

# NUOVA CIVILTÀ DELLE MACCHINE SEFIR

## LE PAROLE DELLA SCIENZA: CASO

GIOVANNI PISTONE

### 1. CASO PAROLA DELLA SCIENZA?

Il termine *caso* non è propriamente una parola della scienza così come lo sono *massa* o *cellula*, parole il cui significato è univocamente definito nei manuali di fisica o di biologia. La parola compare nel discorso scientifico, ma spesso è una parte di contorno, che compare nei commenti o nelle introduzioni<sup>1</sup>. In questo contesto la sua definizione è tuttora quella antica, cioè un evento è casuale se non ha causa (Epicuro, Lucrezio) o non si conosce la sua causa (tutti gli altri antichi).<sup>2</sup> Ciò vale sia nel discorso comune che in quello più propriamente scientifico. Malgrado questa indeterminatezza, bisogna prendere atto che la persistenza stessa del termine impone di prenderlo sul serio, anche nella sua accezione più comune. È molto difficile farne a meno, perché fa parte del nostro quadro di riferimento concettuale fin dagli inizi della nostra cultura, e attraversa ogni epoca, fin dalla pratica antichissima di tirare i dadi per i più diversi fini, politici, religiosi, ludici.

Nel discorso quotidiano, il termine ha una connotazione negativa, o comunque inquietante. La tegola che mi cade in testa, distruggendo i miei piani, è un fatto casuale. L'evento infrequente, che salva una situazione, è un risultato del caso. Il termine ha assunto in seguito, con il pensiero tomista, anche un terzo senso, quello di un evento senza scopo. La versione contemporanea dell'ateismo programmatico dell'Illuminismo, ad esempio in Richard Dawkins<sup>3</sup>, argomenta che l'evoluzione è il prodotto del caso, dunque senza finalità, dunque non esistono né un Creatore, né un Sostentatore, un Salvatore tantomeno. Il caso ha due facce, un prima e un dopo. Paradossalmente, la stessa corrente di pensiero cosiddetto laico che sostiene

---

*Versione:* Forlì 12 ottobre 2007. Ringrazio i colleghi Mauro Gasparini e Lamberto Rondoni per gli utili suggerimenti e il materiale messo a disposizione. Questa versione, rispetto a quella letta, contiene alcune correzioni su punti emersi dal dibattito, per le quali ringrazio i partecipanti.

<sup>1</sup>*Caso e necessità* è il titolo di Monod (1997) ed i due termini compaiono in varie sezioni, ma non compaiono nell'indice analitico

<sup>2</sup>Secondo la voce *caso* in Redazioni Garzanti (2004)

<sup>3</sup>Vari libri, sempre più polemici, a partire dalla prima edizione (1976) di *Il gene egoista* Dawkins (1989). C'è una interessante discussione dal punto di vista della apologetica cristiana in McGrath (2006).

la casualità dell'universo, non riesce poi ad accettare il caso avvenuto, dunque ogni variazione casuale delle condizioni climatiche è una catastrofe voluta da forze maligne ed ogni variabilità incontrollata dell'essere umano è colpa di chi non ha provveduto ad eliminarla all'origine.

Si può tentare di spiegare il caso all'interno di un quadro causale, presupponendo che esistano catene causali indipendenti, che possono interferire in un modo che non dipende da nessuna delle due catene (Aristotele, Cournot). Da un punto di vista legale, l'idea di caso è legata all'idea di assenza di intenzionalità, dunque di responsabilità.

In queste note voglio illustrare un aspetto particolare della riflessione sul concetto di caso in ambito scientifico, soprattutto matematico, statistico, tecnologico. Non tanto gli aspetti più noti e discussi, legati alla nozione di caso in fisica e biologia, ma quelli che, partendo da molto lontano, in epoca moderna fanno parte di una scienza che ha proprio per oggetto specifico la manipolazione del caso, cioè la statistica matematica. Si tratta di una disciplina matematica applicata e tecnica per sua natura. La mia presentazione è messa in dialogo non tanto con il pensiero filosofico (su cui non ho competenza alcuna), quanto con aspetti del pensiero cristiano, a partire dalle sue radici bibliche<sup>4</sup>. Se è vero che le scritture e il cristianesimo, insieme al pensiero greco classico, sono la trama della nostra cultura, questo approccio non dovrebbe portarmi troppo fuori strada.

