



Istituto per ricerche ed attività educative

la probabilita' nelle scienze

Risultati del Convegno "La probabilita' nelle scienze"
Vico Equense/Napoli, maggio 1987

a cura di Giuseppe Del Re

Napoli, 1990

I QUADERNI DELL' I.P.E., 1 - aprile 1990

Coordinamento editoriale: Attilio Antonelli

© I.P.E. - Istituto per ricerche ed attività educative
80127 Napoli - Via L. Giordano, 26 - tel./fax: 081- 5788276

INDICE

<i>Presentazione</i>	p. ix
--------------------------------	-------

Parte prima: **PROBABILITA'**

INTRODUZIONE	3
Il determinismo e il caso	3
Il caso e i grandi numeri	5
Propensità e frequenza	6
PUNTI DI VISTA SULLA PROBABILITÀ (<i>E. Agazzi</i>)	9
I fondamenti	9
Spunti storici	11
Regolarità del caso	12
Probabilità e determinismo	12
Casualità, probabilità, informazione	15
LA PROBABILITÀ NEL MONDO DELL'UOMO	19
Usi ambigui della probabilità (<i>I. Scàrdovi</i>)	19
Il giudizio di probabilità (<i>J. Cohen</i>)	21
Dal giudizio di probabilità alle teorie della scienza (<i>H. Freudenthal</i>)	24
FONDAMENTI TEORICI DELLA PROBABILITÀ	27
Maschere e facce della probabilità (<i>M. Bunge</i>)	27
Probabilità e informazione (<i>M. Casartelli</i>)	29
IL COSMO PROBABILISTICO	33
Aspetti operativi (<i>A. Carsetti, C. Dilworth, V. Tonini, L. Kish</i>)	33
Probabilità, fisica, metafisica (<i>J. A. Wheeler</i>)	35
Probabilità e fisica moderna	38
(<i>O. Costa de Beauregard - M. Pauri - A. Cordero - G. Tarozzi</i>)	

DALLA BIOLOGIA ALLA FILOSOFIA (<i>J. Ricard</i>)	p. 43
Meccanicismo, determinismo, indeterminismo	43
Probabilità, organizzazione ed evoluzione in biochimica	45
Il "caso" nella scienza e le sue valenze metafisiche	46
Parte seconda: METAFISICA	
INTRODUZIONE	53
L'ascesa e la caduta del mito scienziato	53
Verso un quadro più ampio	55
La crisi della scienza	56
Ritorno alla metafisica	60
SCIENZA E METAFISICA OGGI (<i>E. Agazzi</i>)	63
Scienza, metafisica, filosofia della scienza	63
Un piano comune di posizioni diverse	64
LA METAFISICA E I SUOI LEGAMI CON LA SCIENZA	67
(<i>A. Mercier</i>)	
Premessa: La metafisica come teodicea	67
Scienza e arte come modi di conoscenza	69
I valori cardinali	70
Logica, matematica, scienze della natura	70
Lo spazio della metafisica	72
La metafisica come scienza del divino	73
La dialettica	74
Analisi filosofica e contemplazione del sublime	75
È POSSIBILE UNA METAFISICA SCIENTIFICA?	77
(<i>M. Bunge</i>)	
La metafisica come ontologia	77
L'oggetto di un'ontologia della scienza	78
Strumenti della ricerca ontologica	80
Questioni controverse	81
Contenuti di una 'metafisica scientifica'	84
Dai quanti all'uomo	85
Limiti di una metafisica della scienza	86

DUE VOLTI DELLA METAFISICA (<i>J. M. Bochenski</i>)	p. 87
Ontologia	88
Ontologia delle scienze formali	89
Le scienze empiriche; il finalismo	89
Cos'è la metafisica	91
Metafisica come sintesi universale	92
CONCLUSIONE	95
Parte terza: AVVENIRE DELLA SCIENZA	
LA SCIENZA HA UN AVVENIRE CULTURALE? (<i>E. Agazzi</i>)	99
Dalla scienza come paradigma all'"antiscienza"	99
La scienza nella cultura dell'Occidente: la ricerca della verità	100
La scienza oggi: lo smarrimento della dimensione teoretica	102
L'isolamento della scienza moderna	103
Per un ritorno alla scienza vera	104
SCIENZA E CIVILTÀ IN UN QUADRO EVOLUZIONISTICO	107
(<i>E. Laszlo</i>)	
Premessa	107
Una scienza neutrale o una scienza distruttiva?	109
Motivi di ottimismo: nuove tendenze della conoscenza scientifica	110
La missione futura della scienza	111
UNA QUESTIONE DI SCELTE (<i>G. Del Re</i>)	113
Il gioco del profeta	113
La crisi della scienza	115
Una diagnosi e una cura possibile	117
SCIENZA, FILOSOFIA ED ETICA (<i>C. Romano</i>)	119
Scienza, filosofia e tecnologia	119
Scienza ed etica	120
Prospettive e compiti per il futuro	121
<i>Indice dei nomi</i>	123
<i>Scheda del convegno</i>	125

PRESENTAZIONE

Il presente volume riporta i risultati della riunione annuale e di due tavole rotonde realizzate dall'Académie Internationale de Philosophie des Sciences in collaborazione con l'I.P.E., svoltesi a Vico Equense e a Napoli nel maggio 1987.

Il tema generale - la probabilità nelle scienze - è stato trattato da diversi relatori italiani e stranieri. Si è scelto di ripresentare una ricomposizione degli atti, effettuata a cura dell'accademico Giuseppe Del Re, per evitare le difficoltà collegate al linguaggio, a volte molto specialistico; peraltro molti tratti degli interventi sono riportati testualmente.

L'I.P.E. si augura che il lettore apprezzi il messaggio fondamentale rilevabile dai testi, e cioè che la scienza, che oggi ha una parte così rilevante nella vita del genere umano, deve sempre rientrare in un quadro culturale più ampio, includente la metafisica e i cosiddetti valori, altrimenti è sterile o addirittura dannosa.

La scienza deve essere uno strumento il cui scopo prioritario non è quello, pur importante, del fare (tecnologia), ma quello del conoscere. La conoscenza scientifica si allarga sempre più col passare del tempo, ma sempre nuove frontiere si rivelano all'orizzonte, per cui la ricerca sembra senza fine, e

parrebbe negata all'uomo la possibilità di attingere alle certezze ultime.

