

STORIA DEL PENSIERO STATISTICO CON ALCUNE OSSERVAZIONI SULL'INSEGNAMENTO DELLA STATISTICA

Rodolfo de Cristofaro

I. GENERALITÀ

Nel 1906, R. Benini definiva la “statistica” come un metodo particolare di trattazione dei “fenomeni collettivi”, intendendo per collettivi “quei fenomeni suscettivi di variare senza regola assegnabile a tutto rigore”. Un altro termine molto usato era quello di “fenomeni di massa”; in altre parole, fenomeni che manifestano una regolarità solo per grandi masse di osservazioni; altrimenti detti: tipici, indeterministici, casuali, statistici.

La scoperta delle “regolarità statistiche” per grandi masse di osservazioni risale al Seicento. In particolare, nel 1662 J. Graunt pubblicò un saggio, nel quale raggruppò i nati e i morti della città di Londra in gruppi omogenei, scoprendo delle sorprendenti regolarità sul rapporto dei sessi alla nascita, sulla mortalità e così via.

In realtà, dalla *Cronaca* del Villani, pubblicata nel 1346, risulta che il sacrestano del battistero di Firenze aveva già scoperto l'equilibrato rapporto dei sessi alla nascita con una leggera prevalenza di maschi sulle femmine. Tuttavia, questa scoperta non ebbe seguito, nel senso di non determinare un nuovo indirizzo di ricerca quantitativa.

Il taglio quantitativo dato da Graunt alla trattazione della materia fu ripreso da W. Petty (1623-1687) nella sua “Aritmetica politica”, nella quale si avvale, secondo le sue parole, “di prove fornite dai sensi, lasciando da parte le idee, le opinioni e le passioni variabili dei singoli individui”.

C'è in quest'ultima frase un aspetto importante della cultura statistica e cioè quello di basare le opinioni sui fatti, raccogliendo i dati in maniera sistematica e classificandoli in modo oggettivo.

In un certo senso, il sacrestano del Battistero di Firenze, che ebbe l'idea di introdurre in un contenitore una fava di colore diverso secondo il sesso del nascituro, possedeva una primordiale mentalità statistica. E fu premiato perché contando, alla fine dell'anno, quelle fave, poté sfatare la credenza popolare, talvolta ancora radicata tra le persone semplici, secondo la quale nascerebbero molte più femmine che maschi.

La classificazione, che risale ad Aristotele, ha aiutato la nascita della statistica perché ha consentito di inserire la “variabilità dei fenomeni” in un quadro di

“regolarità statistiche”, che sono in seguito risultate molto simili a quelle che si osservano nella ripetizione dei giochi di azzardo (iniziale oggetto di studio del calcolo delle probabilità).

Ed è stato J. Bernoulli (cui si deve una delle prime trattazioni di calcolo delle probabilità, *l'Ars Conjectandi*, pubblicata postuma nel 1713) a intuire che la probabilità poteva essere applicata con successo nello “studio di una vasta gamma di problemi sociali” e nella costruzione di modelli interpretativi della realtà.

Uno dei primi e più elementari compiti della statistica ha riguardato l'osservazione oggettiva dei fenomeni, da realizzarsi con rilevazioni estese a tutte le unità di osservazione e con dati raccolti, registrati e catalogati in maniera “sistemica”. Nello stesso tempo gli statistici hanno cercato di superare i luoghi comuni e i pregiudizi derivanti da una non sistematica rilevazione dei dati.

A questo proposito, dice un'antica massima: *anno bisesto, anno funesto*. Come si fa a verificare la verità di questa massima? Un modo può essere quello di soffermare l'attenzione su un raccolto agricolo, stabilire un criterio per poterlo definire *buono* o *cattivo* e procedere alla classificazione doppia dello stesso raccolto, secondo l'anno bisestile e la sua bontà. Da un punto di vista deterministico, il raccolto dovrebbe essere cattivo quando e solo quando l'anno è bisestile. Tuttavia, potrebbe esserci una tendenza, più o meno accentuata, dei raccolti a essere cattivi negli anni bisestili. Ma fino a che punto questa tendenza è da ritenere stabile nel corso del tempo?

È questo un ulteriore aspetto della statistica: quello di essere preparati alla variabilità dei risultati, superando il determinismo insito nella nostra tradizionale concezione della natura e la radicata concezione causale che fa parte del corredo culturale della nostra civiltà.

Recentemente, alcuni statistici hanno analizzato i dati sull'inquinamento ambientale delle antenne di Radio Vaticana. Fino a che punto gli otto bambini colpiti da leucemia sono compatibili con i 3-4 attesi in base all'incidenza della malattia nella città di Roma? La risposta a questa domanda è di natura statistica e il numero dei casi osservati è troppo piccolo per giungere a una conclusione che, oltre a non essere mai sicura, è in questo caso piuttosto incerta. Eventualmente, i dati osservati possono suggerire un principio di cautela, che, tuttavia, è più di competenza della teoria delle decisioni che della statistica tradizionalmente intesa.

Per un lungo periodo di tempo è stato osservato in Europa un aumento del numero degli incidenti stradali accompagnato da un calo della natalità. Questo non significa che un modo per ridurre la natalità sia quello di aumentare il numero degli incidenti o viceversa. Analogamente, la correlazione osservata tra il numero degli aderenti alla Chiesa d'Inghilterra e il quoziente dei suicidi non significa che i suicidi siano causati dall'appartenenza alla religione anglicana.

2. IL PENSIERO STATISTICO TRA EMPIRISMO E ILLUMINISMO

Secondo alcuni la nascita della “statistica” si perderebbe nella notte dei tempi, confondendosi con l'arte del contare. Altri sostengono che la statistica non avrebbe una precisa data di nascita, essendo il risultato della confluenza di diverse metodologie nate in settori diversi e con nomi diversi e così via. A nostro avviso,

come recentemente ha riconosciuto G. Leti (2000), la statistica trova la propria origine nello stesso secolo in cui nasce la scienza moderna: il Seicento (*le grand siècle*, secondo i francesi).

