SP

SISTEMA PENALE

FASCICOLO

10/2021

ISSN 2704-8098

Sistema penale (*SP*) è una rivista *online*, aggiornata quotidianamente e fascicolata mensilmente, ad accesso libero, pubblicata dal 18 novembre 2019.
La *Rivista*, realizzata con la collaborazione scientifica dell'Università degli Studi di Milano e dell'Università Bocconi di Milano, è edita da Progetto giustizia penale, associazione senza fine di lucro con sede presso il Dipartimento di Scienze Giuridiche "C. Beccaria" dell'Università degli Studi di Milano, dove pure hanno sede la direzione e la redazione centrale.
Tutte le collaborazioni organizzative ed editoriali sono a titolo gratuito e agli autori non sono imposti costi di elaborazione e pubblicazione.
La *Rivista* si uniforma agli standard internazionali definiti dal *Committe on Publication Ethics* (COPE) e fa proprie le relative linee guida.

Peer review I contributi che la direzione ritiene di destinare alla sezione "*Articoli*" del fascicolo mensile sono inviati a un revisore, individuato secondo criteri di rotazione tra i membri del Comitato scientifico, composto da esperti esterni alla direzione e al comitato editoriale. La scelta del revisore è effettuata garantendo l'assenza di conflitti di interesse. I contributi sono inviati ai revisori in forma anonima. La direzione, tramite la redazione, comunica all'autore l'esito della valutazione, garantendo l'anonimato dei revisori. Se la valutazione è positiva, il contributo è pubblicato. Se il revisore raccomanda modifiche, il contributo è pubblicato previa revisione dell'autore, in base ai commenti ricevuti, e verifica del loro accoglimento da parte della direzione. Il contributo non è pubblicato se il revisore esprime parere negativo alla pubblicazione. La direzione si riserva la facoltà di pubblicare nella sezione "*Altri contributi*" una selezione di contributi diversi dagli articoli, non previamente sottoposti alla procedura di *peer review*. Di ciò è data notizia nella prima pagina della relativa sezione.
Di tutte le operazioni compiute nella procedura di *peer review* è conservata idonea documentazione presso la redazione.

Modalità di citazione Per la citazione dei contributi presenti nei fascicoli di *Sistema penale*, si consiglia di utilizzare la forma di seguito esemplificata: N. COGNOME, *Titolo del contributo*, in *Sist. pen.* (o *SP*), 1/2020, p. 5 ss.

10/2021

NOTE SU GIURISPRUDENZA E PROBABILITÀ: FRA LEGGI DI NATURA E CAUSALITÀ

di Giovanni Boniolo e Giuseppe Gennari

Il termine "probabilità" è frequentemente utilizzato dalla Suprema Corte – in varie declinazioni (ragionevole probabilità, elevata probabilità, alta probabilità…) – per argomentare il grado di persuasività dell'accertamento in ordine ad uno degli elementi della fattispecie. Successivamente alla pubblicazione della sentenza "Franzese" da parte delle Sezioni Unite della Cassazione, è divenuta altresì particolarmente diffusa l'espressione "probabilità logica". Con questa formulazione la giurisprudenza di legittimità, ma anche di merito, intende individuare il tipo di valutazione da adottare per potere esprimere un giudizio di colpevolezza.

Gli Autori, partendo da queste premesse, si propongono di verificare la congruità concettuale di queste scelte linguistiche. Nella prima e seconda parte del lavoro gli Autori trattano della definizione di legge di natura e di nesso causale. Nella terza parte l'attenzione viene dedicata al tema della probabilità, evidenziando come l'uso di questa nozione, da parte della giurisprudenza, sia nulla più che il ricorso a un espediente retorico. Gli Autori concludono proponendo un utilizzo più appropriato della probabilità correttamente intesa come aiuto al giudice per giungere a decisioni controllabili e verificabili razionalmente.

1. Introduzione.

Lo scopo dichiarato di questa breve riflessione è quello di verificare la congruità concettuale di alcune espressioni e scelte linguistiche – di derivazione non strettamente giuridica – di uso corrente nella giurisprudenza di legittimità e merito. Non è, invece, intenzione degli scriventi entrare nella discussione relativa alla ricostruzione degli istituti entro cui avviene tale impiego.

Archiviata, se mai sia esistita, l'idea della Giustizia come rappresentazione narrativa della Verità fattuale o storica, scetticismo e incertezza sono oggi atteggiamenti consueti della dottrina e giurisprudenza penale. La medesima formula costituzionale della colpevolezza "al di là di ogni ragionevole dubbio" – spiega Mirjan Damaska[1] – non vuole affatto dire che si debba essere certi prima di condannare, ma esattamente il contrario. E cioè, poiché il dubbio è insito nell'amministrazione della giustizia, questo dubbio ha da essere "ragionevole" per impedire la condanna.