E questo nel campo della scienza è forse profondamente vero; le certezze ultime che l'uomo può acquisire non sono del campo della scienza. Pure è vero che essa fornisce all'uomo validi apporti nella conoscenza del mondo; è da ritenersi errata cioè anche la posizione di chi pensa che la scienza sia pura convenzione e, in definitiva, un ostacolo alla esperienza immediata che l'uomo può avere di ciò che lo circonda.

Il discorso sulla scienza merita dunque di essere sempre più approfondito anche dall'uomo della strada, con l'aiuto degli "addetti ai lavori" (scienziati e filosofi); la scienza non è cosa che riguardi pochi eletti, ma è una realtà ormai entrata nella vita di tutti.

L'I.P.E. ringrazia tutti i relatori e i prof. E. Mariani, G. Del Re, e V. Petraccone del comitato scientifico per il lavoro svolto; ringrazia altresì l'Università degli studi di Napoli Federico II, il C.N.R. e la Regione Campania per il sostegno economico concesso all'iniziativa.

Parte prima

PROBABILITÀ

INTRODUZIONE

Il determinismo e il caso

Il concetto di caso è entrato a far parte della cultura moderna press'a poco dall'epoca di Darwin, ma i problemi nei quali è stato invocato sono molteplici e diversi fra loro - basti pensare alla fisica statistica e alla meccanica quantistica. L'innovazione che esso costituisce è di portata immensa, anche se non tocca direttamente l'uomo della strada, al quale i risvolti indeterministici della scienza sono stati trasmessi dai mass media solo come giustificazioni pseudo-filosofiche del relativismo morale e di altre prese di posizione di tipo agnostico o nietzschiano.

Istintivamente l'uomo tende a guardare alle cose in termini deterministici. Scrive in proposito V.V.Nalimov:

il determinismo come concetto ha due significati: in senso più ampio è una fede incondizionata nella potenza, anzi nell'onnipotenza della logica formale come strumento per la conoscenza e la descrizione del mondo esterno. In senso più stretto si tratta della fede, della convinzione che tutti i fenomeni e gli eventi del mondo obbediscono a leggi causali. Esso implica inoltre la fiducia nella possibilità di scoprire almeno in linea di principio le leggi a cui si può ridurre la conoscenza del mondo. L'interpretazione causale dei fenomeni del mondo esterno sembra caratteristica delle forme più antiche del pensiero umano. Se non altro, le tribù primitive che si possono osservare oggi, con il loro pensiero prelogico piuttosto lontano da noi, mancano completamente della nozione di caso.

Analoga considerazione fa Italo Scardovi al termine di un articolo in cui parla di *un'ansia, razionale e non razionale, che guida la ribellione di alcuni*

anche ai tempi nostri contro un epilogo che scuote le menti e le coscienze e stimola a pensare un diverso modo di intendere le ragioni del caso e della necessità.

Dopo aver ricordato due rappresentanti di questo rifiuto, Teilhard de Chardin, profondamente religioso, e Ilya Prigogine, decisamente ateo, i quali a modo loro hanno cercato ambedue di “scrutare il segreto della natura oltre il diveniente” oltre ciò che è dovuto al caso, Scàrdovi conclude che *“ne consegue forse per l'uomo una minor paura della sua condizione biologica, della sua avventura cosmica. Ma ne viene anche la spinta a ricercare, nell'accidentalità del reale, la ragione profonda di una nuova e più profonda necessità, la necessità del caso.”*

Mentre casualità e probabilità si sono imposte non solo alla scienza, ma alla cultura del mondo moderno, parrebbe dunque che l'istinto dell'uomo rimanga quello dei primitivi: rifiutare il caso e cercare di individuare delle cause nascoste non osservabili ogni volta che le cause non sono evidenti. D'altra parte, com'è noto, la meccanica quantistica ha fatto del caso un ingrediente essenziale non puramente strumentale dell'interpretazione della natura; e una casualità che rientra nei limiti della fisica classica ma non per questo è meno essenziale sembra presiedere a quella che è la storia della vita secondo le teorie ormai generalmenete accettate.

Ogni volta che vi è un contrasto fra ciò che ci dice il nostro ‘buon senso’ e le conclusioni della scienza o ciò che sembra essere la realtà dei fatti, c'è qualcosa che non va; non perché il nostro buon senso non possa sbagliare, ma perché, almeno nelle persone che hanno una lunga esperienza e una buona preparazione culturale, esso è l'espressione di un certo modo di apprendere la realtà, il rivelarsi di categorie di pensiero caratteristiche dell'uomo che in qualche modo presiedono a quella presa di coscienza chiara e distinta, per dirla in termini cartesiani, che è la fase conclusiva della conoscenza. In parole povere, il disagio denuncia la presenza di qualcosa di non capito.

Per tentar di superarlo, si potrebbe essere tentati di ricorrere ad una delle due soluzioni estreme che storicamente si associano ai nomi di Einstein e di Bohr, rispettivamente: prendendo posizioni rigidamente deterministiche, per timore di rinunciare al realismo e all'intelligibilità della natura; oppure aderendo al

punto di vista secondo cui la scienza non può fare altro che prendere atto delle osservazioni, e non è legittimata a conoscere la realtà soggiacente a quelle osservazioni sperimentali. Prima di adottare posizioni del genere, tuttavia, può essere opportuno tener presente che la necessità di introdurre il caso nelle nostre analisi scientifiche è indice non tanto di una limitazione dell'intelligibilità della natura o di una nostra impossibilità di raggiungere una descrizione coerente di essa, quanto del fatto che vi sono alcune caratteristiche della realtà o del nostro modo di adeguarci ad essa - che da un certo punto di vista è lo stesso - che noi non abbiamo ancora valutato a fondo, e cui per conseguenza applichiamo il concetto artificioso di caso per indicare in realtà una limitazione non ben precisata del concetto di causa efficiente. In altre parole, prima di trarre conclusioni filosofiche, occorre risolvere dei problemi di fondo: (i) che cos'è il caso? che cos'è la probabilità? (ii) perché i concetti di caso e di probabilità sono necessari per una corretta e completa descrizione scientifica dei fatti naturali e anche sociali o socioeconomici?