Il mio obbiettivo è portare qualche argomento a sostegno della tesi di un ruolo tecnicamente positivo del caso, visto come uno degli strumenti disponibili per accedere alla conoscenza del reale, sia dal punto di vista concettuale che da quello empirico.

### 2. CASO E SORTE

La consapevolezza di un significato profondo della casualità deve essere molto antica, se abbiamo notizia di giochi d'azzardo fin dall'antichità. Questo tipo di caso, creato dall'uomo, appare con funzioni di gioco, ma anche di mezzo di decisione. Inoltre il gioco suggerisce una forte analogia con il caso per come si presenta in natura, e in quanto influente sulle storie umane singole e collettive. In questo senso la casualità diventa divinazione, mezzo per sapere ciò che è nascosto.

Nelle scritture ebraiche e cristiane, che qui cito secondo l'edizione CEI, il caso non entra come gioco o come divinità Fortuna, che regola i destini umani con interventi incomprensibili e capricciosi, ma come *sorte*. La mia sorte è il caso che mi è capitato, ciò che mi

---

<sup>4</sup>Alcuni dei temi importanti che io trascuro, il caso in fisica, chimica, biologia, sono tematizzati in questa prospettiva in McGrath (1993) e in Tanzella-Nitti e Strumia (2002).

### 3. CASO E PROBABILITÀ

spetta, la mia eredità. *Tirare le sorti* è inteso come mezzo umano di prendere una decisione, conforme al volere del Signore.<sup>5</sup>

I termini ebraici e greci<sup>6</sup> che sono tradotti nella Bibbia CEI con sorte o sorti compaiono nella Bibbia ben 173 volte.<sup>7</sup> Il termine è usato in due sensi. Spesso si *tira* la sorte, cioè i dadi, per scegliere in modo equo tra varie alternative; oppure, la sorte è quello specifico caso che ci è capitato, per esempio la parte di eredità che ci aspetta. Non ci sono veri e propri usi nel senso di divinazione<sup>8</sup>, salvo ambigue allusione in testi più antichi; in questa interpretazione comparirebbe l'idea che gettare le sorti sia un modo per conoscere decreti divini. Tre versi del libro dei Proverbi illustrano bene le accezioni di sorte nella Bibbia:

**5:11** *e tu non gema sulla tua sorte, quando verranno meno il tuo corpo e la tua carne*

**16:33** *Nel grembo si getta la sorte, ma la decisione dipende tutta dal Signore.*

**18:18** *La sorte fa cessar le discussioni e decide fra i potenti.*

Il verso Salmi 21:19 *si dividono le mie vesti, sul mio vestito gettano la sorte*, che è ripreso in Matteo 25:35 e Giovanni 19:24, è piuttosto una figura letteraria: se si giocano le mie vesti, vuol dire che non sono più mie.

Nei termini più moderni che interessano qui, potremmo dire che l'autore biblico ha riflettuto che gli eventi contingenti sono quelli che hanno almeno una alternativa; esaminate ed elencate le alternative (sorti), si sceglie a caso tra di esse con una tecnologia (i dadi); a posteriori, ciò che è capitato a ciascuno è la sua sorte. Tutto il procedimento è ben illustrato nella designazione di Mattia in Atti 1, 15-26. L'abbondanza delle citazioni dimostra che questa procedura viene considerata fondata, specialmente con riferimento ad una economia e società di frontiera, in cui sono disponibili terre e altre proprietà che sono libere. Il problema che solleva questa pratica è allora duplice. Bisogna spiegare perché questa procedura è giusta a priori e quale deve essere l'atteggiamento a posteriori di ciascuno rispetto alla propria sorte, in modo da rispettare tale giustizia. Se scegliere il meglio è oltre quanto è noto a viste umane, allora il sorteggio garantisce la giustizia a posteriori ed è compiuta la volontà del Signore in quanto Giustizia. In termini moderni, potremmo dire che sono eliminati gli errori *sistematici* o, addirittura, intenzionali.