Forse è per questa ragione che 'probabilità' è uno dei termini più ricorrenti nei massimari di giurisprudenza. La probabilità si accompagna sempre a qualificazioni diverse. Questa probabilità può essere "ragionevole" (Cass., 53541/2017, Riv. 271846-01), può essere una "qualificata probabilità di colpevolezza" (Cass., 17527/2019, Riv. 275699-02), una probabilità "alta" (Cass., 24372/2019 Riv. 276292-03), "significativa" (Cass., 26080/2020 Riv. 279914-01), "elevata" (Cass., 26115/2020 Riv. 279610-01). Oppure si parla di "coefficiente di probabilità statistica" (Cass., 37767/2019 Riv.277478-01) che può essere media, bassa o alta. Si può certamente dire che una quota di questa variabilità vada attribuita al segmento del procedimento o della fattispecie in cui si ritiene rilevante la probabilità. La probabilità viene utilizzata per fondare la misura cautelare, per verificare gli indizi, per accertare il nesso di causalità, per giustificare la condanna ecc. In ciascuno di questi frangenti, il giudizio ritenuto probabilistico risponde a esigenze giuridiche diverse e a esse si adegua. Tuttavia, è quantomeno curioso che lo stesso concetto venga declinato in molteplici accezioni, pur avendo un ben definito significato tecnico.

Vi sono, poi, alcune sentenze che rappresentano vere e proprie pietre miliari nella giurisprudenza e dottrina penalistica degli ultimi decenni, in cui la probabilità viene elaborata in modo assai più articolato e specificamente con riferimento all'accertamento del nesso di causalità e alla nozione di legge scientifica. Qui se ne richiameranno, specificamente, due perché sono – in qualche modo – decisioni capostipite.

La prima sentenza che giova ricordare è la ben nota "Franzese" (Cass. SU, 30328/2002 Riv. 222138-01)[2], per la quale non c'è necessità di presentazione. Ancora oggi questa pronuncia è considerata un punto di riferimento della giurisdizione in tema di nesso di causalità. Qui il concetto di probabilità viene introdotto per distinguere, secondo una partizione che in ambito giuridico risale a Federico Stella e che ancora oggi è sistematicamente utilizzato dalla giurisprudenza, tra leggi scientifiche universali e leggi scientifiche statistiche. Questo è il passo[3]:

> "il sapere scientifico accessibile al giudice è costituito, a sua volta, sia da leggi 'universali' (invero assai rare), che asseriscono nella successione di determinati eventi invariabili regolarità senza eccezioni, sia da leggi 'statistiche' che si limitano ad affermare che il verificarsi di un evento è accompagnato dal verificarsi di un altro evento in una certa percentuale di casi e con una frequenza relativa, con la conseguenza che quest'ultime (ampiamente diffuse nei settori delle scienze naturali, quali la biologia, la medicina e la chimica) sono tanto più dotate di 'alto grado di credibilità razionale' o 'probabilità logica', quanto più trovano applicazione in un numero sufficientemente elevato di casi e ricevono conferma mediante il ricorso a metodi di prova razionali ed empiricamente controllabili".

---

[1] DAMAŠKA, M.R., *Il diritto delle prove alla deriva*, Il Mulino, Bologna, 2003, 57.

[2] In *Riv. Pen.*, 2003, 247, con nota di IADECOLA G., *Note di udienza in tema di causalità omissiva*.

[3] Si preferisce riportare interi brani della decisione per evitare che l'interpretazione degli autori si sovrapponga al testo.

Questa probabilità logica diviene, successivamente, il criterio di giudizio per consentire al giudice di utilizzare un dato quantitativo – quello scientifico – in un giudizio qualitativo – quello giuridico:

> "Si osserva in proposito che, se nelle scienze naturali la spiegazione statistica presenta spesso un carattere quantitativo, per le scienze sociali come il diritto – ove il *relatum* è costituito da un comportamento umano – appare, per contro, inadeguato esprimere il grado di corroborazione dell'*explanandum* e il risultato della stima probabilistica mediante cristallizzati coefficienti numerici, piuttosto che enunciare gli stessi in termini qualitativi… La moderna dottrina che ha approfondito la teoria della prova dei fatti giuridici ha infatti precisato che, mentre la 'probabilità statistica' attiene alla verifica empirica circa la misura della frequenza relativa nella successione degli eventi (strumento utile e talora decisivo ai fini dell'indagine causale), la "'probabilità logica', seguendo l'incedere induttivo del ragionamento probatorio per stabilire il grado di conferma dell'ipotesi formulata in ordine allo specifico fatto da provare, contiene la verifica aggiuntiva, sulla base dell'intera evidenza disponibile, dell'attendibilità dell'impiego della legge statistica per il singolo evento e della persuasiva e razionale credibilità dell'accertamento giudiziale".