Comunque, i successi conseguiti nella “fisica” avevano fatto ritenere, secondo le parole di Galileo (il padre della scienza sperimentale), che la natura fosse “un libro scritto con un linguaggio matematico”. Per questo motivo, per molto tempo è stata fatta una netta distinzione tra le così dette “scienze esatte” e tutte le altre scienze. La statistica era considerata appunto una scienza “povera”, occupandosi di quei fenomeni non regolati da quelle che un tempo si pensava fossero le “immutabili leggi della natura”.

In Inghilterra, lo sviluppo della statistica fu favorito da quel sano empirismo inglese, originato da F. Bacon, che si proponeva di edificare una scienza sperimentale, in polemica con l'aristotelismo e la tradizione alchemica. Un'istanza empirica che, nel *Novum Organum* del 1620, è concepita da Bacon come l'incontro tra la natura delle cose e la mente dell'uomo (non un'adesione totale e acritica ai dati accidentali dei sensi, senza alcun intervento della ragione umana, come talvolta qualcuno sostiene o intende fare credere).

In seguito, notevole fu anche l'influenza dell'illuminismo; cioè, di quel movimento culturale del sec. XVIII caratterizzato dalla fiducia di potere risolvere i problemi della scienza (e della società) con i *lumi* della ragione. Un movimento che sorse in Inghilterra sotto l'influenza dell'empirismo di Locke e di Hume, si sviluppò specialmente in Francia, con Condillac, Diderot e gli enciclopedisti, per diffondersi poi in tutto il resto dell'Europa.

Nel corso del Settecento, la statistica proseguì lungo le linee già tracciate nel secolo precedente. Al riguardo, si può ricordare un pastore luterano G. Süssmilch (1707-1767), che si proponeva di dimostrare la presenza dell'ordine divino nei dati sulla popolazione e che, sulla scia di Graunt - definito il Colombo dell'ordine divino - riuscì a mettere in evidenza molte importanti regolarità statistiche, ponendo le basi per la nascita della disciplina investigativa delle popolazioni umane, che, in seguito, A. Guillard chiamerà “demografia”.

Inoltre, la statistica trovò applicazione nel campo astronomico, attuariale, nello studio degli errori di misura (J. Lagrange), nella formulazione della teoria cinetica dei gas (D. Bernoulli), l'induzione probabilistica, con interessanti anticipazioni alla teoria delle decisioni, la ricerca operativa ecc.

3. ULTERIORI SVILUPPI NEL CORSO DELL'OTTOCENTO

Nel corso dell'Ottocento, il pensiero statistico si è arricchito di alcuni importanti contributi, legati soprattutto ai nomi di C.F. Gauss (1777-1855), P.S. de Laplace (1749-1827) e A. Quételet (1796-1874).

Gauss è stato il principale artefice della “teoria degli errori di misura”, che può essere considerata una delle più importanti radici storiche della statistica. Secondo alcuni, anzi, gran parte della statistica moderna altro non sarebbe che una teoria degli errori mascherata (nel senso che si utilizzano le stesse ipotesi e gli stessi strumenti di quella teoria con riferimento a una classe più generale di fenomeni).

In particolare, a Gauss è dovuta la “curva degli errori accidentali” (detta normale o gaussiana); oltre al “metodo dei minimi quadrati”, che si è rivelato essenziale nello studio delle relazioni tra due o più variabili.

A sua volta, Laplace è stato l'autore del primo importante trattato di “calcolo delle probabilità”, in cui si trovano enunciati e dimostrati molti teoremi e nel quale si pongono i fondamenti della così detta “statistica induttiva”, utilizzando sia una formula sulla “probabilità delle cause”, scoperta nel Settecento dal reverendo T. Bayes (1702-1761), sia altre tecniche di verifica delle ipotesi, già anticipate dai Bernoulli nel Settecento.

Lo stesso Laplace ha avuto il merito di applicare il calcolo delle probabilità nella soluzione di molti problemi, sia di natura scientifica sia della vita pratica di ogni giorno. Le sue applicazioni furono prese in seguito a esempio e a modello per attuare il piano che egli aveva tracciato: la ricerca del probabile laddove manca la certezza, a causa dell'imperfezione degli strumenti di misura o dell'ignoranza umana. A questo proposito si legge nel “Saggio filosofico sulle probabilità di Laplace” (1814): “Le questioni più importanti della vita non sono che problemi di probabilità. A rigore, si può anche dire che quasi tutte le nostre conoscenze non sono che probabili;... sicché l'intero sistema delle conoscenze umane si riconnette a questa teoria”.

L'ambiente scientifico in cui operava Laplace era dominato dal “razionalismo”; una concezione di pensiero caratterizzata dalla fiducia nella ragione umana e in particolare nello strumento logico-matematico nella spiegazione dei fenomeni della natura. Una concezione che è così espressa nel citato *Essai philosophique*: “C'è un grande vantaggio a seguire i principî della probabilità e della ragione e dei gravi inconvenienti a scostarsene”. Sorretto dalle notevoli scoperte realizzate, il razionalismo scientifico raggiunse a volte punte eccessive di fiducia nella ragione umana, che saranno comunque oggetto di severa critica negli anni successivi.

Una nuova svolta si registra intanto con Quételet, che scoprì una sorprendente analogia tra la distribuzione dei caratteri antropometrici e quella degli errori di misura. Fu questa la prova del carattere interdisciplinare della statistica; vale a dire, di potere essere applicata in campi diversi, con metodi abbastanza simili, se non proprio identici.

In particolare, Quételet scoprì che le stature dei coscritti alla leva si distribuivano come gli errori di misura. Vale a dire, le diverse stature “si presentano esattamente come se fossero il risultato delle misure prese su un solo e medesimo individuo, ma con strumenti poco precisi, sì da giustificare la grandezza degli scarti”.

Quételet è considerato uno dei fondatori della statistica: (a) per la felice sintesi operata tra l'originaria statistica descrittiva, la teoria degli errori e la ricerca del probabile; (b) per avere operato un ampliamento del suo campo di applicazione a tutti i fenomeni della natura; (c) per avere messo in evidenza l'efficacia del metodo statistico come strumento di analisi e di interpretazione dei fenomeni. E, secondo A. Maros dell'Oro (1976), la statistica si impose con questo nome proprio perché così Quételet volle.