La versione della nozione di caso che usano le scienze e la tecnologia ha inizio nell'evo moderno e si consolida nella corrispondenza intercorsa intorno al 1654 tra Blaise Pascal e Pierre de Fermat, riguardo ai quesiti posti da un giocatore loro contemporaneo. E certamente Pascal non considerava la materia futile, avendone poi fatta una versione apologetica, formulando la sua famosa scommessa sulla salvezza eterna.<sup>9</sup> Qui il gioco d'azzardo è solo un modello accessibile, che viene utilizzato per chiarire il problema della *scelta giusta* in condizioni di incertezza sulla base di una nozione di utilità. Caratteristico di un problema di gioco d'azzardo è che:

- (1) si tratta di un problema ben definito (regole certe),
- (2) nel quale bisogna prendere decisioni,
- (3) cui seguono vincite e perdite ben determinate in ciascuna delle alternative.

Questi tre elementi sono tutti essenziali alla teoria matematica che è nata dalla discussione di Pascal e Fermat; il successo di questa teoria ha poi riverberato indietro queste specificazioni verso la nozione di caso più generale e filosofica. Riguardo le tre modalità di un evento, impossibile, necessario, contingente, Robert Nozik dice: "i filosofi della modalità contano con tre numeri: 0,1,  $\infty$ "<sup>10</sup>. L'operazione fondamentale dei fondatori del calcolo delle probabilità è la delimitazione delle alternative, che devono essere note a priori. In termini contemporanei, nei corsi di Calcolo delle Probabilità si insegna, la prima lezione, che un modello probabilistico è costituito prima di tutto dalla assegnazione di un spazio di casi. Per dire al giocatore quale è la probabilità di fare 1 lanciando un dado, devo sapere quante facce ha il dado. Un evento è poi definito come un insieme di casi che rendono vera la sua proprietà caratteristica. La sua probabilità è un numero, che descrive la sua dimensione relativa dell'evento nell'insieme di tutti i casi e che rappresenta il suo grado di non contingenza.

Questo modello è molto rigido e la sua applicazione quando sono incerte le tre condizioni elencate sopra è opinabile. Un caso interessante è la discussione in ambito bioetico riguardo alle decisioni da prendere a seguito di test clinici di esito incerto.<sup>11</sup>

Oltre a questa fondamentale delimitazione dello spazio dei casi, Pascal individua una valutazione numerica del rischio associato ad un certo caso, calcolato come

$$\text{rischio} = \text{costo} \times \text{probabilità},$$

<sup>5</sup>Non sono a conoscenza di studi esegetici sistematici di questo termine, che comunque compare nelle opere di consultazione, ad esempio Eichler (1976)

<sup>6</sup>Rispettivamente *gōrāl* e *κλήρος*.

<sup>7</sup>La Sacra Bibbia [www.intratext.com/y/ITA0001.HTM](http://www.intratext.com/y/ITA0001.HTM). Caso compare 55 volte, ma non analizzo qui questa occorrenza.

<sup>8</sup>Concetto incompatibile con la teologia biblica

<sup>9</sup>Pensées 233. Dal punto di vista matematico l'argomento è dubbio, perché considera una situazione limite  $0 \times \infty$ .

<sup>10</sup>Nozik (2001, p. 148)

<sup>11</sup>Situazione tipica della medicina. Ad esempio, vedi Vineis (1999) e il convegno organizzato dalla Commissione Bioetica della Tavola Valdese (2007)

ed una nozione di valore atteso (o sperato) di un costo casuale, calcolato come somma di tutti i valori di rischio. Queste idee e i successivi sviluppi si sono consolidati molto tempo dopo in una teoria matematica definitiva ad opera del matematico russo Andrey Nikolaevich Kolmogorov (1903-1987), con il suo *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung* (1933; uscito in inglese come *Foundations of the Theory of Probability*, 1950).

#### 4. CASO E APPRENDIMENTO DALL'ESPERIENZA

Thomas Bayes (1702-1761), figlio uno dei primi sei pastori nonconformisti ordinati in Inghilterra, fece lui stesso studi di teologia e logica e, lui stesso ordinato nella stessa denominazione, fu per tutta la sua vita ministro di una comunità presbiteriana nelle vicinanze di Londra. Pur non avendo pubblicato nessuna opera scientifica in vita, fu membro di quella Royal Society in cui si sviluppò, con Newton e dopo, tutto il dibattito scientifico e culturale inglese del XVIII secolo. Alla sua morte, un suo amico, anche lui pastore, presentò alla Royal Society una sua memoria postuma intitolata "Saggio per la soluzione di un problema della teoria delle possibilità", che contiene, insieme ad altre cose, quello che oggi chiamiamo *Teorema di Bayes*.