La seconda sentenza che si deve richiamare è la "Cozzini"[4] (Cass. 43786/2010 Riv. 248944-10). Anche in questo caso stiamo parlando di un "mostro sacro" della giurisprudenza, sulla quale raramente si è sollevata voce critica. La decisione, pronunciata all'interno del ben noto filone dei procedimenti in tema di esposizione all'amianto e patologie correlate, viene considerata il vero e proprio manifesto giurisprudenziale della valutazione della prova scientifica in ambito giudiziario. Non senza una compiaciuta nota intellettualistica, la pronuncia si avventura in una ricostruzione del sistema filosofico ritenuto di riferimento, soffermandosi più volte sulla tematica della probabilità. Il problema di fondo, con il quale si deve misurare il giudice, è sempre il medesimo: accertare la responsabilità di un soggetto per un certo evento concreto, partendo da dati epidemiologici o leggi definite statistiche. Pure la Cozzini distingue tra probabilità statistica e probabilità logica. La sentenza arretra le proprie argomentazioni al contesto, più generale, della definizione di causalità scientifica per farsi certa che gli argomenti utilizzati per giungere alla conclusione della sussistenza di una "probabilità logica" siano sostenuti da evidenze sufficientemente consolidate. Dice la sentenza che "è corretto affermare, sul piano della causalità generale, che un evento è causa di un altro solo se all'apparire del primo segue con un'alta probabilità l'apparire del secondo e non vi è un terzo elemento che annulla il significato causale della relazione probabilistica". Dunque, la cosiddetta "alta probabilità" (evidentemente statistica) rappresenta la misura della persuasività di una teoria scientifica che si pretende esplicativa di un determinato fenomeno. Mentre la probabilità logica, che viene anch'essa accreditata come "nata nell'ambito della filosofia della scienza", dovrebbe

---

[4] In *Dir. pen. proc.*, 2011, 1341, con nota di TONINI P., *La Cassazione accoglie i criteri* Daubert *sulla prova scientifica. Riflessi sulla verifica delle massime di esperienza*.

unire le varie teorie concorrenti in un giudizio finale di elevata plausibilità di una determinata spiegazione dell'evento. Di questa nozione si evidenzia, peraltro, la connotazione valutativa, rispetto alla "numerica" probabilità statistica con la conseguente preoccupazione (ma alla quale non viene data soluzione), del tutto legittima, di evitare che argomenti meramente formali vengano utilizzati per sostenere il raggiungimento di un sufficiente grado di "probabilità logica" nell'ambito del giudizio di responsabilità. Quindi, ripetuta l'avvertenza di sorvegliare e dare conto di tutti i passaggi, il ragionamento probatorio si articolerebbe in due fasi. Il primo passaggio sorretto dal "sapere generalizzante probabilistico (in senso statistico)" che dà conto dell'aspetto della causalità generale e un "secondo passaggio, un momento valutativo, "vago", articolato alla luce della base induttiva, cioè delle peculiarità del caso concreto, che si esprimerà in termini di probabilità logica: espressione che designa (anche questo deve essere ripetuto) non un dato numerico ma un apprezzamento conclusivo, un giudizio dotato di particolare affidabilità, di speciale credibilità razionale".

Entrambe le sentenze citate utilizzano il concetto di probabilità per spiegare la struttura del ragionamento giuridico, coniugandolo all'esigenza costituzionale della certezza della responsabilità al di là di ogni ragionevole dubbio: si pone al di là di ogni ragionevole dubbio la sentenza di condanna che sia giustificata in termini di probabilità logica della responsabilità.

In definitiva, da quasi due decenni la "probabilità logica" è divenuta il comune criterio di giudizio nell'accertamento del nesso causale tra condotta (omissiva o commissiva) ed evento nei giudizi di responsabilità medica (si veda, e.g., Cass. 24372/2019, Riv. 276292-03; Cass., 10175/2020, Riv. 278673-01) e, più in generale, nell'accertamento della responsabilità penale. Di seguito alcuni esempi davvero presi a caso tra tanti: "sussiste il nesso di causalità tra l'omessa diagnosi di una malattia tumorale e l'evento morte, laddove dal giudizio controfattuale risulti l'alta probabilità logica che la diagnosi tempestiva avrebbe consentito il ricorso a terapie idonee a determinare un significativo prolungamento della vita" (Cass. 5800/2021 Riv. 280924-10), oppure "l'accertamento del nesso causale, ed in particolare il giudizio controfattuale necessario per stabilire l'effetto salvifico delle cure omesse, deve essere effettuato secondo un giudizio di alta probabilità logica" (Cass., 10157/2020 Riv. 278673-01) o ancora "il giudizio di elevata probabilità logica non definisce il nesso causale ma costituisce il criterio con il quale il giudice deve procedere all'accertamento probatorio di tale nesso causale, verificando se la legge statistica di riferimento trovi applicazione nel caso concreto di giudizio, stante l'alta probabilità logica che siano da escludere fattori causali alternativi" (Cass., 9695/14 Riv. 260159-01). Forse è inutile proseguire nell'elencazione, perché si tratta di decine e decine di sentenze che ripetono gli stessi principi di diritto.

