Con Galton e Weldon, Pearson aveva accarezzato il progetto di una formalizzazione della dottrina dell'evoluzione per selezione naturale. Ma sarà Fisher a scrivere la matematica della biologia evoluzionistica, a tracciare — nella *Genetical Theory of Natural Selection* (1930) — le linee della grande *kovn̄* che prenderà il nome di teoria sintetica dell'evoluzione. L'esperienza quotidiana di Rothamsted portava Fisher a contatto con la variabilità interindividuale — un processo naturale, casuale e discreto — e lo liberava da quel mito del continuo che aveva tradito Pearson e Weldon inducendoli a reagire alla riscoperta delle leggi di Mendel in polemica con quanti accettavano una visione corpuscolare e fortuita dei fenomeni elementari della vita. Se Quetelet aveva visto comporsi l'accidentalità degli esiti individuali in una superiore necessità collettiva, in una sorta di 'determinismo statistico' finalizzato, se Pearson aveva preso le distanze da ogni epistemologia rigidamente deterministica, Fisher faceva della genetica evoluzionistica il principio di un rinnovamento della biologia, e poneva la casualizzazione del dato sperimentale a fondamento di una nuova metodologia scientifica.

Alla crisi del determinismo classico Fisher reagiva con una sorta di consapevolezza queteletiana: ne è prova la sua esitazione a dare un ruolo essenziale alla deriva genetica in quanto processo casuale, a quel "principio di Sewall Wright" dall'indubbia portata evoluzionistica. Nell'interpretazione della teoria della selezione naturale, cui darà un decisivo contributo teoremativo, non s'intravede ancora l'insorgente indeterminismo statistico, che è un poco l'anima nascosta di quel grande paradigma: un paradigma che non può essere interpretato coerentemente, oggi, se non in chiave autenticamente indeterministica.

(21) Dirà Popper, più di mezzo secolo dopo, al Magdalen College di Oxford: "Sfido quanti fra voi sono di parere contrario, e credono che le teorie siano il risultato di osservazioni, a cominciare ad osservare qui ed ora, e a mostrarmi il risultato delle osservazioni. Direte forse che è scorretto e che, qui ed ora, non c'è nulla di notevole da osservare. Ma anche se conduceste tutta la vostra vita annotando, taccuino alla mano, quel che osservate, e infine lasciaste per testamento l'importante libretto alla Royal Society, chiedendo che ne estraggano della scienza, questa potrà anche conservarlo come curiosità, ma certamente non come fonte di conoscenza. Esso resterebbe forse dimenticato in qualche sotterraneo del British Museum (...) ma più probabilmente finirebbe fra la spazzatura". (*Conjectures and refutations*, 1969).

Fisher — s'usa dire — non ha eretto un sistema teorico. E' in parte vero. Egli andava dietro ai problemi a mano a mano che sorgevano nella sua giornata di genetista sperimentale, e ne dava ingegnose soluzioni strumentali. Oggi alla statistica non sembra mancare un "sistema". Manca forse l'apporto di nuove idee e di nuovi problemi, che non siano le suggestioni managerialistiche o gli eleganti sviluppi algoritmici di una teoria delle decisioni subordinata ad un unico fine. Si è definita "pedestre" e "terrena" la maniera di procedere di Fisher: sfogliando tanti scritti statistici di oggi viene il sospetto che la statistica, per sopravvivere, dovrà poggiare di nuovo i piedi in terra, ritrovare i fenomeni, riscoprire il mondo.

3. Le radici della metodologia fisheriana affondano nella teoria degli errori e nei contributi di Quetelet e di Lexis. Il codice investigativo di costoro si ispira al principio del giustapporre realtà e modello, distribuzione empirica e distribuzione teorica, variabilità indotta e variabilità spontanea. E così sarà nella "analisi della varianza", ove ritornano i fondamenti della teoria lexiana della dispersione. Lexis aveva addotto un criterio induttivo tratto dal paragone — in termini di scarto quadratico medio — tra variabilità attesa e variabilità osservata. Esempi di questa linea di pensiero sono sparsi nella letteratura probabilistica dell'Ottocento (e anche del Settecento). In fondo, le stesse disputatissime "analisi di Geissler" erano confronti tra legge di variabilità empirica e legge di variabilità dedotta da un'ipotesi: che è, ancora e sempre, l'ipotesi di completa accidentalità. L'analisi della varianza si risolve appunto nel confronto tra variabilità spontanea, quale si avvera senza particolari criteri di classificazione, e variabilità susseguente alla classificazione. Come ogni artefatto sperimentale, essa si avvale di necessarie astrazioni⁽²²⁾.