Notiamo che abbiamo qui un uomo di chiesa che lavora ad un problema tecnico importante, utilizzando le metodologie più sofisticate disponibili al suo tempo, cioè il calcolo delle flussioni di Newton. Segno questo di una straordinaria epoca del pensiero moderno.

Il lavoro postumo di Bayes viene presentato da un suo amico più giovane, personaggio altrettanto notevole, Richard Price (1723-1791), come Bayes membro della Royal Society. Anche lui figlio di un ministro nonconformista, abbandona poi questa confessione per diventare pastore in una comunità Unitariana. Noto per le sue posizioni liberali in politica (intervenne a favore della rivoluzione americana e di quella francese), è stato associato, tramite i suoi studi di tecniche attuariali, con il primo sviluppo delle assicurazioni sociali. Egli contribuì al primo successo di una assicurazione sociale (per le vedove dei pastori della Chiesa di Scozia) tramite i suoi calcoli di premi basati su tavole di mortalità realistiche.

Nel campo delle assicurazioni sociali, che proprio in quell'epoca si distinguono progressivamente dalle scommesse e dalle assicurazioni sulla vita, si incontrano molti temi: la politica, la giustizia sociale, l'economia, la matematica dei fenomeni incerti. Price scrive anche opere di morale e sviluppa una interessante teoria per risolvere il contrasto tra libertà dell'individuo e provvidenza divina. Egli argomenta che la libertà riguarda gli individui, mentre la provvidenza si vede nel comportamento delle grandi masse. Questo da un lato suona a noi forse ingenuo, dall'altro evidenzia un

punto concettuale che sarà importante negli sviluppi successivi, cioè la distinzione tra stato microscopico e stato macroscopico e tra dipendenza locale e dipendenza globale in grandi sistemi complessi.

Illustro il risultato di Bayes in termini moderni, con la terminologia con cui viene espresso nelle applicazioni mediche attuali. Nel contesto di un test diagnostico, il paziente può essere malato  $M$  o non malato  $S$  e il test effettuato può risultare negativo  $-$  o positivo  $+$ . Questo produce 4 casi possibili:

	$+$	$-$
$M$	$M+$	$M-$
$S$	$S+$	$S-$

La frazione in una popolazione di soggetti affetti, per esempio sieropositivi HIV, si chiama *prevalenza*,  $\mathbb{P}(M)$ . La *sensitività* di un test diagnostico è la probabilità che il risultato sia positivo se somministrato ad un malato,  $\mathbb{P}(+|M)$ . La *specificità* è la probabilità che il risultato sia negativo per un non malato,  $\mathbb{P}(-|S)$ .

A partire da prevalenza, sensitività e specificità il teorema di Bayes insegna a calcolare queste due probabilità dette *probabilità inverse* o probabilità delle cause:

- (1) se il test è positivo, con quale probabilità il soggetto è malato? Sia  $\mathbb{P}(M|+)$ .
- (2) se il test è negativo, con quale probabilità il soggetto è sano? Sia  $\mathbb{P}(S|-)$ .

con le formule

$$(1) \quad \mathbb{P}(M|+) = \frac{\mathbb{P}(+|M)\mathbb{P}(M)}{\mathbb{P}(+|M)\mathbb{P}(M) + (1 - \mathbb{P}(-|S))(1 - \mathbb{P}(M))}$$

e

$$(2) \quad \mathbb{P}(S|-) = \frac{\mathbb{P}(-|S)(1 - \mathbb{P}(M))}{\mathbb{P}(-|S)(1 - \mathbb{P}(M)) + (1 - \mathbb{P}(+|M))\mathbb{P}(M)}$$