Il caso e i grandi numeri

Vedremo che gira e rigira si torna quasi sempre ad un punto comune a tutti i problemi in cui si invoca il concetto di caso: vi sono circostanze nelle quali le differenze individuali tra i singoli sistemi studiati, siano essi uomini o atomi, o sono effettivamente trascurabili, o si considerano trascurabili perché non interessano dal punto di vista del problema che si vuole trattare. Basti pensare a questioni semplicissime come l'aumento di popolazione di un Paese durante un certo periodo di tempo: non interessa certo chi è nato, quali famiglie abbiano avuto figli a quali no, quello che interessa è il numero complessivo dei nati e eventualmente il numero dei nati per abitante. Tutto ciò sembra semplicissimo; ma non appena si tenta di includere queste informazioni statistiche in uno schema esplicativo della realtà si scopre che esse lasciano insoddisfatti, perché sembra di perdere di vista proprio la realtà, cioè i singoli fatti (nel nostro esempio le nascite di esseri umani in tutta la loro complessità e diversità) che entrano a costituire l'insieme studiato (la popolazione).

Questa considerazione di fondo fa capire perché è tanto importante studiare a livello epistemologico i problemi (i) e (ii) enunciati più su, mettendo a confronto la varietà dei punti di vista in proposito. Dedicare loro del tempo non è una scelta puramente intellettuale perché, come abbiamo detto, le interpretazioni affrettate finiscono per fornire una sorta di giustificazione a punti di vista filosofici superficiali ma molto influenti, capaci attraverso i mass media di influire sulla struttura della società e sulla scala dei valori che la governa, e quindi sulle scelte individuali di ogni uomo. Abbiamo ricordato l'agnosticismo e il relativismo morale che sono le cause dei drammi che vive la nostra società, non solo secondo chi crede in una morale assoluta, ma secondo quella che è ormai la grande maggioranza dei sociologi.

Si vede di qui l'importanza di dare sempre nuovo respiro a un discorso sul caso e la probabilità nelle scienze che si faccia tra esperti per evitare divagazioni superficiali e ideologiche, e che giunga al pubblico colto nella forma più diretta possibile. È questo lo spirito che ha animato il Colloquio che qui presentiamo. In esso si è andati dalle considerazioni generali su ciò che è deterministico e indeterministico fino a considerazioni specifiche come le recenti conquiste della scienza dei sistemi che sono sviluppi matematici i quali consentono di sottoporre la casualità a un'analisi matematica rigorosa e approfondita. In conformità a quanto abbiamo detto, si è cercato qui di proporre nel modo più fedele possibile, anche se in versione contenuta, una relazione di quei lavori. Abbiamo diviso quest'esposizione in capitoli, che permetteranno al lettore di seguire meglio il complesso delle argomentazioni. Là dove sarà possibile riporteremo il testo stesso dei vari autori, sia pure in forma ridotta; per argomenti molto tecnici cercheremo di dare una presentazione il più essenziale possibile.

Propensità e frequenza

Nel seguito torneremo più volte sulle due interpretazioni fondamentali della probabilità, interpretazioni che diverranno man mano sempre più chiare, ma che val forse la pena di presentare rapidamente al lettore prima di riferire i contenuti delle varie relazioni.

L'interpretazione frequentistica della probabilità si illustra bene con un esempio familiare a tutti. Per stabilire le tariffe di assicurazione RC-auto, le compagnie di assicurazione devono stabilire qual'è la probabilità che una qualsiasi automobile sia coinvolta in un incidente. Per farlo, ricercano il numero di automobili circolanti durante un certo periodo e il numero di incidenti avvenuti nello stesso periodo. Se sono avvenuti cinquantamila incidenti per cinque milioni di automobili, ne deducono che la "probabilità" di un incidente sia una su cento, cioè l'1%.

In questa maniera di vedere la probabilità vi sono almeno due importanti ipotesi implicite. Anzitutto, si fa una previsione del futuro in base al passato: questo è ciò che fa la scienza quando enuncia delle leggi, ma non è del tutto pacifico. Non è detto che nel futuro non insorgano circostanze nuove. Non solo l'anno venturo potrebbe essere un anno particolarmente freddo, e perciò comportare più incidenti dovuti al gelo sulle strade, ma non vi è nessuna garanzia che non cambi addirittura qualcosa di generale nelle leggi dell'universo. In secondo luogo, è chiaro che la valutazione vale su un gran numero di eventi; è davvero lecito applicarla a un singolo caso? Si vede la difficoltà pensando ai numeri del lotto. Mentre siamo tutti convinti che in un tempo abbastanza lungo usciranno tutti i numeri, è assurdo ritenere particolarmente probabile che nella prossima estrazione esca un numero che non è uscito da due anni, perché con il passare del tempo il numero in questione non ha acquistato una maggiore "tendenza" ad uscire. La probabilità che sia estratto è una proprietà dell'insieme delle possibili estrazioni, non del singolo evento "estrazione del numero x".

Ora, esistono casi in cui si parla invece a buon diritto di probabilità di un evento per sua natura unico. Pochissimi anni fa, avremmo potuto chiederci: "qual'è la probabilità che entro cinque anni venga demolito il muro di Berlino?" - e avremmo risposto che era minima. A parte il fatto che si è verificata proprio l'alternativa meno probabile, con quale diritto abbiamo parlato di probabilità in un caso come questo, in cui certamente la concezione frequentistica è inapplicabile?

A questa domanda tenta di rispondere l'interpretazione della probabilità come "propensità". E' chiaro che, nell'esempio del muro di Berlino, la nostra valutazione era fondata su un certo modo di *estrapolare* l'andamento degli

avvenimenti. La valutazione non poteva essere certa, neppure nel senso di “certezza morale”, perché sapevamo tutti che cercavamo solo di stimare la *tendenza* degli avvenimenti verso un punto o verso un altro, come quando si dice che una curva sale o scende molto o poco rapidamente, senza poter dire esattamente di quanto sale o di quanto scende. Che avessimo a che fare con una tendenza il cui sbocco non era sicuro era anche implicito nei presupposti della valutazione, cioè che una situazione critica più o meno prevedibile non precipitasse improvvisamente, come invece è avvenuto.