4. L'AFFERMAZIONE DEL CARATTERE METODOLOGICO DELLA STATISTICA E LA NASCITA DELLA STATISTICA INVESTIGATIVA

Il carattere interdisciplinare della statistica tardò comunque ad affermarsi. Per molto tempo, essa fu confusa con la demografia. Si temeva, infatti, che, perdendo il riferimento a dei fenomeni reali, la statistica non potesse più essere considerata una scienza. Tuttavia, è proprio agli inizi del Novecento che viene esplicitamente riconosciuto che la statistica è una scienza “non soltanto sociale, perché il suo campo è molto più largo” (A. Kaufmann, 1913) e viene affermata la sua autonomia come disciplina metodologica (come abbiamo visto all'inizio, citando Benini).

Secondo K. Pearson (1857-1936), l'oggetto di studio della statistica è una moltitudine - ora detta *popolazione* - di certi oggetti, piuttosto che gli individui di questa popolazione. In altre parole, l'oggetto di studio della statistica sono le “popolazioni” (i “collettivi”, secondo una terminologia di origine tedesca) da analizzare mediante lo strumento matematico, con finalità prevalentemente conoscitive.

K. Pearson (autore di un libro che un tempo era molto letto: *The Grammar of Science*) è stato per molto tempo considerato, specie in Inghilterra, uno dei fondatori della statistica moderna, sia per i contributi dati alla disciplina (a lui si devono molti indici statistici, tra cui il “coefficiente di correlazione”),¹ sia per il sistematico impiego dello strumento matematico (l'espressione “statistica matematica” fu appunto coniata in quegli anni per distinguerla dalle precedenti trattazioni della materia).

Le scienze esatte disponevano del “metodo sperimentale”, le altre scienze potevano disporre del “metodo statistico”. Un metodo rigoroso per l'edificazione di una scienza positiva, basata sull'oggettività del dato statistico e sull'elaborazione matematica, eliminando ogni approssimazione verbale nell'analisi dei dati e nelle conclusioni, da raggiungere senza fare ricorso ad alcuna congettura a priori.

L'ambiente scientifico era in quegli anni dominato dalla “filosofia del positivismo”. Affermare di essere uno statistico, era sinonimo di “seguace dei principi della scienza positiva”.

Come teoria della conoscenza, il positivismo scientifico afferma che tutto quello che possiamo conoscere della realtà è costituito da quello che possiamo osservare o dedurre da quello che osserviamo. Non c'è altra scienza al di fuori di quella che, mantenendosi costantemente in contatto con l'esperienza, si basa sulla reale osservazione dei fenomeni, a prescindere da qualsiasi idea a priori.

In questo periodo, la statistica godeva di una notevole considerazione perché aveva una precisa identità, delle finalità ben definite e perché educava a documentarsi sui fatti prima di esprimere un'opinione e a ricercare le cause dei feno-

¹ Alcuni statistici attribuiscono la paternità del coefficiente di correlazione al francese Bravais. In realtà, Bravais pubblicò nel 1856 un articolo sulla teoria degli errori applicata in campo balistico, nel quale appariva un parametro interpretabile come coefficiente di correlazione. Comunque, lo stesso Pearson riconobbe che il suo coefficiente era già apparso in un articolo di Giovanni Plana del 1812. A Galton si deve il nome co-relazione (oltre ad alcune anticipazioni), ma la formula esplicita di tale coefficiente è stata ottenuta per la prima volta proprio da Karl Pearson. Un'attribuzione confermata nella storia della statistica scritta in francese da J.J. Dreesbeke e P. Tassi (1990).

meni. Questa concezione “investigativa” della statistica è stata sintetizzata in maniera piuttosto efficace da L. Livi (1926), che indicava tre fasi dell’indagine: (a) la raccolta dei dati, (b) la loro elaborazione, (c) la ricerca delle cause. Una fase quest’ultima che, secondo Livi, domina tutta la ricerca statistica, costituendone la sua più degna conclusione.

Secondo C. Gini (1884-1965) - che ha dominato l’ambiente statistico fino agli anni Sessanta - la statistica è “la Regina dell’induzione” (Gini, 1962, pag. 51). Un’induzione che egli intendeva come scoperta delle cause (o formulazione delle ipotesi) piuttosto che come inferenza dal campione alla popolazione. Analogamente, per M. Boldrini (1942, pag. 16) la statistica è il momento induttivo delle scienze naturali.

5. IL RICONOSCIMENTO DEL POTENZIALE CARATTERE STATISTICO DI TUTTI I FENOMENI

Proprio agli inizi del Novecento, la Fisica riconobbe il carattere statistico dei fenomeni oggetto del proprio studio. Come ha scritto M. Plank (1933), “In ogni legge fisica, anche nella gravitazione e nell’attrazione elettrica, c’è un nucleo di natura statistica, si tratta sempre di leggi di probabilità, basate su valori medi di numerose osservazioni dello stesso tipo e valide nei singoli casi in modo approssimato”.

Un nuovo impulso alla statistica venne inoltre dalle tradizionali scienze naturali. In particolare, la biologia subì una svolta con la scoperta della variabilità naturale o come si dice della “bio-diversità” e del suo ruolo nella conservazione della vita sulla terra.

Come ha scritto I. Scardovi (1980, pag. 5): “la scoperta della variabilità naturale, del suo ruolo e della sua genesi è la chiave metodologica del pensiero scientifico venuto con la crisi della *Weltanschauung* deterministica e con l’imporsi - anche nelle “scienze della materia” - di un’immagine statistica della realtà. Momento sperimentale e momento statistico, più che a distinguere metodologie diverse, valgono ormai a denotare fasi e metodi della ricerca, criteri e tecniche di controllo delle ipotesi.”

Questi mutamenti nelle basi della scienza produssero un certo disorientamento tra i cultori della materia, non essendo più chiari né il suo oggetto di studio, né le sue finalità. In altre parole, se, da un lato, la statistica riscattava la propria tradizionale inferiorità rispetto alle scienze esatte, dall’altro, perdeva la propria caratteristica come metodo di una particolare classe di fenomeni: la sua metodologia non era più particolare, ma quella comune a tutte le altre scienze.