L'interpretazione della variabilità risente del paradigma astronomico della scienza ottocentesca: era stato lo studio del cielo a imbattersi, primo, in una variabilità (strumentale) a comportamento accidentale. Su di essa si era modellato (Gauss, Legendre) il principio dei minimi quadrati: il paradigma di variabilità delle replicate misure strumentali di una medesima grandezza fisica. In quell'ambito, la valutazione degli scarti dal valor probabile era fondata sul presupposto, essenziale, di scarti accidentali "più piccoli" di quelli dovuti a fattori non accidentali di variabilità. Un assunto implicito anche nelle regole induttive di Lexis, di Pearson, di Student. Ma proprio nei fenomeni biologici, cui Fisher si dedicava, possono darsi differenze piccole eppur sistematiche. Lo ha ricordato opportunamente Corrado Gini prendendo esempio dal dimorfismo sessuale. "Ora — scriveva — è quando l'influenza dei fattori che si vogliono mettere in luce è lieve (...) che la ricerca statistica è maggiormente utile, cosicché dobbiamo dire che il presupposto della maggiore intensità degli errori sistematici, che sta alla base dell'applicazione dell'indice di significatività, viene meno precisamente nelle ricerche in cui la sua applicazione dovrebbe presentare maggiore utilità" (*Sulla durata del periodo pre-ovulare e della gestazione dei due sessi, Postilla metodologica*, 1961).

(22) Ne è espressione, per fare solo un esempio, lo schema a due criteri nell'ipotesi di non interazione: i due paradigmi classificatori si attraversano, l'un l'altro indifferenti, alla maniera dei fantasmi medievali della migliore tradizione britannica.

Le regole fisheriane si esplicano all'interno di una particolare disposizione sperimentale. "Qualunque conclusione — è scritto nel *Design* — (...) ha una base induttiva più ampia se ottenuta da un esperimento in cui tutte le quantità sono state variate, di quanta ne avrebbe se ottenuta da qualsiasi sperimentazione in cui queste siano state mantenute strettamente costanti". La "regola" sperimentale raccomandava di variare il più possibile le circostanze che intervengono nell'esperimento. Fisher va in questo senso, ma vuole evitare scelte surrettizie: la casualizzazione ha soprattutto questo significato. Se Student, chimico, preferisce rendere direttamente influenti le differenze sistematiche tra i vari contesti sperimentali tarandone i risultati (è la maniera dello sperimentatore di laboratorio proteso a fare di ogni esperimento un modello limite), Fisher mira, con la randomizzazione, a eliminare la necessità di queste non sempre facili scelte soggettive nella sperimentazione su larga scala. "Ciò che dev'essere subito chiaro — precisava nel *Design* — è che un esperimento permette di calcolare una stima dell'errore in quanto la sua struttura determina completamente la procedura statistica per calcolare questa stima. Se ciò non avviene, nessuna interpretazione dei dati può ritenersi priva di ambiguità".