Si può applicare l'interpretazione come propensità anche a casi in cui si hanno molti eventi. Per esempio, si può dire che in una specie animale vi è una certa tendenza a produrre individui albinici o melanici, intendendo con ciò che il patrimonio genetico è tale da lasciare spazio a queste possibilità; il fatto che, contando le pecore di un gregge, si trovi una pecora nera, diciamo, ogni mille, non è che la manifestazione nei fatti di una caratteristica del patrimonio ereditario, e cioè appunto la “propensità” dell'uno per mille a produrre figli melanici.

Quelle che abbiamo così introdotto sono dunque due facce diverse della probabilità. Scegliere tra l'una e l'altra è meno semplice di quanto potrebbe parere. Le difficoltà si intuiscono già pensando alla differenza fra l'estrazione di un numero del lotto e la nascita di un agnellino. In effetti, quasi tutte le relazioni di carattere generale al Convegno che qui presentiamo toccano l'alternativa propensità- frequenza e le difficoltà che essa solleva. A questa sono in gran parte dedicate le relazioni di L. Jonathan Cohen e di Mario Bunge, relazioni che consentiranno di comprendere meglio i vari risvolti delle definizioni preliminari qui date.

I fondamenti

E' consuetudine degli studiosi mettere insieme probabilità e caso, perché appartengono allo stesso ordine di concetti. Ciò vien fatto certamente a giusto titolo, perché la probabilità è in certo qual modo la misura del caso, e attraverso di essa il caso diviene suscettibile di una formulazione quantitativa, quale si conviene alla scienza. E' per questo che il colloquio cui è dedicata questa relazione, pur trattando ampiamente del caso, è stato intitolato alla sola probabilità; ed è per questo che **Evandro Agazzi**, Presidente dell'Accademia, ha dedicato il suo intervento introduttivo alla probabilità, un concetto composito.

Agazzi ha anzitutto messo in luce che vi sono diverse teorie della probabilità, la teoria classica, la teoria frequentistica, la teoria logica, la teoria soggettivista, la teoria della propensità e varianti di queste. Per approfondire il concetto di probabilità occorrerebbe studiare i concetti fondamentali su cui si impernano queste teorie, fare cioè un dibattito sui fondamenti della probabilità.

Ora, un tale dibattito si è effettivamente svolto nel corso degli anni sulle riviste specializzate, ma "sembra aver raggiunto uno stadio di saturazione confrontabile con quello che ha avuto luogo nel dibattito sui fondamenti della matematica ... La differenza potrebbe essere che nel caso dei fondamenti della matematica il nuovo stato d'animo è qualcosa come scetticismo riguardo all'intera impresa fondazionale, mentre nel caso della probabilità il nuovo atteggiamento è piuttosto un atteggiamento di tolleranza.

"D'altra parte, un incoraggiamento verso la tolleranza si è riconosciuto da

molto tempo nel fatto che tutte le teorie della probabilità conducono all'accettazione dello stesso *calcolo della probabilità*, il quale assume così lo status di punto neutro di riferimento, specialmente dopo l'esplicita assiomatizzazione fornita da Kolmogorov".

E' interessante la constatazione che almeno in questo caso il discorso scientifico è influenzato da atteggiamenti di carattere non scientifico, come lo scetticismo, la tolleranza e simili. Si ritrovano posizioni filosofiche di fondo, che appartengono alla classe dei cosiddetti 'presupposti metafisici della scienza'. Tali presupposti, che appunto si esprimono in questi atteggiamenti generali, si concretano poi in un programma, cioè in una scelta di obbiettivi della ricerca; e infatti, continua Agazzi, malgrado tutto vi sono ancora dei punti oscuri, e perciò c'è ancora un "interesse innegabile per la discussione del concetto di probabilità; però non più con lo scopo o la pretesa di codificarlo in una *definizione fissa*, ma piuttosto con lo scopo di *analizzarlo* nelle sue diverse componenti".

Com'è noto, vi sono sostanzialmente due punti di vista sulla probabilità. Anzitutto, la si può interpretare come una frequenza, cioè come il rapporto fra il numero di volte che un dato valore di una data variabile compare in una serie di prove ripetute e il numero totale delle prove stesse. L'obiezione che si fa a questo punto di vista è che esso presuppone il riferimento a un gran numero di prove; e pertanto non si applica bene alla discussione del possibile verificarsi di un evento per sua natura singolo. Se ne vedrà un esempio nel contributo di H. Freudenthal. Se si rinuncia alla teoria frequentistica l'alternativa è considerare un campo di valori possibili di una data variabile e stabilire che, con opportune riserve, la variabile in questione può avere una maggiore o minore *propensità* a prendere un valore compreso in quel campo; è cioè una variabile che per sua natura non è vincolata a prendere un valore predeterminato quando si verificano le condizioni per cui essa viene in qualche modo misurata o realizzata.

Queste impostazioni sono state molto dibattute e sarà bene che il lettore le tenga ben presenti, perchè nel seguito compariranno più volte dei riferimenti ad esse.

Spunti storici

L'analisi preliminare proposta da Agazzi come introduzione al suo intervento, una volta corredata da considerazioni storiche, mette in evidenza la gravità dell'attuale tendenza a insistere di preferenza sugli aspetti formali di certi problemi - nel nostro caso questo della probabilità -, considerando meno importanti gli aspetti concettuali che riguardano il 'significato', cioè il legame con i fatti. Vi sono stati studiosi della probabilità, peraltro illustri, secondo i quali la storia di questo concetto sarebbe cominciata soltanto nel Seicento, con Pascal. Si tratta di una tesi completamente errata, la cui origine "ha certamente molto a che fare con il fatto che la *trattazione matematica* della probabilità non cominciò in realtà prima del tempo di Pascal, cosicché si tende a considerare ciò che era accaduto prima come appartenente alla preistoria delle dottrine sulla probabilità piuttosto che alla loro storia". Le antiche fonti, in realtà, avevano condotto una profonda e una rigorosa analisi del concetto, pur senza tradurlo in formulazione matematica, e "come conclusione di queste osservazioni storiche possiamo riconoscere che il concetto di probabilità sembra essere legato all'idea di una certa plausibilità di uno *stato di cose*, il quale è tradotto nell'accettabilità e verisimiglianza del *giudizio o proposizione* che esprime questo stato di cose. Di qui il contesto originale della probabilità nel problema della certezza e della verità. (...) Ciò che è forse sorprendente è che sembra che in questi antichi modi di affrontare il problema non vi sia un legame evidente fra la probabilità e la previsione, mentre questo legame sembra essenziale al nostro modo di pensare la probabilità".