'Probabilità', 'legge scientifica', 'causalità': tre termini che appaiono sovente, come visto, nella nostra giurisprudenza. Ma come vengono usati? Le nostre corti sono solite affermare che, se il medico non usa la miglior conoscenza che dovrebbe o potrebbe avere nel suo settore (il che comporta anche la miglior conoscenza dei termini tecnici che usa), allora potrebbe essere facilmente accusato di negligenza. Lo stesso potrebbe accadere in ambito legale, qualora il giudice o l'avvocato usassero termini tecnici senza la miglior conoscenza che li circonda. E la miglior conoscenza tecnica inerente i termini ‘probabilità’, ‘legge scientifica’, ‘causalità’ la si trova nel dibattito internazionale di filosofia della scienza. Il giudice o l’avvocato, insomma, per non essere considerati negligenti o usano – e lo dicono esplicitamente – quei tre termini come se appartenessero al linguaggio ordinario, per cui senza alcuna implicazione teorica o legale, oppure li usano come termini appartenenti a un linguaggio tecnico, ma in questo caso devono avere quelle competenze necessarie per non farli diventare puri orpelli retorici vuoti di portato sia concettuale che legale[5].

Ecco allora che le note che seguono vogliono proprio aiutare a introdurre l’uso tecnico di questi tre concetti (‘probabilità’, ‘legge scientifica’, ‘causalità’) eliminando vetuste, scorrette e confuse contrapposizioni fra leggi scientifiche universali e leggi scientifiche statistiche, o fra probabilità logica e probabilità statistica. Così offriremo alcuni spunti introduttivi su qual è il dibatto intorno a, (e che cosa sono) leggi scientifiche, nesso causale e probabilità

2. Le leggi di natura queste sconosciute.

Ogni qual volta si parla di scienza non ci si esime quasi mai dal riferirsi alle leggi scientifiche, alle cosiddette leggi di natura. Ma sappiamo veramente che cosa sono? Di primo acchito potrebbe sembrare una domanda banale. Eppure, non è proprio così.

Nonostante gli sforzi fatti a partire dal secolo scorso dai filosofi della scienza, non vi è ancora un consenso unanime su che cosa sia una legge di natura. Certo, è un enunciato che parla intorno a fatti e processi del mondo naturale. Tuttavia, vi sono innumerevoli enunciati di questo tipo: “Tutte le mamme del mondo sono belle”, “Tutti i nati sotto il segno del Leone sono focosi e generosi”, “Tutti gli elettroni sono dotati di carica”, “Tutti gli uomini hanno un corredo genetico”, “Alcuni bambini sono allergici”, “Tutti i corpi dotati di massa si attraggono” ecc. Ma sono tutti enunciati di cui possiamo dire che esprimono leggi, ossia sono tutti *enunciati nomologici*? Che cosa distingue un enunciato che esprime una regolarità (o una generalizzazione) accidentale (come “Tutte le mamme del mondo sono belle”) da un enunciato nomologico, ossia da una legge scientifica (come “Tutti i metalli riscaldati si dilatano”)? Detto altrimenti, visto che sia le regolarità accidentali sia le leggi scientifiche sono enunciati del tipo “Tutti gli X sono Y”, cioè generalizzazioni universali, come distinguere le prime dalle seconde? E che correlazione c’è fra l’antecedente (X) e il conseguente (Y) di una legge scientifica?

Problemi non banali che cercheremo brevemente di inquadrare. Quello che sicuramente non esiste all’interno di tale discussione sulle leggi scientifiche è la divisione

[5] Si noti che l’uso reale e consapevole della probabilità a sostegno della decisione è stato sistematicamente respinto quasi con moto di fastidio dalla giurisprudenza, come se fosse un attacco all’autonomia del giudice nella valutazione delle prove. Si veda, per le reti bayesiane, TARONI F., DE MARCH, I., GARBOLINO, P. BOZZA, S., *Prova genetica del DNA e risultati dissonanti: come valutare congiuntamente gli elementi scientifici della prova*, in *Dir. pen. cont.*, 2018, 11.

su menzionata fra leggi scientifiche universali e leggi scientifiche statistiche[6]. Questo perché, da un lato, anche le leggi scientifiche statistiche sono "universali" e perché, dall'altro, si deve sempre parlare di universalità contestuale.