Siamo qui in presenza di una nozione di caso che si riferisce ad un universo di eventi tutti contingenti, di fronte al quale un soggetto agente si pone il problema di agire in modo razionale, sulla base di valutazioni numeriche o, almeno, comparative. Questo punto di vista si è poi evolto in due concezioni di cui non possiamo seguire qui gli sviluppi. Secondo David Hume (1711-1776, dunque contemporaneo di Bayes e Price) la nozione di evento necessario e causa devono essere abbandonate a favore della semplici analisi delle regolarità statistiche<sup>12</sup>. Nella statistica attuale si parla di *correlazione* e la posizione correntemente accettata nella professione è che solo tali correlazioni possano essere oggetto di affermazioni scientifiche. Il punto di vista utilitaristico si è poi evoluto, a partire dagli anni '30 con Bruno de Finetti<sup>13</sup> (1906-1985), in una

<sup>12</sup>In *An enquiry concerning Human Understanding* (1739) Section VI-VII

<sup>13</sup>L'esposizione matura e didattica è in de Finetti (1970)

teoria *soggettiva* della probabilità. Secondo questo punto di vista, non esiste una nozione oggettiva di caso in quanto distinta da un osservatore ignorante ma razionale.

## 5. CASO E SCIENZE FISICHE E BIOLOGICHE

Nel secolo XIX, lo sviluppo della teoria cinetica dei gas, ad opera di James Clerk Maxwell (1831-1879) e di Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906) e delle teorie evoluzionistiche di Charles Darwin (1809-1882), sposta sostanzialmente la visione del caso. Infatti nella teoria cinetica dei gas, certe nozioni di natura probabilistica, che a livello microscopico sono calcoli di valori attesi, si presentano a livello macroscopico come quantità fisiche misurabili, come la temperatura. Per l'evoluzionismo, mutazioni casuali si traducono nel fenomeno osservabile di nuove specie.<sup>14</sup>

Ragionando dal punto di vista suggerito dalla teoria cinetica, che suggerisce che un sistema casuale può nascere nell'ambito di moti deterministici regolati dalle leggi della meccanica classica, Lucien Henri Poincaré (1854-1912) inizia un tentativo di fondare la nozione di caso su quello che poi sarà chiamato sistema caotico. Discontinuità e comportamento disordinato sono fenomeni tipici del finito. Questo è suggerito ad esempio da risultati matematici quali quello che dice che è impossibile pettinare una palla o quello che mostra i comportamenti non periodici di un biliardo ideale. Il movimento dell'atmosfera è notoriamente imprevedibile e ciò è dovuto al fatto che la superficie terrestre è finita. C'è anche da considerare una recente applicazione di carattere applicato. Lavorando allo sviluppo delle prime macchine di calcolo, John von Neumann (1903-1957) ebbe l'idea di costruire, ad imitazione del biliardo, un calcolo che produce risultati caotici, una sorta di dado super veloce che genera il caso, sistema che è oggi alla base dei metodi di calcolo che si chiamano *Monte Carlo*.

Questo filone, su cui non posso trattenermi qui (per incompetenza e perché è stato oggetto di molti studi), prosegue poi nella fisica e nella genetica moderne. Aggiungo solo un commento su una teoria moderna meno nota. Nel mercato finanziario moderno gli scambi sono così facili e frequenti che si può presumere che non ci siano opportunità di guadagno dovute al semplice *arbitraggio*, cioè a scambi in condizioni di guadagno sempre positivo. Sotto queste condizioni, il mercato finanziario si comporta come un sistema macroscopico in stato stazionario, in cui i rendimenti dei titoli sono puramente casuali e le condizioni di ottimalità si riducono a quelle di variabilità<sup>15</sup> minima. Il primo lavoro in questa teoria è stato pubblicato da Fischer Black e Myron Scholes nel 1973. La parola chiave della teoria di Black e

Scholes è *martingala*, termine che viene dal mondo delle scommesse negli ippodromi.

## 6. CASO ED ESPERIMENTO

Ronald Fisher (1890-1962) nato da una famiglia borghese nella zona di Londra, ottenne i primi successi scolastici come matematico, combattendo fin da bambino contro una grave menomazione visiva. Entrò giovane nel dibattito scientifico dell'epoca, interessandosi soprattutto alla teoria dell'evoluzione darwiniana, alla genetica, campi da cui originano le sue ricerche di statistica. Contribuì alla fondazione della Eugenic Society. La genetica rimase sempre il suo interesse principale e lavorò molto nel campo della sperimentazione agricola presso la Rothamsted Experimental Station. Personaggio polemico al limite della aggressività e, per questo, molto controverso, ha lasciato una traccia profondissima di idee e di stile nella statistica moderna. Una figlia, moglie del suo allievo e seguace George E. P. Box, ne ha lasciato una interessante bibliografia in Fisher Box (1978).