Come abbiam detto, probabilità e caso sono concetti strettamente connessi, però non del tutto dipendenti l'uno dall'altro. Questa considerazione viene sottolineata da Agazzi con l'osservazione che in alcuni casi, quando si tratta per esempio della famosa scommessa di Pascal, non si discute il fatto casuale in sé, ma si guarda piuttosto al rischio di perdere o alla possibilità di vittoria, cosicché in fin dei conti si finisce in una teoria della decisione che riguarda piuttosto il senso etimologico della parola probabile, cioè approvabile, da farsi. Invece un problema come quello di dividere le poste quando un gioco viene interrotto (problema anch'esso trattato da Pascal) richiede effettivamente una considera-

zione del caso, perché la situazione è veramente casuale.

Regolarità del caso

Si vede così che la relazione tra caso e probabilità è tutt'altro che pacifica, malgrado la definizione provvisoria di "misura del caso" che abbiamo dato sopra; anzi è una delle questioni da approfondire.

Mentre fino all'epoca di Pascal l'aspetto "teoria della decisione" era stato quello più importante, verso l'inizio del Seicento "la gente era diventata sempre più attenta a certi problemi teorici connessi ai giochi d'azzardo", e più precisamente allo sforzo di *spiegare* certe regolarità che compaiono nelle *frequenze* che ricorrono in essi. (...) Da questo punto in poi possiamo dire certamente che comincia a emergere un nuovo concetto di probabilità, quello che è legato alla esistenza empiricamente scoperta di *regolarità del caso*". Dopo questa precisazione, Agazzi nota che almeno cinque aspetti del problema sono significativi a questo proposito:

1. il fatto che delle argomentazioni matematiche possono fornire la base di un 'consenso ragionevole per certi giudizi che riguardano le conseguenze future di alcuni eventi casuali;
2. la relazione con le previsioni;
3. il fatto che la probabilità diviene una proprietà dei singoli eventi;
4. la comparsa di una certa prospettiva frequentista nel considerare le probabilità;
5. l'idea di *aspettativa*, che si cerca di rendere oggettiva sotto la forma di aspettativa matematica.

Probabilità e determinismo

Un argomento ovviamente importantissimo è la relazione tra probabilità e determinismo. Il dibattito sul determinismo è estremamente importante per l'uomo moderno, in quanto è legato al problema dell'intelligibilità della natura.

Ora, ricorda Agazzi, nell'Ottocento il determinismo era considerato talmente evidente che Laplace, nei suoi studi sulla probabilità, dichiarò che una Mente suprema avrebbe sempre conosciuto tutto il passato e tutto il futuro dell'universo conoscendone lo stato in un istante, e che il fatto che gli uomini non potessero fare altrettanto dipendeva da una sorta di ignoranza parziale. Continua Agazzi: "non si può fare a meno di riconoscere che il modo di vedere la probabilità implicito in questa descrizione è *soggettivista*, tanto che è alquanto sorprendente che Laplace la presentasse come giustificazione dell'uso in fisica di una teoria matematica della probabilità che egli stesso aveva sistemato in un modo più obbiettivo". Laplace procedette in realtà trattando "quei dettagli della realtà che sfuggono alla nostra scienza esatta *come* se fossero casuali, giacché la teoria matematica della probabilità ci dice come compensare la nostra ignoranza. Possiamo dire anche che nella concezione laplaciana la nozione di probabilità riguarda ancora degli eventi isolati e più precisamente la loro *predicibilità*". A questo concetto di probabilità si aggiungono altri concetti tra cui quello di ordine deterministico e quello di informazione intorno a tale ordine. Ma "l'idea di probabilità come trattazione della casualità è estranea completamente a questo modo di vedere le cose".

Agazzi è poi passato a considerare un ulteriore fase della storia della probabilità, che si può caratterizzare col passaggio dal singolo evento agli insiemi di eventi, passaggio che in fisica ha avuto luogo con "la creazione della teoria cinetica dei gas, della termodinamica e della meccanica statistica". In questi campi "il quadro concettuale rimane strettamente deterministico, giacché i miliardi di molecole che si pensa costituiscano anche un piccolissimo volume di gas si muovono per ipotesi secondo le leggi strettamente deterministiche della meccanica newtoniana (...), cosicché la Mente suprema laplaciana in linea di principio potrebbe conoscere la posizione e la quantità di moto di ciascuna molecola e prevedere la sua traiettoria e la sua quantità di moto in ciascun istante. Ma questa conoscenza non è tanto impossibile quanto piuttosto non necessaria o addirittura irrilevante per l'obbiettivo reale della teoria, il quale non consiste nel prevedere sia pure approssimativamente il comportamento delle singole molecole". A queste considerazioni si ricollegano molti concetti, i concetti di legge empirica, il concetto di modello esplicativo e il

concetto di effetto cumulativo o collettivo e infine il concetto di media.

Tutto questo dà luogo alla statistica, la quale mette in particolare valore il punto di vista frequentistico, che vede la probabilità soltanto come un'indicazione relativa al numero di eventi di un certo tipo che effettivamente si verificano quando si ha a che fare con una collezione di eventi possibili dello stesso genere. Un altro campo nel quale la statistica ha preso un'enorme importanza è quello delle assicurazioni, quello generale dell'economia. In questo campo vi sono però notevoli differenze rispetto al caso della statistica in fisica, in quanto vi sono concetti come il conteggio e l'attribuzione di probabilità ad un singolo evento; insomma vi è interesse per il singolo evento, mentre invece nel caso delle teorie fisiche si deve piuttosto pensare a "congetture teoriche" destinate "a render conto dei risultati collettivi osservati".