Per iniziare a inquadrare il problema, giova ricordare che il primo che lo pose seriamente e che tentò di risolverlo fu M. Schlick in un saggio del 1931 intitolato "Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik". La prima mossa di Schlick fu di indagare se fosse possibile utilizzare ciò che da allora si chiamerà il *requisito di Maxwell*[7], secondo cui nelle leggi di natura non devono comparire valori delle, o limitazioni nelle, coordinate spazio-temporali. Ossia, le leggi scientifiche dovrebbero valere per ogni spazio e per ogni tempo, ovvero essere universali. Tuttavia, anche se questo requisito appare necessario e talora ancora oggi qualcuno – poco attento al dibattito – lo richiama, così non è. La non universalità spazio-temporale sta nel fatto che non esistono enunciati scientifici che valgono per ogni tempo e per ogni spazio. Basti pensare che per molti fisici, fino a 10^{-35} secondi dopo il Big Bang non valgono le leggi della fisica che conosciamo; mentre altre valgono solo per certe masse, certe velocità ecc. Una posizione del genere fu avanzata dallo stesso Schlick, che criticò il requisito di Maxwell. La medesima idea è stata sostenuta in tempi più recenti sia da fisici, come R. Feynman in quel meraviglioso libro divulgativo del 1965 che in Italia è stato tradotto come *La legge fisica*, sia da filosofe, come N. Cartwright che, nel 1983, pubblicò *How the Laws of Physics Lie*. Comunque sia, parlare di universalità a proposito di leggi scientifiche, siano esse statistiche o non statistiche, è assai problematico e di questo se ne dovrebbe tenere conto se non si vuole essere accusati di leggerezza. A noi basta intendere l'*universalità contestualizzata* a certi spazi, a certi tempi, o limitata da altre condizioni.

A questo punto, possiamo ritornare al *problema di Schlick* (lo possiamo chiamare così poiché fu il filosofo tedesco a formularlo per primo), ossia come differenziare un *enunciato universale nomologico* (una legge scientifica) da un *enunciato universale accidentale* (come "tutte le monete nella mia tasca sono da un euro")? Ebbene, questo problema è ancora aperto nonostante in moltissimi abbiano tentato di risolverlo seguendo strategie filosofiche del tutto diverse e utilizzando strumenti logici ed epistemologici fra i più disparati[8].

---

[6] Questa distinzione è tutt'ora attuale nella dottrina penalistica. Si veda, ad esempio, BARTOLI R., *Diritto penale e prova scientifica*, in AA. VV., *Prova scientifica e processo penale* (a cura di Canzio G. e Luparia L.), Cedam Kluwer, Milano, 2017, 97, per il quale le leggi statistiche sarebbero quelle "in relazione alle quali si può parlare di una capacità esplicativa limitata, parziale…".

[7] Da J.C. Maxwell, il fisico inglese dell'800 che per primo lo esplicitò.

[8] Per i più curiosi, che però rimandiamo a un buon manuale di filosofia della scienza, ricordiamo che il *problema di Schlick* fu affrontato in una miriade di modi diversi, proprio a partire dalla soluzione proposta dal filosofo tedesco e da coloro che lo hanno seguito all'interno di quella che viene chiamata *standard view* (o *received view*). Questi si muovono in una tradizione humeana che rifiuta una qualche struttura causale del mondo. Chi accetta quest'approccio si impegna in un programma teso a trovare le differenze fra regolarità nomologiche e regolarità accidentali e lo fa abbracciando un approccio ora logico-classico (per esempio, H. Reichenbach, E. Nagel, A. Pap), ora modale (per esempio, A. Burks), ora pragmatico (per esempio, N. Goodman), ora strutturale (per esempio, B. van Fraassen). Chi non lo accetta – gli anti-humeani, siano essi *realisti intensionali* (per esempio, D. Lewis), *necessitaristi* (per esempio, W. Sellars, R. Pargetter, S. McCall, P, Vallentyne), o *realisti sugli universali* (per esempio, W. Kneale, D. Armstrong, F. Dretske, M. Tooley),

Per completezza, vale la pena ricordare che, supponendo si sia risolto il problema di differenziare una regolarità accidentale da una regolarità nomologica (ossia da una legge scientifica), la correlazione fra l'antecedente (la X) e il conseguente (la Y) può essere di varia natura: antecedente e conseguente possono essere legati da una relazione di causalità deterministica, di causalità probabilistica, funzionale, strutturale ecc. Noi ci soffermeremo ora proprio sulle prime due cercando di capire i molti significati di 'causalità'.

3. Causalità: non basta la parola!

Il termine '*causalità*' deve essere interpretato correttamente, altrimenti si entra in una pericolosa confusione concettuale; soprattutto si deve distinguere fra *causalità deterministica* e *causalità probabilistica*[9].

Supponiamo di voler calcolare dove cadrà un proiettile sparato da un cannone. Grazie alle leggi della meccanica classica e conoscendo la velocità v con cui il proiettile esce dalla canna, l'angolo α con cui è sparato e la densità dell'aria, siamo in grado di predire esattamente dove sarà il luogo l di impatto (si veda la figura sotto[10]).