Il nome di Fisher è poco citato nel dibattito culturale, ma la sua è una figura chiave nello sviluppo della statistica sperimentale moderna. Fisher inizia a lavorare in un'epoca in cui le idee di Bayes erano prevalenti, nella versione datane da Pierre-Simon de Laplace (1749-1827) nella sua *Théorie analytique des probabilités*.<sup>16</sup> A partire dagli anni '30, le sue idee ebbero un tale impatto che per un lungo periodo l'impostazione bayesiana venne abbandonata, salvo poi ritornare gradualmente all'ordine del giorno a partire dagli anni '50. I metodi fisheriani sono oggi alla base di vasti campi del metodo scientifico sperimentale, soprattutto nella ricerca sperimentale sistematica e di massa, quale quella che oggi si pratica in medicina e in farmacologia. Ad esempio, tutti i protocolli attualmente in uso nella ricerca farmaceutica si sono evoluti dalle sue idee.

Fisher ci ha lasciato lui stesso una bella descrizione di cosa è il suo metodo in un famoso pezzo divulgativo, normalmente noto con il nome scherzoso di *signora che assaggia il tè*, che costituisce il secondo capitolo del manuale Fisher (1935). L'episodio, autentico secondo la biografia citata, è questo. Una signora, biologa e amica di Fisher, sostiene di poter distinguere se nella tazza è stato messo prima il tè o prima il latte. Fisher, cortese ma polemico, pensa che sia una stupidaggine e sfida la signora a provarlo. La signora indovina tutte le tazze che le vengono presentate e Fisher, che non ama perdere, comincia a pensare seriamente a come si può provare un fatto di questo genere con quello che lui chiama un esperimento psico-fisico. Introduce dunque i concetti fondamentali del suo metodo di pianificazione sperimentale, i cui nomi tecnici sono: ipotesi nulla, il livello di significatività, piano sperimentale, *casualizzazione*, inferenza.

<sup>14</sup>Il concetto di fenomeno osservabile nei due casi non sembra essere lo stesso.

<sup>15</sup>la variabilità è detta *volatilità* nel gergo finanziario

<sup>16</sup>[gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k88764q](http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k88764q)

Ecco dunque il famoso esperimento pianificato ideato da Fisher.

**ipotesi:** L'ipotesi nulla è che l'affermazione della signora sia totalmente falsa, dunque che essa in effetti tiri ad indovinare.

**livello:** Se la probabilità a priori di una certa risposta è inferiore al un livello stabilito, diciamo il 5%, e questo evento si verifica, allora l'ipotesi nulla è seriamente compromessa e si considera respinta al livello 5%.

**piano:** Il piano sperimentale sono otto tazze di tè quattro delle quali hanno avuto prima il tè e quattro prima il latte. Il soggetto viene informato esattamente del dispositivo sperimentale e deve classificare le tazze quattro in un gruppo e quattro nell'altro.

**casualizzazione:** Le tazze vengono presentate in un ordine casuale, cioè tirato a sorte.

**inferenza:** Le possibili suddivisioni delle otto tazze in due gruppi sono in totale

$$\binom{8}{4} = \frac{8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5}{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1} = 70$$

e una sola è quella corretta. Se la signora classifica tutte le tazze correttamente, si è verificato un evento la cui probabilità, secondo l'ipotesi nulla, vale

$$\frac{1}{70} = 1.42\% \leq 5\%,$$

dunque l'ipotesi nulla deve essere respinta.