A proposito delle teorie fisiche Agazzi nota ancora l'esistenza di una relazione paradossale tra determinismo e casualità; il determinismo è presupposto ma è di fatto irrilevante, mentre le leggi che interessano sono di tipo statistico. Continua Agazzi: "l'impressione di un uso non completamente coerente del concetto di probabilità è rafforzato dall'uso piuttosto bizzarro dello stesso concetto che troviamo in relazione al secondo principio della termodinamica quando si dice per esempio che esso implica che l'universo si evolva da uno stato meno probabile a uno stato più probabile. Tuttavia il secondo principio non nomina affatto la probabilità perché afferma semplicemente che l'entropia cresce nei processi spontanei, per esempio nel passaggio di calore da un corpo più caldo a uno più freddo. Se guardiamo più da vicino alle ragioni che hanno suggerito l'interpretazione probabilistica del secondo principio, si vede che questo è stato fatto essenzialmente per conciliare l'irreversibilità con la meccanica newtoniana, a cui è estranea, trasformandola in una caratteristica altamente probabile ma non assolutamente valida nella realtà. Ma con questo artificio si era introdotto un modo statistico di pensare originariamente fondato sulla registrazione delle frequenze in quei casi in cui non era possibile fare riferimento a una legge (mortalità, accidenti e così via) - in un campo in cui si supposeva che le leggi deterministiche avessero piena validità."

Ancora aperto resta il problema dell'indeterminismo nel capitolo più

recente della fisica teorica, la meccanica quantistica. Qui l'indeterminismo ha un'importanza enorme perchè è incorporato come caratteristica fondamentale nelle leggi quantistiche, e pertanto viene trattato come una caratteristica oggettiva della realtà quale noi la osserviamo, a meno di non adottare una concezione kantiana della conoscenza scientifica. Una corretta definizione del concetto di probabilità in questo caso è pertanto estremamente importante e Agazzi ha ricordato a questo proposito il lavoro di von Mises.

A proposito dell'indeterminismo nelle scienze esatte, Agazzi ha poi formulato un'importantissima osservazione generale. Egli ha notato che "si dovrebbe evitare una confusione molto comune, che è spesso vista come conseguenza del fatto che la fisica contemporanea è divenuta essenzialmente probabilistica o statistica. Quest'affermazione viene spesso tradotta dicendo che abbiamo finalmente scoperto che le leggi fisiche sono valide solo con una certa probabilità. Questo errore consiste nel confondere la probabilità che una legge fisica in realtà attribuisce al verificarsi di un dato evento con la probabilità che la legge sia valida. In effetti la legge intende essere pienamente valida, nel senso che sarebbe dimostrata falsa se la frequenza osservata dell'evento fosse molto diversa dalla probabilità indicata; la legge riguarda effettivamente l'insieme e non il singolo evento cosicché il suo avvenire o non avvenire *non è rilevante* per la validità della legge."

Casualità, probabilità, informazione

Venendo alla relazione tra probabilità e casualità si può osservare anzitutto che la "casualità indica un tipo speciale di variabilità, che si può osservare effettivamente in eventi concreti e che può prendere il posto dell'idea generica di caso come possibile argomento della teoria della probabilità. (...) per alcuni pensatori la casualità non ha uno statuto molto logico, ed è ridotta perciò a una situazione puramente epistemica; per altri invece ha un tale statuto ed esprime il fatto che la realtà può essere indeterminata almeno in una certa misura".

"Un processo casuale o stocastico mostra due caratteristiche. Da un lato, i singoli eventi hanno un modo di presentarsi che è *irregolare* e perciò più

imprevedibile; dall'altro, alla lunga emerge qualche genere di *regolarità*. (...) Pertanto potremmo dire che gli eventi casuali combinano l'assenza di una legisimilitudine che agisce individualmente con una regolarità che emerge collettivamente.

“Tutto questo sembra mostrare al di là di ogni dubbio ragionevole che nel caso della casualità abbiamo a che fare con una regolarità dell'insieme che *esclude l'uniformità e l'esatta predicibilità* che sono invece le caratteristiche di una legisimilitudine. In verità, le regolarità osservate in un processo casuale ci permettono di determinare una qualche *media*, che usiamo per assegnare le probabilità dei singoli eventi dell'insieme e per fare anche delle previsioni. Ma dobbiamo essere consci che la dispersione e la deviazione dalla media sono ugualmente essenziali. Se tutti gli eventi seguissero la media diremmo immediatamente che siamo in presenza di determinismo, di legge, e non di casualità. Peraltro richiediamo anche una certa regolarità a livello collettivo, giacché solo questa regolarità permette il calcolo di medie e con questo artificio la possibilità di trattare in modo deterministico l'insieme come un tutto.”

Nell'ultima parte della sua introduzione Agazzi ha parlato anzitutto di alcune questioni più specialistiche, come il concetto di frequenza e il concetto di distribuzione, la relazione tra ragionamento deduttivo ed empirico, e il problema posto dal caso dei campioni piccoli quando non ci sono grandi numeri di eventi e quindi una concezione frequentistica è fuori posto. Il Relatore è poi passato alla questione nuova e affascinante della relazione tra probabilità e informazione. Il concetto di informazione è un concetto molto moderno, anche se la parola è antica, perché all'inizio significava dare forma nel senso aristotelico della parola. Oggi informazione è piuttosto intesa come trasmissione di messaggi e in questo senso come possibilità di acquistare conoscenza. La differenza non è radicale, ma è importante. Ci sono stati molti lavori sull'argomento e la relazione tra informazione e probabilità è riconosciuta talora al giorno d'oggi nelle analogie formali che si hanno nella definizione di misura d'informazione data da Shannon e concetti come quello di probabilità di una risposta, di entropia di un messaggio e così via. “Senza negare che queste analogie potrebbero avere un valore euristico e un certo significato intrinseco,” aggiunge Agazzi, “sembra forse più intrinseco vedere il campo delle probabilità

come qualcosa di collegato alla trattazione dell'informazione in senso meno ristretto di quello che è implicito nel significato tecnico che in questo termine riceve nel quadro della teoria dell'informazione vera e propria".

Anche questo problema della teoria dell'informazione e della sua relazione con la probabilità è vastissimo. Esso è stato ripreso nella relazione di Casartelli, in cui è stato illustrato in particolare il lavoro di Kolmogorov, uno dei più grandi nomi di questo campo.

LA PROBABILITÀ NEL MONDO DELL'UOMO

(I. Scàrdovi, J. Cohen, H. Freudenthal)

Dall'introduzione generale di Agazzi, che ha posto l'accento soprattutto sul fatto che i concetti di caso e di probabilità hanno accompagnato da sempre lo sviluppo della riflessione scientifica e filosofica dell'uomo, i relatori sono passati man mano a considerare vari aspetti del tema, l'aspetto concettuale principale, l'applicazione alla statistica e all'informazione, l'applicazione nelle scienze della natura.