Comunque sia, nel caso teorico, una volta determinate con precisione le condizioni iniziali del sistema, vi è un'unica evoluzione temporale e questa ha probabilità di realizzarsi pari a 1, cioè si realizzerà con certezza. Ovvero, siamo in una situazione di *causalità deterministica*: data quella causa, la detonazione della polvere da

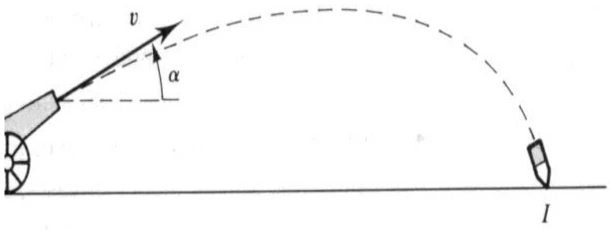
---

abbraccia invece un programma di ricerca volto a mostrare che le leggi debbono raffigurare in modo necessario una nomologicità ontologica. Ed è questa dualità – regolaristi humeani, realisti anti-humeani – che caratterizza fino ai giorni nostri il dibattito principale sulle leggi di natura. In maniera eccentrica rispetto a esso, si muovono, invece, coloro che si sentono più a casa in una tradizione kantiana. Si vedano, BONIOLO, G., *Laws of nature: the Kantian approach*, in M. Bitbol, P. Kerszberg, and J. Petitot (eds.), *Constituting Objectivity: Transcendental Perspectives on Modern Physics*, Springer Verlag (Western Ontario Series in the Philosophy of Science), 183-201, 2009; BONIOLO, G., VIDALI, P., *Introduzione alla filosofia della scienza*, Bruno Mondadori, Milano, 2003.

[9] In dottrina penalistica si è voluto sostenere che solo la causalità deterministica apparterebbe al "modello logico/epistemologico", mentre la causalità costruita attorno alla mera probabilità apparterebbe al "modello normativo/giuridico" (appunto, in contrapposizione al precedente). Cfr. DI GIOVINE O., *Il concetto scientifico e il concetto giuridico di probabilità: il grado di certezza da raggiungere nel giudizio sul fatto*, in AA. VV., *La prova scientifica nel processo penale* (a cura di De Cataldo Neuburger), Cedam Padova, 2007, 161. Così, ovviamente non è, come si può agevolmente evincere dal presente paragrafo. Il medesimo contributo si dilunga, poi, se varie pretese nozioni di probabilità, riprendendo anche l'idea di probabilità logica. Più in generale, non è comunque condivisibile l'idea che esista una nozione di "probabilità" o di "causalità" solo ad uso del giurista. La probabilità o la causalità vengono definite nel contesto di riferimento al quale appartengono. Altro è dire che il giurista ne debba poi fare uso calando queste nozioni nelle categorie di giudizio proprie. Giustamente evidenzia G. Canzio (CANZIO G., *La motivazione della sentenza e la prova scientifica:* "reasoning by probabilities", in AA. VV., *Prova scientifica e processo penale*, a cura di Canzio G. e Luparia L., Cedam Kluwer, Milano, 2017, 13) che, nel giudizio penale, accanto alle regole procedimentali e logiche per la ricostruzione probatoria vanno anche osservati i principi costituzionali che incarnano i valori fondamentali a cui si impronta l'ordinamento.

[10] La figura è presa da RUHLA, C., *The Physics of Chance*, Oxford University Press, Oxford, 1992.

sparo dentro il cannone, si ha quell'effetto, l'espulsione del proiettile dalla canna e poi la sua caduta in quel determinato luogo.



Per *sistema deterministico* intendiamo, infatti, quel sistema che, una volta fissate esattamente le condizioni che specificano un suo stato al tempo t, ogni altro suo stato successivo è univocamente fissato dalle leggi che regolano la sua evoluzione e dalle sue condizioni a t. Questo significa che uno stato del sistema è fissabile in modo preciso se esso appartiene all'evoluzione di un sistema deterministico.