Tutta la procedura di Fisher può essere criticata, soprattutto per il suo trattamento asimmetrico delle varie ipotesi ed in effetti le polemiche durano tutt'ora, soprattutto per un ritorno in auge degli argomenti bayesiani. D'altra parte, il vantaggio del suo approccio è che mette in primo piano gli scopi per cui l'esperimento è fatto, punto che l'epistemologia moderna tiene a sottolineare. Inoltre, l'insistenza sulla pianificazione razionale di prove a partire da ipotesi incerte ha alla fine messo in evidenza un punto concettuale fondamentale, cioè che la verifica empirica delle teorie scientifiche non è una attività di osservazione passiva, ma richiede un intervento deliberato e pianificato da parte del ricercatore. La quantità di informazione che si ricava dalla sperimentazione deliberata è enormemente maggiore di quella che si ottiene aspettando passivamente il verificarsi di eventi interessanti e interpretabili in termini di correlazioni.

Nell'ambito del discorso sul caso, siamo qui in presenza di una straordinaria illustrazione del perché è utile e giusto tirare i dadi. La casualizzazione si rivela come una tecnica per esplorare uno spazio di alternative che sarebbe impossibile percorrere esaurientemente.

## 7. CASO E OTTIMIZZAZIONE GENETICA

Il successo ultimo di una teoria scientifica si ha quando questa teoria, dopo aver spiegato soddisfacentemente i fenomeni che l'hanno originata, può essere applicata a fenomeni diversi. Di solito questo allargamento d'orizzonte produce a sua volta una miglior comprensione del problema originale. Nel caso dell'evoluzionismo questo si verifica con l'introduzione recente<sup>17</sup> degli *algoritmi genetici*. Su un sistema finito ma molto grande è definita una funzione di utilità che in questo campo si chiama *fitness*. Il problema consiste nel trovare configurazioni che realizzano i valori massimi della funzione di utilità. l'algoritmo è il seguente.

- (1) Si genera, con il metodo di von Neumann, una popolazione di configurazioni.
- (2) Vengono selezionati gli individui con miglior *fitness*.
- (3) A partire dagli individui selezionati si genera una nuova popolazione e si torna al punto (2).

È chiara, anche nel linguaggio, la derivazione neodarwiniana. Quello che è interessante, oltre al fatto che la procedura funziona, nel senso che si può dimostrare matematicamente<sup>18</sup> che, contrariamente alle procedure di massimizzazione locale, converge ai punti di massimo assoluto, è che mette in evidenza la funzione essenziale della *fitness*, la cui natura e provenienza non è precisata nello schema neodarwiniano.

## 8. CASO E CAUSALITÀ

Negli ultimi 50 anni l'ambiente statistico ha assistito ad un acceso dibattito tra fisheriani e bayesiani, tutt'ora non risolto. Dal punto di vista filosofico si confrontano due punti di vista:

- Il necessario e la relazione di causa-effetto sono un miraggio; vale solo l'atteggiamento razionale di chi gioca al meglio le sue sorti.
- Il caso, inteso come inaccessibilità ad informazioni complete, nasconde le relazioni di causa-effetto. Obiettivo della scienza empirica è di vedere attraverso la nebbia, usando eventualmente la casualizzazione come mezzo per nascondere gli errori sistematici dentro un errore statistico valutabile.

I metodi si sono ulteriormente raffinati, arrivando ad una proposta di ricomposizione tra le posizioni contrapposte. Uno dei nomi più rilevanti è quello di Judea Pearl, tragicamente noto al pubblico per essere il padre di Daniel Pearl, ucciso nel 2002<sup>19</sup>. Pearl è un ingegnere informatico, autore di un testo di successo intitolato significativamente *Causality*, vedi Pearl

<sup>17</sup>A partire dagli anni '50. La prima assise internazionale è stata la 1st International Conference on Genetic Algorithms, Pittsburgh, PA, USA, July 1985

<sup>18</sup>Naturalmente con tutte le precisazioni tecniche del caso

<sup>19</sup>Lévy (2003)

(2000).<sup>20</sup> L'argomento di Pearl è ben illustrato dalle prime discussioni, avvenute negli anni '60, sull'effetto cancerogeno del tabacco. Le compagnie produttrici sostennero che l'alta correlazione tra fumo e cancro al polmone potrebbe essere una falsa correlazione indotta da un fattore non osservabile, per esempio genetico. Questo è corretto, infatti non si può dedurre una relazione di causa ed effetto da una correlazione. La risposta dei fisheriani sarebbe di fare un esperimento controllato, cosa che in questo caso non è fattibile perché la sperimentazione umana è esclusa. Pearl sostiene che aggiungendo variabili osservate, ad esempio in deposito di catrame nei polmoni, si potrebbe concludere una relazione di causa-effetto anche con l'uso di soli dati osservazionali, cioè escludendo ogni esperimento pianificato.