Per tracciare un cammino attraverso gli interventi che sia il più lineare possibile anche per il non specialista cominceremo con alcuni interventi che investono l'intero campo di applicazione della probabilità, e sono ricchi di esempi chiarificatori, per poi venire agli aspetti più strettamente legati alla scienza.

Usi ambigui della probabilità

La portata filosofica di fondo del discorso sulla probabilità è messa in luce da **Italo Scardovi** sotto il profilo delle scienze umane, che in questo concetto hanno uno dei punti d'incontro più importanti con le scienze della natura. Nella sua relazione sugli "usi ambigui della probabilità" egli parte da un punto centrale che persiste malgrado tutto, il dubbio se la probabilità sia una misura soltanto della nostra ignoranza o sia un concetto che riguarda aspetti della realtà fuori di noi. Sentiamo come Scardovi illustra questo punto. Dice: "Un'urna che contiene centomila palline mi viene messa di fronte. Non riesco a percepire

alcuna differenza tra esse e mi si dice che ognuna porta un numero della serie naturale da 1 a 100.000. Estraggo una pallina e leggo il numero: qualunque sia il risultato, esso mi lascia indifferente. Noto che la pallina è nera e mi dicono che tutte le palline dell'urna erano bianche eccetto una che ho nella mano. Non posso fare a meno di sorprendermi di un risultato che tutte le scuole della probabilità, così come il senso comune giudicherebbero altamente improbabile, attribuendo soltanto una probabilità all'estrazione della pallina nera contro 99.999 per il caso opposto. E tuttavia è ancora la stessa pallina, lo stesso evento, un fatto singolo: un fatto che inizialmente mi aveva lasciato senza reazione. Così mi domando: forse che un fenomeno, anche se è casuale, prende significati diversi solo a causa di un cambiamento del sistema di riferimento, della chiave di interpretazione? Riflettendoci poi mi rendo conto che anche il numero estratto aveva soltanto una probabilità contro 99.999. Perciò avrei dovuto sorprendermi immediatamente anche di questo fatto e anche dell'estrazione di qualsiasi altro numero. Cos'è dunque che dà significato all'evento se non è la nostra aspettativa?"

Questo "Gedankenexperiment", come l'avrebbe chiamato Einstein, sottolinea qualcosa che non traspare subito dalla normale correlazione tra probabilità e misura dell'ignoranza, cioè che esiste anche un problema di contesto nel quale noi valutiamo il significato di un evento. A chi non è addentro alle questioni scientifiche questo potrebbe parere un problema come tutti gli altri. Invece è un problema di fondo, perché la scienza attuale ha fatto le sue grandi conquiste tendendo a eliminare l'osservatore in quanto "persona che dà un significato" e sostituendo anche all'informazione e alla misura un concetto del tutto oggettivo, cioè indipendente dall'osservatore. Come si situa in quest'ultimo quadro il contesto interpretativo? Vedremo in seguito che questa domanda non è stata ignorata dai relatori del Convegno di cui stiamo parlando. Prima però conviene seguire il discorso di Scardovi. Egli traccia il filo dell'alternativa tra punto di vista soggettivo e punto di vista oggettivo fino a giungere ad una conclusione molto significativa. "Quasi estranee al pensiero scientifico," dice Scardovi, "le concezioni utilitarista e soggettivista conducono in ultima analisi ad una trasposizione economicistica dell'inferenza induttiva: la probabilità come scommessa conveniente, l'induzione statistica come scelta della soluzione più

vantaggiosa. L'incontro tra il soggettivismo di Bruno de Finetti e il decisionismo di Abraham Wald hanno dato luogo ad una trasformazione della statistica in una forma "manageriale" di matematica, sotto l'impulso di una filosofia utilitaristica che considera l'intera tradizione critica come un'immensa preistoria.

"E tuttavia, non è lo stesso classificare la previsione come problema di induzione logica o come problema di ottimizzazione; né si può mettere la congettura di uno scienziato sullo stesso piano di una scommessa. Né dobbiamo trascurare l'estraneità delle due modalità di pensiero, strategica e scientifica: la prima cerca la soluzione più utile, la seconda quella più vera; la prima minimizza una funzione di perdita, la seconda non ammette alcuna forma di penalizzazione se non quella di dover rivedere ipotesi e dati sperimentali." E accenna alla discussa interpretazione corrente della famosa «scommessa» di Pascal, soggiungendo: "più che una metodologia di conoscenza, questo è un canone opportunistico di una metodologia di convenienza in cui l'utilità ha la supremazia sulla verità, la decisione sull'induzione."

E continua: "Se anche decidessimo di sostituire la conoscenza con la decisione, l'ipotesi con la scommessa, l'induzione probabile con l'opportunità strategica, dovremmo chiederci poi se sia lo stesso 'giocare' con una natura che 'sceglie' una volta per tutte o con una natura il cui destino è determinato al momento in cui è forgiata, senza che la realtà emergente sia necessaria, perché è una delle molte realtà possibili." Darwin, aggiunge Scardovi, ha segnato in questo senso una svolta importante, giacché è ora chiaro che, "anche riducendo un problema di logica induttiva ad un problema di ottimizzazione, resta da adottare un canone con cui interpretare i fenomeni, giacché chiaramente non è lo stesso scommettere su una realtà necessaria o scommettere su una realtà contingente, cioè una realtà che è, ma avrebbe potuto non essere. Ancora una volta, è un problema di ipotesi generali."

Il giudizio di probabilità

Se si vogliono guardare ancora le applicazioni della probabilità a ciò che

coinvolge direttamente l'uomo spostandosi però verso l'aspetto oggettivo, sorgono molte altre questioni. Ne ha parlato in particolare **Jonathan L. Cohen**. Le sue preoccupazioni si possono illustrare rapidamente attraverso gli esempi di cui si serve.