Ogni qual volta si è in presenza di un sistema deterministico si è in presenza di una *causalità deterministica*: date certe cause, invariabilmente ci saranno dati effetti. Questo significa che *il determinismo implica la causalità*, ma *non è affatto vero che la causalità implichi il determinismo*. Per capire questo punto, facciamo un esempio tratto dalla medicina. C'è una patologia cardiaca, la *cardiomiopatia ipertrofica* (da ora HCM: *Hypertrophic CardioMyopathy*) che è una malattia mendeliana autosomica dominante, per cui se un genitore è portatore del gene mutato allora ha 50% di probabilità di trasmetterlo ai figli. In realtà sono una decina i geni la cui mutazione può portare mendelianamente a una cardiopatia. Si tratta di geni che esprimono le proteine del sarcomero. Inoltre, possiamo avere ben oltre 400 mutazioni diverse. Comunque, uno dei geni la cui mutazione maggiormente impatta sulla HCM è quello chiamato MYH7. Sappiamo che circa 0,2% della popolazione soffre di HCM e fra questi il 40% sono donne e il 60% uomini. Sappiamo pure che vi sono stili di vita che aumentano il rischio, come un'alimentazione non adeguata che porta all'aumento del colesterolo oppure troppo abbondante di sale; l'essere in soprappeso; indulgere troppo con l'alcol; un'attività fisica non moderata ecc. Un altro aspetto interessante è che possiamo essere in presenza di *genetic skipping* che non significa che il gene mutato non esprima la proteina mutata, ma che la esprime in modo da non generare la patologia a livello fenotipico macroscopico, ossia a livello di effettivo pericoloso ispessimento delle pareti cardiache. Da ultimo, sappiamo anche che circa il 10-20% di coloro che sono affetti da HCM hanno un aumento di rischio di spegnersi per morte cardiaca improvvisa (da ora SCD: *Sudden Cardiac Death*). Anzi, ben 1/3 degli atleti agonistici che muoiono per SCD sono affetti da HCM. Inoltre, sappiamo pure che la morte improvvisa è dovuta in molti casi a coronopatie e che ci sono fattori di rischio quali aumento del livello di colesterolo, ipertensione, fumo e diabete mellito. A questo punto, potremmo essere portati ad affermare che

1. "Il gene mutato, per esempio il MYH7, causa l'espressione della proteina sarcomerica mutata";
2. "Il gene mutato, per esempio il MYH7, causa l'HCM";
3. "L'HCM causa la SCD".

Nessuna di queste tre affermazioni è errata, ma sono molto ambigue e una loro lettura scorretta potrebbe generare pasticci. Il problema è che il termine *causalità* deve essere interpretato correttamente, altrimenti si entra in una pericolosa situazione di confusione concettuale che sicuramente non agevola la comprensione della situazione.

Pensiamo alla mutazione del gene MYH7. Ogniqualvolta questo è mutato, esso esprimerà una proteina mutata: stessa causa, stesso effetto. Qui "espressione del gene mutato MYH7" e "codifica della proteina mutata MYH7" sono i cosiddetti *relata causali*. Inoltre, visto che si parla di una generica "espressione di gene mutato MYH7" e di una generica "codifica della proteina mutata MYH7", tali relata si chiamano *fattori causali*. Se, invece, si stesse parlando di un particolare gene in un particolare individuo, i due relata si chiamerebbero *eventi causali*.

La differenza fra fattori causali ed eventi causali è, nemmeno a sottolinearlo, di grande importanza: i primi hanno a che fare con un *approccio epidemiologico* o *popolazionale* (l'espressione di un gene mutato MYH7 causa la codifica di una proteina mutata MYH7), i secondi con un *approccio individuale* (l'espressione del gene mutato MYH7 nel paziente Rossi gli sta causando la codifica della proteina mutata MYH7).

Ma continuiamo la nostra riflessione sul nostro esempio. Abbiamo visto che l'enunciato "Il gene mutato MYH7 causa l'espressione della proteina MYH7 mutata" è vero a patto che 'causa' sia interpretata come l'indicazione che vi è una relazione causa-effetto regolare, ossia che avvenga con probabilità pari a 1.

Si noti pure che l'essere mutato il gene è condizione necessaria e sufficiente per avere l'espressione della proteina mutata. Siamo in presenza di una causalità deterministica, dove l'evento-causa è pure condizione necessaria e sufficiente per l'evento-effetto. Ma non è sempre così, nonostante una causalità di tipo deterministico. Se il signor Rossi muore perché un proiettile gli attraversa il cuore, siamo sempre in presenza di una causalità deterministica, tuttavia l'attraversamento del cuore da parte del proiettile è condizione sufficiente ma non necessaria per la morte di Rossi.

Ritorniamo al nostro gene e consideriamo l'enunciato "Il gene mutato MYH7 causa l'HCM" e l'enunciato "L'HCM causa la SCD". Ebbene questi enunciati sono veri a patto che 'causa' non venga più interpretata come nel caso precedente. Ora vi è una situazione dove la presenza della causa, ossia la mutazione del gene MYH7, non comporta necessariamente né l'HCM, né la SDC. E non è tutto: anche in questi due enunciati 'causa' deve essere intesa differentemente: nel primo la mutazione è condizione necessaria ma non sufficiente (c'è il problema del *genetic skipping*), nel secondo l'HCM non è né necessaria né sufficiente (c'è il problema che la SCD può essere "causata" – attenzione al termine – da fattori differenti dall'HCD). Più in specifico, quando si afferma che l'espressione di un gene mutato MYH7 causa la SCD non si sta affatto sostenendo che l'espressione di MYH7 causa invariabilmente la SCD. Ma allora in che senso possiamo parlare di causalità?