Le definizioni della statistica divennero sempre più ambigue o inesistenti, giungendo al punto di lasciare ognuno libero di farsi un’idea dei suoi contenuti man mano che andava avanti nel suo studio. Inoltre, si cercò di assegnare alla disciplina dei nuovi contenuti, concentrando l’attenzione sulle rilevazioni per campione e sul problema della generalizzazione - “inferenza” - dal campione alla popolazione; cosa che provocò una autentica rivoluzione nel modo di pensare degli statistici, a cominciare da R. A. Fisher (1890-1962) in poi.

6. LE RILEVAZIONI PER CAMPIONE

Inizialmente, gli statistici assunsero un atteggiamento di riserva, se non di diffidenza, verso le rilevazioni per campione. Tuttavia, oggi la situazione si è capovolta, al punto di preferire, talvolta, le rilevazioni per campione a quelle complete, più soggette delle prime agli errori di natura non campionaria.

In particolare, sia pure dopo un lungo dibattito e con molta cautela, l'Istituto Internazionale di Statistica riconobbe nel 1903 la validità delle così dette rilevazioni "rappresentative". E si dovette attendere il 1925 prima che l'Istituto tornasse a occuparsi dell'argomento, sebbene l'utilità del metodo di rilevazione per campione fosse già stata sperimentata nel Giappone, colpito da un disastroso terremoto poco dopo avere effettuato il censimento della popolazione del 1920.

Il primo ampio studio sperimentale sul metodo campionario fu realizzato da (C. Gini e L. Galvani (1929). Le conclusioni di questi autori furono tuttavia molto caute, tanto da indurre J. Neyman (1934) a riprendere l'argomento in un articolo in cui riaffermò la validità del "metodo del campione", a condizione di utilizzare la "scelta casuale" - o, per meglio dire, "probabilistica" - delle unità di rilevazione.

Da allora, il principio della casualità è stato riconosciuto come fondamentale nelle indagini campionarie, come pure nella programmazione degli esperimenti. La stessa idea della casualità era ritenuta un connotato essenziale del pensiero statistico, al punto che la parola *randomness* occupava spesso le prime pagine dei manuali di statistica in lingua inglese.

7. IL RAGIONAMENTO INDUTTIVO DI FISHER

Fisher era un convinto assertore del positivismo e portò avanti il proprio programma positivista con originali dimostrazioni matematiche, con nuovi metodi (corredati dalle relative tavole statistiche al fine di facilitarne l'applicazione), con nuove tecniche di programmazione degli esperimenti ecc. La sua critica a ogni idea a priori coinvolse lo stesso calcolo delle probabilità. La sua conclusione fu radicale: le inferenze dal campione alla popolazione non possono essere espresse in termini di probabilità.

In questa situazione, Fisher pensò di risolvere il problema del "ragionamento induttivo" mediante una preliminare programmazione degli esperimenti nel processo di generazione dei dati. In particolare, la corretta interpretazione dei dati osservati è il risultato di una sfida del ricercatore nei confronti del mutevole gioco del caso nell'osservazione della realtà sperimentale. Il seguente semplice esempio - dovuto allo stesso Fisher (1949) - può servire a chiarire meglio la cosa.

Una signora sostiene di essere in grado di stabilire se il tè con il latte è stato preparato versando il tè sul latte o (come si dovrebbe) il latte sul tè. Evidentemente, gustando una sola tazza di tè, la signora, scegliendo a caso, ha una probabilità del 50% di individuare la tazza preparata nel modo corretto. Comunque, se si aumenta il numero delle tazze, la probabilità di *scegliere a caso* le tazze giuste diminuisce. Supponiamo allora che vengano preparate 8 tazze di tè col latte, 4 preparate in un modo e 4 preparate nell'altro. In queste condizioni, ci sono 70

modi diversi di dividere le tazze in due insiemi e quindi, qualora la signora scelga a caso, ha una probabilità pari a $1/70$ di individuare il modo giusto di separare le tazze nei due insiemi. Qualora ciò accada, si dice che il test è significativo al fine di scartare l'ipotesi della casualità con un livello di significatività che è appunto uguale a $1/70$. In altre parole, si scarta l'ipotesi casuale, sapendo che in questo modo si corre il rischio di scartare un'ipotesi che potrebbe essere vera. Noi sappiamo però che ciò si verificherà nel lungo andare in un caso su 70. Se siamo disposti a tollerare questo rischio di errore, il test è da considerare ben programmato, altrimenti si dovrebbe procedere a una diversa programmazione dell'esperimento, aumentando, per esempio, il numero delle tazze di tè da degustare.

Fisher propose un considerevole numero di nuovi metodi di “inferenza statistica”, che hanno ottenuto un enorme successo tra i ricercatori, specialmente nel campo biologico, medico e agrario, dove spesso la statistica si identifica ancora con quella Fisheriana.

La trasformazione della statistica in un metodo di inferenza dal campione alla popolazione (e in certi casi a un semplice test dell'ipotesi casuale) incontrò tuttavia una certa resistenza nei Paesi latini, dove il vecchio paradigma investigativo era ancora molto diffuso e culturalmente ben radicato.

In particolare, Gini (1965) reagì in modo piuttosto vivace alla riduzione della statistica in una semplice inferenza campionaria: *“Sampling is useful – sometimes even a necessary – procedure and considerable progress has of late been made in this field. But there is a wide gap between recognizing this fact and regarding sample processing as the essential purpose of statistical methods as some British and American treatises that deal almost exclusively with it appear to do”*. Un altro autore molto critico rispetto all'eccessivo impiego del calcolo delle probabilità in statistica, realizzato a scapito dell'analisi dei dati, è stato il francese J.P. Benzecri (1973).