Un primo spunto di analisi critica è fornito dall'esempio di John Do, camionista. Tramite la probabilità, dice Cohen, "si potrebbe misurare la forza della mia convinzione che una qualsiasi persona sopravviverà fino all'età 70 anni posto che sia un camionista, e si potrà anche misurare la forza della mia convinzione che in particolare il nostro amico John Do sopravviverà fino all'età di 70 anni dato che è un camionista". Le due probabilità così stabilite sono uguali o no? C'è un buon motivo per cui potrebbero non esserlo: "sia la probabilità che riguarda John Do l'80%, vale essa per John Do come individuo fra tanti altri, così che se la probabilità vale per John Do deve valere anche per Richard Ro o per qualsiasi altra persona, o si riferisce invece a John Do con tutta la singolarità di circostanze che gli è propria (va in palestra, mangia poco, non fuma, ecc.), cosicché la probabilità che Richard Ro sopravviva fino all'età di 70 dato che sia un camionista può essere del tutto diversa? Nel primo caso il nome John Do si può sostituire con qualsiasi altra espressione che designi un particolare individuo, nel secondo no."

Un altro esempio fornito da Cohen riguarda la differenza tra concezione frequentistica e propensità discussa da Bunge, come riferiremo più in là. Cohen non è, come Bunge, a favore della sola propensità, ma distingue vari casi e sostiene che in alcuni casi la propensità effettivamente è la migliore interpretazione della probabilità, in altri casi, invece si tratta di un concetto puramente frequentistico, insiemistico. In effetti, il suo argomento appare abbastanza convincente. Egli dice: "per esempio, ci può essere una forte tendenza naturale, pari diciamo a una probabilità dell'80%, che persone elette al parlamento abbiano fatto studi in un'università. Ma anche se per un caso stranissimo tutti e soli i parlamentari risultassero aver nomi con 8 vocali non avremmo il diritto di supporre che questa caratteristica dei nomi delle persone *dipenda* in alcuna misura dal fatto che sono stati all'università: la probabilità che una tale persona sia stata all'università sarebbe una frequenza relativa, non una propensità." Insomma, sostiene Cohen, possono coesistere probabilità di

tipo frequentistico e probabilità di tipo propensità, ma la loro equivalenza deve essere garantita da leggi come quella della natura, della logica, della matematica o del linguaggio.

Una considerazione ancora più sottile ma estremamente importante, viene illustrata da Cohen con due esempi. Egli dice: "Un'altra questione logica importante riguarda ciò che si può chiamare 'contro - fattualizzabilità' (*counterfactualisability*). La questione sorge a proposito di "quei giudizi di probabilità che tipicamente riguardano la probabilità che un'entità sia A supposto che sia B. Si applica un tale giudizio anche a entità che non sono di fatto B, nel qual caso si potrà dire che è 'contro - fattualizzabile', o soltanto a entità che non sono di fatto B, nel qual caso si può dire che sia 'non - contro - fattualizzabile'? Per esempio, ammettere che, nell'ipotesi che un uomo sia un operaio dell'amianto di 40 anni, abbia una probabilità di 80% di morire prima dell'età di 60 anni significa accettare una probabilità condizionale esplicitamente generale, la quale vale non solo per qualsiasi persona nella storia dell'universo che sia effettivamente un'operaio dell'amianto di 40 anni, ma anche per qualsiasi individuo che non lo sia. In altre parole lo stesso giudizio di probabilità varrebbe presumibilmente anche se il numero di operai dell'amianto fosse più grande di quello che in realtà è. Solo così si potrebbe inferire legittimamente una ragione per non lavorare in una fabbrica di amianto. Ma accettare una probabilità del 60% che una qualunque persona presa a caso in un certo congresso stia l'hotel Excelsior non è accettare una probabilità della quale si potrebbe dire che sarebbe stata valida se ci fossero state più persone al congresso. Forse i partecipanti in più sarebbero stati costretti a stare altrove perchè all'hotel Excelsior era completo. Un tale giudizio di probabilità stabilisce un fatto accidentale ed è non- contro - fattualizzabile, mentre il giudizio sulla mortalità fra i minatori dell'amianto riflette una relazione causale ed è perciò contro-fattualizzabile.

"Proprio come alcune verità universali sono contro-fattualizzabili ed alcune non lo sono - si confronti 'tutti quelli che bevono del cianuro sono avvelenati da esso' con 'tutti quelli che stanno in questa riunione sono ospiti dell'albergo Excelsior' - così pure alcuni giudizi di probabilità sono contro-fattualizzabili ed alcuni non lo sono. Ma sembrerebbe che la teoria della propensità sia applica-

bile solo a giudizi contro-fattualizzabili. Se esiste una tendenza naturale che un certo tipo di eventi abbia luogo in certe circostanze, sarebbe esistita normalmente ancora se quelle circostanze si fossero verificate più spesso di quanto è avvenuto realmente.”

Riflettendo si vede che il concetto di “contro-fattualizzabilità” riprende la conclusione di Scardovi, secondo cui la probabilità deve riguardare ciò che è, ma avrebbe potuto non essere, rovesciandola: essa riguarda, almeno sotto il profilo della propensità, ciò che avrebbe potuto essere anche se non è. Sembrerebbe doversi concludere che il punto di vista della propensità è in qualche modo favorito nell’applicazione alla scienza, anche se tutta la fisica statistica si fonda invece su un punto di vista frequentistico. È questa la tesi di Mario Bunge, di cui riferiremo il pensiero dopo aver riferito sul contributo di **Hans Freudenthal**, che rappresenta una sorta di transizione dal mondo dell’uomo a quello della natura.

Dal giudizio di probabilità alle teorie della scienza

Freudenthal parte dall’osservazione che, a suo parere - e a parere di molti altri -, “i filosofi e gli epistemologi fanno poca attenzione a ciò che accade veramente nella scienza e nella sua applicazione nel mondo reale. Le loro teorie riflettono spesso solo una caricatura della realtà scientifica.” Egli procede poi a esaminare varie domande: la probabilità che si arrivi ad un trattato sul disarmo; la probabilità che un dado mostri un sei, o che un atomo radioattivo si disintegri entro un secondo; la probabilità che un emofiliaco abbia un nipote con lo stesso difetto; la probabilità delle previsioni metereologiche; quella delle previsioni dei risultati del totocalcio; quella delle variazioni del cambio del dollaro; quella degli eventi politici. L’esistenza di questa grande varietà di applicazioni della parola “probabilità” suggerisce che debba esserci una differenza; anzi, l’ordine con il quale sono date qui le varie domande corrisponde a una variazione concettuale tale che probabilmente esiste un limite oltre il quale il termine probabilità non si dovrebbe più usare; quale può essere questo limite?