### 9. ESISTE IL CASO?

Quasi tutte le posizioni che emergono dall'analisi scientifica tendono ad escludere un'effettiva esistenza del caso, riducendolo normalmente ad incontrollabilità o ignoranza. Varianti di questa posizione generale sono presenti. In matematica, il caso, inteso come probabilità, ha lo stesso statuto degli altri enti matematici, cioè il caso esiste nel senso in cui esiste il triangolo. In fisica, trova spazio anche l'idea che il caso esista nel senso che esistono tutti gli universi in cui si verificano le varie alternative, distinte da quella che si è verificata nel mio universo. Da un punto di vista filosofico e teologico, se si legge casuale come contrapposto a necessario, dunque come libero, si può argomentare che la libertà è un elemento essenziale e intrinseco all'universo creato, libertà che appare all'osservatore finito come caso.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- COMMISSIONE BIOETICA DELLA TAVOLA VALDESE (curatore). *Predizione e Incertezza. La diffusione dei test genetici nella pratica clinica*, volume XV. Vicolo del Pavone, Piacenza (2007). Insetto.
- RICHARD DAWKINS. *The Selfish Gene*. Oxford University Press, Oxford, 2a edizione (1989). 1st ed. 1976. Varie edizioni italiane Il gene egoista.
- BRUNO DE FINETTI. *Teoria delle probabilità : sintesi introduttiva con appendice critica*. Einaudi, Torino (1970).
- J. EICHLER. «Eredità, sorte.» In *Dizionario dei concetti biblici del Nuovo Testamento*, curato da LOTHAR COENEN, HANS BIETENHARD, ERICH BEYREUTHER. Edizioni dehoniane (1976) pp. 568–575. Traduzione di A. Dal Bianco, B. Liverani, G. Massi.
- R.A. FISHER. *The Design of Experiments*. Oliver & Boyd, Edinburgh, 4a edizione (1935). 1st ed. 1935.

- JOAN FISHER BOX. *The Life of a Scientist*. John Wiley & Sons, New York NY (1978).
- BERNARD-HENRY LÉVY. *Qui a tué Daniel Pearl?*. Grasset, Paris (2003).
- ALISTER E. MCGRATH (curatore). *The Blackwell Encyclopedia of Modern Christian Thought*. Blackwell Publishers, Oxford, 1a edizione (1993).
- ALISTER E. MCGRATH. *The Order of Things. Explorations in Scientific Theology*. Blackwell Publishing, Oxford, UK (2006).
- JACQUES MONOD. *Il caso e la necessità. Saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea*. Oscar classici moderni, Arnoldo Mondadori Editore, Milano (1997). Traduzione di A. Busi di *Le Hasard et la nécessité* (1970).
- ROBERT NOZIK. *Invariances. The Structure of the Objective World*. Harvard University Press, Cambridge Ma and London (2001).
- JUDEA PEARL. *Causality. Models, reasoning, and inference*. Cambridge University Press, Cambridge (2000). ISBN 0-521-77362-8.
- REDAZIONI GARZANTI (curatore). *Enciclopedia di Filosofia*. Garzanti, Milano, 3a edizione (2004). ISBN 88-11-50515-1.
- G. TANZELLA-NITTI, A. STRUMIA (curatori). *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede. Cultura scientifica, filosofia e teologia*, volume 1-2. Urbaniana University Press - Città Nuova Editrice, Roma (2002).
- PAOLO VINEIS. *Il crepuscolo della probabilità*. Einaudi, Torino (1999).

DIPARTIMENTO DI MATEMATICS, POLITECNICO DI TORINO,  
CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 24, 10129 TORINO  
E-mail: [giovanni.pistone@polito.it](mailto:giovanni.pistone@polito.it)

<sup>20</sup>Una sintesi di questo testo è disponibile su internet con il titolo *The Art and Science of Cause and Effect* UCLA 1996.