8. IL COMPORTAMENTO INDUTTIVO DI NEYMAN, LA TEORIA DELLE DECISIONI E LA DEFINITIVA AFFERMAZIONE DEL PARADIGMA DI BAYES

Nel 1929, i filosofi della scienza si riunirono nel famoso “Circolo di Vienna” con l'intento di completare il programma positivista: espungere dalla scienza tutti gli enunciati che non fossero fondati sull'esperienza. Il risultato di questa riunione fu tuttavia sorprendente: in ogni teoria scientifica ci sono delle proposizioni che non possono né essere dimostrate vere, né giustificate in base alla sola esperienza empirica.

Il positivismo scientifico, che aveva esaltato il dato osservato quale fonte esclusiva di ogni conoscenza, cercando tenacemente di evitare qualsiasi a priori, dovrà essere abbandonato e sostituito dal convenzionalismo.

Secondo la tesi del convenzionalismo, il privilegio accordato a un sistema di riferimento è frutto di una pura convenzione, poiché, con metodi logici e sperimentali, non è possibile giungere a una scelta tra le diverse alternative disponibili.

Con l'abbandono dei presupposti del positivismo, nella scienza si vanno affermando due indirizzi diversi di pensiero: il “pragmatismo” e il “neopositivismo

logico”; ma è il primo che riscuote più successo tra gli statistici e che sarà accolto con soddisfazione in America, che è un po' la patria del pragmatismo.

Pur restando all'interno del pragmatismo, le soluzioni adottate furono comunque diverse. B. de Finetti (1906-1985) - che si ispirava al pragmatismo di G. Vailati (1863-1909) - risolse il problema del ragionamento induttivo per mezzo del così detto “ragionamento Bayesiano” (chiamato così per il sistematico impiego della formula di Bayes), considerato come il modo naturale di ragionare nel processo di apprendimento dall'esperienza e che consiste, prima, nell'esplicitare le proprie credenze iniziali, poi, nell'aggiornarle man mano che si osservano dei nuovi dati, come risulta dal seguente esempio.

Data una certa credenza riguardo all'innocenza di un imputato, gli indizi favorevoli inducono a credere sempre più in tale innocenza, mentre quelli contrari inducono a credere nella sua colpevolezza. Analogamente, la presenza in un paziente di diversi sintomi caratteristici di una malattia tende a rendere sempre più probabile la sua diagnosi.

Per ottenere le probabilità iniziali, B. de Finetti (1937) ripropose, enfatizzandola, la concezione soggettiva della probabilità, pragmaticamente definita come un prezzo da valutare attraverso un'adeguata scommessa proposta a un individuo.

Una soluzione diversa venne data da J. Neyman (1894-1981), che non condivideva il soggettivismo di de Finetti. In particolare, Neyman (1957) sostituì, al ragionamento induttivo di Fisher, la nozione di comportamento induttivo (*inductive behavior*), di cui fornì una caratterizzazione ottimale, nel senso di condurre al successo nel maggior numero possibile di applicazioni. Secondo Neyman, accettare un'ipotesi non significa affermare che è vera, ma solo che conviene comportarsi come se fosse vera. Quello che conta è di ridurre le possibilità di errore: da un lato, nel respingere un'ipotesi vera, dall'altro, nell'accettare un'ipotesi falsa.

Un esempio (dovuto a Neyman e ad E. Pearson) riguarda la possibile condanna di un imputato da parte di un tribunale: è più pericoloso condannare un innocente o assolvere un colpevole? Ciò dipende dalle conseguenze dell'errore. In che cosa consiste la pena? Qual è il pericolo per la comunità di rilasciare i criminali? Quali sono le opinioni morali più diffuse sulla pena? Dal punto di vista della teoria matematica ciò che possiamo fare è mostrare come i rischi di errore possono essere controllati e minimizzati. La determinazione del pro e del contro in ogni singolo caso deve essere lasciata al ricercatore.

Finalmente, A. Wald (1902-1950) sviluppò le idee di Neyman all'interno di una esplicita “teoria delle decisioni”, che trovò una compiuta sistemazione nel 1950. Wald giunse al punto di affermare che la statistica (una disciplina dal contenuto poco chiaro) aveva finalmente trovato una propria identità come “teoria generale delle decisioni”.

A pochi anni di distanza, nel 1954, L.J. Savage (1917-1971) pensò comunque di rivedere il problema delle decisioni statistiche dai fondamenti, introducendo dei ben definiti assiomi: “teoria dell'utilità”. Da tali assiomi, egli fornì una giustificazione razionale al ragionamento induttivo di de Finetti (basato sulla probabilità soggettiva) e al criterio di decisione - detto della “utilità media” - già anticipato nel Settecento da D. Bernoulli (1730-31).

Con Savage, si afferma il così detto “paradigma di Bayes”, nel quale il ricercatore decide la soluzione da dare a un problema aggiornando le proprie credenze soggettive con la formula di Bayes e comportandosi in base ai principi della teoria dell'utilità. In particolare, il criterio di D. Bernoulli consiste nel calcolare, prima, l'utilità media di ogni possibile azione (ponderata con le rispettive probabilità) e nello scegliere, poi, l'azione con l'utilità media più alta.

In verità, quando il lavoro di Savage (1954) venne pubblicato uscì una recensione molto critica per il fatto di subordinare la ricerca alle valutazioni personali di un individuo. La conoscenza scientifica, si scrisse, non dovrebbe dipendere dalle preferenze personali o dai pregiudizi dell'investigatore. Tuttavia, col passare del tempo, Savage ha ricevuto sempre più consensi, fino al punto di essere definito da D. V. Lindley (1990) l'Euclide della statistica, perché è stato il primo a formulare degli assiomi e a fornire delle dimostrazioni rigorose (a partire da quegli stessi assiomi). Sull'argomento, si veda anche il recente articolo di Lindley (2000) sulla “filosofia” della statistica, in cui egli conferma il proprio credo nel paradigma di Bayes.

9. SULLA VALIDITÀ DEL PARADIGMA DI BAYES NELL'INSEGNAMENTO E NELLA RICERCA EMPIRICA

L'identificazione della statistica fatta da Wald è stata più volte ripresa in seguito. Come hanno osservato H. Chernoff e L. Moses (1959), fino a qualche anno fa si poteva affermare che la statistica riguarda il trattamento o l'elaborazione dei dati, oggi è più appropriato affermare che la statistica riguarda le decisioni che si devono prendere di fronte a situazioni di incertezza.