Oggettivista perché sperimentatore, Fisher tenta un'originale sintesi di dato e ipotesi, di fenomeno e strumento. Vive i problemi di una scienza irriducibilmente statistica, vede nelle differenze individuali intraspecifiche la risultante di un processo genetico spontaneo e studia il ruolo dei possibili fattori non accidentali di variabilità. Come non si può intendere il Pearson statistico-biometrista senza conoscere il Pearson logico ed epistemologo, il Pearson della *Grammar*, così non si può capire il Fisher statistico-matematico senza approfondire il Fisher genetista, il Fisher della *Genetical theory*: l'opera che, assieme ai contributi di Haldane, di Wright, di Cetverikov, ha determinato il rinnovamento teorico del sapere biologico in chiave darwiniana e, insieme, mendeliana. È il Fisher genetista a suggerire al Fisher matematico di trarre dai fatti le opinioni, di predisporre tecniche protese a garantire regole di obiettività empirica, di spingere all'estremo il ruolo probatorio dei dati. Mentre Pearson, intimamente (anche se non pragmaticamente) bayesiano, si limita a dare criteri pratici di statistica induttiva, Fisher intende apprestare metodi e principi per liberare lo scienziato da ogni eventuale pregiudizio dottrinario. Assume così a motto del *Design* un passo di Lavoisier, in cui il fondatore della chimica moderna esorta a "non conservare se non i fatti che sono verità date dalla natura": l'assunto liberatorio di un'epoca in cui tanta scienza doveva ancora sottrarsi al mito.

Se nel Fisher degli inizi la "verosimiglianza" è una contrapposizione filosofica alla probabilità bayesiana, nel Fisher degli anni cinquanta è soprattutto la soluzione pragmatica da adottarsi quando non sia possibile addurre valutazioni *a priori* statisticamente determinate, ossia valori di probabilità aggiustati sui fenomeni. Da genetista sperimentale, ammette quindi il ricorso alla formula di Bayes tutte le volte che una distribuzione preliminare può essere "calcolata". Al dogmatismo delle origini succede così una più coerente visione del problema epistemologico dell'inferenza statistica. Se il primo Fisher propone la verosimiglianza per sfuggire alla trappola bayesiana, l'ultimo Fisher la suggerisce per evitare ogni impiego non empiricamente fondato della probabilità inversa. Nell'uno e nell'altro emerge la strumentalità di una visione che non

vuole ammettere — e qui è il limite — “... postulazione di conoscenze al di là di quelle ottenute con la diretta osservazione”.

4. Alla matrice fisheriana si ispirano, inizialmente, anche gli sviluppi tecnico-formali di Jerzy Neyman ed Egon Pearson, diretti ad apprestare i fondamenti di un atteggiamento induttivo che presto finirà per divergere da quelle premesse. Anche la motivazione di questi autori è la scelta di tecniche statistiche non soggette alla logica bayesiana. “Siamo interessati alle caratteristiche di una certa popolazione — scriveva Neyman — (...) e tentiamo di stimare queste caratteristiche basando il nostro giudizio su un campione. Fino a poco tempo fa si è usualmente assunto che la soluzione accurata di tale problema richiedesse la conoscenza delle probabilità *a priori* connesse alle diverse ipotesi ammissibili riguardanti i valori dei caratteri collettivi della popolazione (...). Il Professor R.A. Fisher ha suggerito un accostamento ai problemi di questo tipo che rimuove le difficoltà implicite nella mancanza di conoscenza della legge di probabilità *a priori* (...). La possibilità di risolvere il problema della stima statistica indipendentemente da una conoscenza delle leggi di probabilità *a priori*, scoperta da R.A. Fisher, rende superfluo l'appello al teorema di Bayes” (*On two different aspects of representative methods*, 1934). Così per la stima.