Questa concezione è quella più condivisa dagli studiosi che considerano come oggetto di studio della disciplina le “situazioni di incertezza o di rischio”, sebbene essa appaia talvolta in forma attenuata, specie in Europa. Ad esempio, V. Barnett (1973) propone la seguente definizione della statistica: lo studio di come le informazioni dovrebbero essere impiegate per riflettere e per guidare l'azione in una qualunque situazione che comporta incertezza. Come si vede, sebbene il fine ultimo sia sempre l'azione, si ammette che si possa riflettere prima di decidere quello che si deve fare.

Sulla riduzione della statistica a teoria delle decisioni si sono accese, specie nel passato, delle vivaci discussioni. Ad esempio, secondo M.G. Kendall and A. Stuart (1969), “*that statistics is solely the science of decision making seems to us a patent exaggeration*”. D'altra parte, è stato osservato che la previsione del tempo è preceduta da una raccolta di dati e da una loro elaborazione nella quale si utilizzano dei modelli spesso molto sofisticati. Inoltre, chi fa una previsione non considera la decisione che l'uomo della strada può prendere in base ad essa: se fare una passeggiata o andare a pesca di trote (che, secondo alcuni, sarebbe più conveniente quando piove).

A onore del vero, le discussioni che ci sono state in passato sulle finalità della statistica si sono oggi un po' attenuate anche in virtù dei nuovi metodi di analisi dei dati, che sono stati impiegati con successo in molti campi di ricerca, dimo-

strandando così che c'è ancora molto lavoro da fare in tutte le varie fasi della statistica e che ognuna di esse può servire ad arricchire l'indagine.

È stato merito dei francesi di avere dato, con la loro *analyse des données*, una nuova considerazione alla componente analitica della ricerca, così come essa l'aveva ai tempi di Laplace e di K. Pearson. In effetti, questa impostazione era in origine eccessivamente empirica, rifiutando il riferimento a ipotesi e a modelli. Successivamente, però, è stata acquisita la consapevolezza che il processo conoscitivo è interattivo, passando dall'osservazione dei dati alla formulazione di congetture, per poi tornare agli stessi dati e a congetture sempre più aderenti alla realtà investigata. In particolare, la letteratura internazionale è oggi abbastanza concorde nell'assegnare alla statistica una funzione esplorativa, sperimentale, o di prova (*tentative*, in inglese) nella formulazione di ipotesi (J.W. Tukey, 1962).

In effetti, la ricerca scientifica non ha mai fine e soprattutto non si esaurisce nella soluzione di un problema di ottimo matematico, come avviene nella teoria delle decisioni. Anche perché la formulazione di un problema comporta di solito delle notevoli semplificazioni e diverse scelte particolari, per cui l'ottimo è sempre relativo e necessita quindi di essere ogni volta riesaminato e riformulato sotto angoli visuali diversi (cf. ancora Tukey, 1962).

Esaminando la più recente letteratura sulla didattica della statistica e sulla cultura della ricerca empirica si nota un progressivo abbandono del paradigma Bayesiano. A questo proposito, è sufficiente segnalare l'articolo di D.S. Moore (1997 a), il cui significato risulta evidente fin dal titolo: *Bayes for beginners? Some reasons to hesitate*.

Lo stesso Moore (1997b) ha così enfatizzato gli elementi del pensiero statistico, successivamente approvati dall'*American Statistical Association*: la necessità per i dati, l'importanza della produzione dei dati, l'onnipresenza della variabilità, la misura e la modellazione della variabilità, raccomandando nella didattica l'uso di dati reali e il ricorso agli esercizi di laboratorio per la discussione e la soluzione dei problemi.

Finché Gini dominò l'ambiente statistico, in Italia non era consentito proporre e pubblicare un nuovo metodo senza applicarlo a dei dati realmente osservati. Secondo Gini (1965), "application is necessary to establish the practical utility of a method. Statistics is not an abstract science".

Oggi, l'enfasi nell'insegnamento della statistica viene piuttosto dato alla variabilità o alla "variazione individuale che rimane da spiegare" e dalla necessità di una sua spiegazione al di fuori di qualsiasi modello già codificato. R. Snee (1990) ha definito lo *statistical thinking* nel seguente modo: "thought processes, which recognise that variation is all around us and present in everything we do, all work is a series of interconnected processes, and identifying, characterising, quantifying, controlling, and reducing variation provide opportunities for improvement".

C.J. Wild and M. Pfannkuch (1999) hanno ulteriormente approfondito il pensiero statistico nell'indagine empirica proponendo l'impiego di modelli di interpretazione della realtà, con una rivalutazione della ricerca causale (o investigativa) - molto simile a quella già in auge nel primo Novecento - dell'esperienza e della possibilità di progettazione lasciata agli studenti nella didattica. Come Moore ha notato nella discussione (ibidem, 1999), è sorprendente l'assoluta mancanza di un accenno al paradigma Bayesiano nell'articolo dei due autori citati.

Perfino la tradizionale enfasi data alla probabilità e all'inferenza nei manuali introduttivi alla statistica è stata messa in discussione da Moore (1997 b), come nel passato avevano già fatto Gini e Benzecri.

Oggi si parla di *mining* nel senso di “estrarre come in una miniera” il massimo possibile di informazione dai dati. Le sue funzioni sono di selezionare, esplorare, modellare; funzioni che, tuttavia, non differiscono nella sostanza da quelle che ha sempre avuto il metodo statistico.

10. ALCUNE CONSIDERAZIONI FINALI SULL'OGGETTO DI STUDIO DELLA STATISTICA E SUL SUO INSEGNAMENTO

Come si è visto, l'oggetto di studio della statistica che, in linea di principio, è rappresentato dalle situazioni di rischio o di incertezza, nell'insegnamento e nella ricerca empirica viene sostituito da alcuni studiosi dalla variabilità o piuttosto dalla variazione individuale da un modello o da uno schema interpretativo della realtà.