Quanto al controllo di ipotesi, si ritiene lecito rifiutare un'ipotesi soltanto a vantaggio di un'altra, più verosimile alla luce dei dati. Si tratta quindi di comparare le verosimiglianze di ipotesi rivali puntando a ridurre il rischio di rifiutare un'ipotesi vera (“errore di prima specie”) o di accettare un'ipotesi falsa (“errore di seconda specie”) attraverso opportune “... regole per governare il nostro comportamento (...), sicuri che nel lungo andare delle esperienze non ci saremo troppo spesso sbagliati...”. “Tale regola — questo l'assunto — non ci dice nulla sulla verità dell'ipotesi in un caso particolare (...). Ma si può spesso provare che se ci comportiamo secondo tale regola nel lungo andare respingeremo l'ipotesi quando è vera non più di una volta, ad esempio, in un centinaio di volte e per di più potremo dimostrare che respingeremo l'ipotesi sufficientemente spesso quando è falsa” (*On the problem of the most efficient test of statistical hypothesis*, 1933). Posto nel 1928 (*On the use and interpretation of certain test criteria*), il principio dell'“accettazione” si completa nel 1933 in un saggio in cui “... si assume possibile definire la classe delle ipotesi ammissibili (...) come alternative ad H_0 ” (*The tests of statistical hypotheses, in relation to probabilities a priori*) e in cui sempre più affiora il sottinteso utilitaristico della filosofia del comportamento induttivo. Non per nulla il riferimento d'elezione è a problemi di opportunità pragmatica, non per nulla il richiamo emblematico è alla questione laplaciana dei verdetti giudiziari, al bisogno di soppesare le conseguenze dell'uno o dell'altro ‘tipo’ di errore.

In due saggi di Neyman degli anni cinquanta l'itinerario concettuale avviatosi dalla reinterpretazione della significatività fisheriana giunge al suo approdo coerente. In *The problem of inductive inference* (1955), ove il quadro di riferimento è essenzialmente quello della stima (stima della densità media dei batteri in un'acqua potabile, stima del tempo di decadimento di una sostanza radiattiva), si riguarda la “scelta dell'azione” da intraprendersi come essenziale all'induzione statistica, si considera la “spiacevolezza di una sovrastima”, si traduce la prassi inferenziale nella scelta tra un insieme di azioni in ragione

della "desiderabilità" delle stesse. In *Inductive behavior as a basic concept of philosophy of science* (1957) Jerzy Neyman completa e suggella in senso decisionalistico il proprio disegno epistemologico distinguendo l'induzione scientifica in tre momenti, il terzo dei quali è "un atto di volontà o una decisione per intraprendere una azione particolare (...)", in ragione "(...) della valutazione delle conseguenze delle varie azioni contemplate" e "tenendo conto della desiderabilità delle diverse azioni". E' questo — dice Neyman — l'elemento fondamentale che manca nel ragionamento induttivo fisheriano. E conclude: "Respingo il ragionamento induttivo a causa del suo dogmatismo, della mancanza di chiarezza e dell'assenza di considerazioni sulle conseguenze delle varie azioni contemplate". Così, dal "rule of inductive behavior" egli giunge — esplicitamente richiamandosi alla funzione di decisione di Wald — alla "decision rule".

Due visioni, dunque, dell'inferenza induttiva, due maniere di intendere il problema della statistica, tra le quali sussiste non tanto un dissenso insanabile quanto una disputa inutile. Data la diversità delle premesse e dei fini, è vano contrapporle, come è errato confonderle. Ognuna ha la sua ragion d'essere: la metodologia della scienza e quella della convenienza. Ed è un fatto che i metodi neymaniani hanno sempre largo impiego in campo operativo e utilitaristico, soprattutto come regole di condotta in problemi di accettazione, mentre ai metodi fisheriani si ricorre tuttora, nella pratica scientifica, per l'analisi di risultati sperimentali esposti all'insidia della variabilità.

I.S.

SUMMARY

On knowledge and strategy

In this paper, we pose a distinction between the heuristic process of scientific research (methodology of knowledge) and the strategical process of operative decision (methodology of convenience). We find the logical and phenomenological genesis of the two approaches and distinguish the epistemological aspects from the psychological ones within the inductive problems of statistics. We identify some of the reasons of unadaptability of the behaviouristic principles to scientific research, in the cultural fields from which statistics arose.

RÉSUMÉ

De la connaissance et de la strategie

Dans cette note on discute de la distinction entre le procédé euristique de la recherche (méthodologie de la connaissance) et le procédé utilitariste de la décision (méthodologie de la convenance). On remonte à la genèse logique et phénoménologique des deux positions et on distingue entre aspects épistémologiques et aspects psychologiques des problèmes inductifs de la statistique. On identifie quelques raisons d'inadaptation des canons behavioristes à la recherche scientifique, dans les domaines culturels d'où la statistique est venue.