Possiamo a questo punto chiedere: qual è l'oggetto di studio della statistica? Una situazione di incertezza o la variabilità? La nostra risposta è: né l'una, né l'altra. Noi pensiamo che sia preferibile tornare a porre a fondamento della ricerca i fenomeni collettivi (non deterministici), ricordando con Neyman (1960) che la distinzione tra fenomeni - deterministici e non - è puramente convenzionale.

Analogamente, possiamo definire la statistica in un modo simile a quello di Benini e, cioè, come “metodo di studio dei fenomeni esaminati dal punto di vista non deterministico”. In via alternativa, possiamo definire la statistica come “il metodo della ricerca scientifica” o, come in via informale è stato scritto da Scardovi (1980, p. 9), “il metodo del sapere scientifico”.

Anche per quanto riguarda l'insegnamento della statistica, a nostro avviso, l'enfasi dovrebbe piuttosto essere data al metodo della ricerca, recuperando tutte le fasi del metodo statistico: dalla definizione dei fenomeni, allo studio delle tecniche di rilevazione dei dati, alla loro analisi, alla formulazione delle ipotesi, attraverso il ragionamento induttivo, fino alla teoria delle decisioni.

Come ci si documenta sulla realtà da investigare? Come si aggiornano i dati disponibili? Come si costruiscono i modelli teorici? Sono queste alcune delle domande a cui la statistica dovrebbe dare una risposta. A questo proposito, ci permettiamo di segnalare il nostro breve volume: “La logica della statistica” (de Cristofaro, 1998) con alcuni significativi esempi su tutte le fasi del metodo statistico.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- V. BARNETT (1973), *Comparative statistical inference*, Wiley, New York.
- T. BAYES (1764), *Facsimiles of two papers by Bayes*, *Philosophical transactions Royal Society of London*, vol. 53. Hafner, 1963 New York.
- R. BENINI (1906), *Principi di statistica metodologica*, Utet, Torino.
- J.P. BENZECRI (1973), *L'analyse des données*, Dunod, Paris.
- J. BERNOULLI (1713), *Ars Conjectandi*, Basel. Trad. tedesca (1899) Engelmann, Leipzig.
- D. BERNOULLI (1730-31), *Specimen theoriae novae de mensura sortis*, "Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae", 5, pp. 175-92. In inglese su "Econometrica", 22, pp. 23-36.
- M. BOLDRINI (1942), *Statistica: teoria e metodi*, A. Giuffrè, Milano.
- H. CHERNOFF, L. MOSES (1959), *Elementary Decision Theory*, Wiley, New York.
- R. DE CRISTOFARO (1998), *La logica della statistica*, G. Giappichelli Editore, Torino.
- B. DE FINETTI (1937), *La prévision: ses lois logiques, ses sources subjectives*. "Annales de l'Institut H. Poincaré", 7, pp. 1-68.
- B. DE FINETTI (1970), *Teoria delle probabilità*, Einaudi, Torino.
- A. DE MOIVRE (1738), *The Doctrine of Chances*, Millar. 3a ed. 1756, London.
- J.J. DROESBEKE, PH. TASSI (1990), *Histoire de la statistique*, Presse Universitaire de France, Paris.
- R.A. FISHER (1925), *Statistical Methods for Research Workers*, Oliver & Boyd, London.
- R.A. FISHER (1949), *The Design of Experiments*, V ed. Edimburg: Oliver & Boyd (VIII edizione: New York: Hafner).
- R.A. FISHER (1959), *On the Mathematical Foundations of Theoretical Statistics*, University Press, Princeton.
- C. GINI (1962), *La logica nella statistica*, Boringhieri, Torino.
- C. GINI (1965), *On the characteristics of Italian Statistics*, "Journal of the Royal Statistical Society", A 128, pp. 89-109.
- C. GINI, L. GALVANI (1929), *Di un'applicazione del metodo rappresentativo all'ultimo censimento Italiano della popolazione (1° dicembre 1921)*, "Annali di Statistica", Serie 6, 4, pp. 1-107.
- J. GRAUNT (1662), *Natural and Political Observations upon the Bills of Mortality... of the City of London*. Traduzione italiana: *Osservazioni naturali e politiche fatte sui bollettini di mortalità*, La Nuova Italia (1987), Firenze.
- A. KAUFFMANN (1913), *Theorie und Methoden der Statistik*, J.C.B. Mohr, Tübingen.
- M.G. KENDALL, A. STUART (1969), *The Advanced Theory of Statistics*, Griffin, London.
- P.S. LAPLACE (1814), *Essai philosophique sur les probabilités*, Courcier, Paris.
- G. LETI (2000), *The birth of statistics and the origins of the new natural science*, *Metron*, LVIII, N. 3-4.
- D.V. LINDLEY (1971), *Making Decisions*. Traduzione italiana: *La logica della decisione*, 1990, con introduzione di M. Mondadori, Il Saggiatore, Milano.
- D.V. LINDLEY (1990), *The 1988 Wald Memorial Lectures: The present position in Bayesian statistics*. "Statistical Science", 5, No. 1, pp. 44-89.
- D.V. LINDLEY (2000), *The philosophy of statistics*, "The Statistician", 49, Part 3, pp. 293-337.
- L. LIVI (1926), *Elementi di statistica*, Cedam, Padova.
- A. MAROS DELL'ORO (1976) *Storia del metodo statistico*, Giuffrè, Milano.
- D.S. MOORE (1997a), *Bayes for beginners? Some reasons to hesitate*, "American Statistician", 51, pp. 254-261.
- D.S. MOORE (1997b), *New pedagogy and new content: the case of statistics*, "International Statistical Review", 65, N. 2, pp. 123-165.

- J. NEYMAN (1934), *On the different aspects of the representative method: the method of stratified sampling and the method of purposive selection*, "Journal of the Royal Statistical Society", 97, pp. 558-625.
- J. NEYMAN (1957), *Inductive behavior as a basic concept of Philosophy of Science*, "Review de l'Institut International de Statistique", 25, N. 1-3.
- J. NEYMAN (1960), *Indeterminism in science and new demands on statisticians*, "Journal of the American Statistical Association", 55, pp. 625-639.
- J. NEYMAN AND E. PEARSON (1933), *On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses*, "Philosophical Transactions", A, n. 231.
- K. PEARSON (1937), *The Grammar of Science*, Dent (1a ed. 1892), London.
- M. PLANK (1933), *Die Kausalität im Naturgeschehen*, "Scientia", LIII.
- A. QUÉTELET (1869), *Physique sociale: ou essai sur le développement des facultés de l'homme*, Murquardt, Bruxelles.
- L.J. SAVAGE (1954), *The Foundations of Statistics*, Wiley, New York.
- I. SCARDOVI (1980), *Appunti di statistica*, Patron editore, Bologna.
- R. SNEE (1990), *Statistical thinking and its contribution to quality*, "American Statistician", 44, pp. 116-121.
- J.W. TUKEY (1962), *The future of data analysis*, "Annals of Mathematical Statistics", 33, pp. 123-165.
- C.J. WILD, M. PFANNKUCH (1999), *Statistical thinking in empirical enquiry*, "International Statistical Review", 67, N. 3, pp. 223-248.
- A. WALD (1950) *Statistical Decision Functions*, Wiley, New York.

RIASSUNTO

Storia del pensiero statistico con alcune osservazioni sull'insegnamento della statistica

Il pensiero statistico ha subito dei radicali mutamenti nel corso del tempo: dalla statistica descrittiva, accompagnata dalla ricerca delle regolarità statistiche, fino alla statistica investigativa della prima metà del Novecento. In seguito, i cambiamenti sono stati ancora più rapidi. In primo luogo, gli statistici posero il campionamento e il ragionamento induttivo come principale finalità della materia. In particolare, Fisher ebbe l'idea di utilizzare il piano degli esperimenti per risolvere il problema del ragionamento induttivo. Tuttavia, l'inferenza di Fisher non era più probabilistica, implicando conclusioni e scelte che vanno al di là del calcolo delle probabilità. Neyman pensò allora di aggirare il problema, introducendo lo *inductive behavior* come concetto fondamentale della filosofia della scienza, che, a sua volta, indusse Wald a trasformare la statistica in teoria delle decisioni. Finalmente, Savage sostenne il ruolo fondamentale del paradigma di Bayes, rivalutando la probabilità soggettiva, già sostenuta da de Finetti. Recentemente, gli statistici hanno riesaminato il pensiero statistico mettendo in dubbio l'utilità del paradigma di Bayes nell'insegnamento e nella ricerca empirica, rivalutando la variabilità (o *variation*), la ricerca causale e perfino la vecchia statistica investigativa. Il presente articolo ripercorre appunto la cultura statistica dai tempi di Galileo e di Bacon fino ai nostri giorni, in rapporto agli analoghi mutamenti intervenuti nella filosofia della scienza. Esso propone infine come oggetto di studio della disciplina i fenomeni esaminati dal punto di vista non deterministico, enfatizzando nell'insegnamento il metodo della ricerca scientifica.

SUMMARY

History of Statistical Thinking with Some Remarks on the Teaching of Statistics

Statistical thinking changed in a striking way since its birth. From the descriptive statistics, linked up the research of statistical regularity, until the investigative statistics in the first part of XX century. Successively, the change was much quicker. First of all, statisticians put sampling and inference as the central core of the matter. Fisher came up with a revolutionary idea to solve the problem of inductive reasoning, by preliminarily designing the experiments in the process of data generation. However, Fisher's inference was no longer probabilistic, involving conclusions and choices which are outside the scope of probability theory. Then, Neyman substituted inductive behavior for Fisher's inductive reasoning, who he considered as a basic concept of philosophy of science. Later on, Neyman's ideas were further developed by Wald, who, in turn, transformed statistics in decision theory. Finally, Savage logically supported the Bayesian paradigm, prominent in all Statistics. Recently, statisticians promoted some pedagogical reasons to hesitate in introducing Bayesian paradigm to beginners. In particular, they placed variability (or "variation") as the essential mark in statistical teaching and in empirical enquiry, linked up a revaluation of the causal research and even of the old investigative statistics. The present paper compares the development of statistical thinking with respect to the similar change in philosophy of science from Galileo and Bacon until nowadays. Besides, it suggests coming back in placing phenomena considered from a non-deterministic viewpoint (collective phenomena) as the study subject of the matter, with a revaluation of all phases of statistical method, from the initial definition of a phenomenon until the final decision. Likewise, the essential mark in statistical teaching should be the method of scientific research rather than the pure and simple study of variation.

RÉSUMÉ

Histoire de la pensée statistique avec des remarques sur l'enseignement de la statistique

La pensée statistique a subi des changements radicaux au cours du temps: de l'initiale statistique descriptive accompagnée de la recherche des régularités statistiques, jusqu'à la statistique d'investigation des causes de la première moitié du vingtième siècle. Par la suite, les changements ont été encore plus rapides. En premier lieu, les statisticiens posèrent l'échantillonnage et le problème du raisonnement inductif comme le principal objet d'étude de la discipline, ensuite Fisher eut l'idée de mettre le plan des expériences à la base du raisonnement inductif et Neyman introduit l'*inductive behavior* comme concept base de la philosophie de la science, qui, à son tour, amena Wald à transformer la statistique en théorie de la décision, jusqu'à ce que Savage découvre le rôle logique fondamental du paradigme de Bayes dans toute la statistique. Récemment, les statisticiens ont douté de l'utilité du paradigme de Bayes dans l'enseignement et ont réévalué la variabilité ou *variation*, la recherche des causes et même l'ancienne statistique d'investigation. Le présent article réexamine la pensée statistique de l'époque de Galilée et de Bacon jusqu'à nos jours, en rapport avec les changements analogues qui se sont produits dans la philosophie de la science. Ce travail propose enfin comme objet d'étude de la discipline les phénomènes examinés du point de vue indéterministe (soi-disant collectives), réalisant ainsi une heureuse récupération des toutes les phases de la méthode statistique à utiliser dans l'enseignement et dans la recherche.