Cerchiamo di capire alcuni tratti di quella che si chiama *causalità probabilistica*. Al centro di questo approccio c'è la seguente idea:

C è causa di E se e solo se P(E/C)>P(E)

dove P(E) è la probabilità che si verifichi E e P(E/C) è la probabilità che si verifichi E a condizione che si verifichi C; per cui C è causa di E se la probabilità di E dato C è maggiore della probabilità di E. Appare chiaro che qui l'idea è che *la causa* non è ciò che invariabilmente produce l'effetto, ma *è ciò che aumenta la probabilità di avere quell'effetto*. Ecco perché possiamo affermare che l'espressione di un gene mutato MYH7 causa la HCM. Infatti, P(HCM/MYH7)>P(HCM). Oppure che l'HCM causa la SDC. Infatti, P(SDC/HCM)>P(SDC).

A questo punto "comincia il bello", almeno per chi si occupa di causalità probabilistica. A metà degli anni '50, in ambito di causalità probabilistica, è stata introdotta l'idea dello "screening off" (schermaggio), per capire quando un fattore fosse causalmente spurio (o comunque causalmente non rilevante) rispetto a un dato effetto. Ossia dati tre relata E, A e C, se accade che

P(E/A&C) = P(E/C)

allora si dice che C "screen off" (scherma) A da E. Questo può avvenire per due motivi:

1. *ci sono cause distanti o irrilevanti*: A causa C e C causa E; per esempio, un'alimentazione ricca di grassi è fattore causale delle arteriopatie e le arteriopatie sono fattore causale la SCD. Tuttavia in questo caso l'arteriopatia scherma l'alimentazione ricca di grassi rispetto alla SCD, in quanto tra coloro che sono affetti da arteriopatia ci aspettiamo che quelli che hanno un'alimentazione ricca di grassi non siano meno predisposti alla SCD di quelli che hanno arteriopatie causate da altri fattori.
2. *ci sono cause comuni*: C causa A e E; per esempio il fumo è fattore causale di infarto al miocardio (E) e di tumore ai polmoni (A), ma il tumore non è causalmente relato all'infarto, infatti P(infarto al miocardio /tumore ai polmoni & fumare) = P(infarto al miocardio/fumare), e quindi il fumare "screen off" il tumore ai polmoni rispetto all'infarto al miocardio

Tenendo conto di tutto ciò, dobbiamo ripensare la definizione di rapporto causale come segue

C causa E (dove C avviene al tempo t e E al tempo t'> t) se e solo se
1. P(E/C) > P(E/non-C)
2. Non esiste un B (al tempo t"<t) tale che B "screen off" C da E.

dove non-C sta a indicare che C non avviene. Da qui però i problemi cominciano a complessificarsi, ma per i nostri scopi basta quanto detto.

4. Non tutte le probabilità sono uguali.

E veniamo alla probabiltà. Molta della matematica antica e moderna nacque dal bisogno più pratico che teoretico di risolvere precisamente, rigorosamente e quantitativamente certi problemi che si dovevano affrontare. Ma se per molte matematiche il problema da risolvere era all'interno di campi quali l'astronomia, la meccanica, l'ingegneria, l'economia ecc., ossia di campi cosiddetti "seri", così non fu per il calcolo delle probabilità che vide la luce per risolvere rigorosamente e quantitativamente un problema per così dire "ludico", ossia un problema che aveva a che fare con il gioco d'azzardo. Infatti, canonicamente, si fa risalire l'origine di tale disciplina matematica al tentativo fatto da B. Pascal, poi perfezionato da P. Fermat, di risolvere un problema posto dal Cavalier de Méré: quanti lanci di una coppia di dadi (non truccati) sono sufficienti per avere il 50% delle possibilità che escano due sei?

Dal XVII secolo fino a oggi lo studio della probabilità ha fatto molta strada, specialmente al fine di separare due aspetti che all'inizio erano pericolosamente interallacciati: da un lato, l'aspetto filosofico-fondazionale di definire che cosa vuol dire 'probabilità'; dall'altro, la pura teoria matematica delle probabilità che si sviluppa assiomaticamente. Noi partiremo proprio da questo secondo aspetto in quanto qualunque interpretazione del concetto di probabilità deve ammettere come validi gli assiomi e i risultati del calcolo matematico delle probabilità.

L'anno mirabile per gli aspetti formali della probabilità può essere individuato nel 1933, ovvero nell'anno in cui fu pubblicato un importantissimo saggio di A. Kolmogorov in cui si proponeva una assiomatizzazione del calcolo delle probabilità del tutto svincolata dalla necessità di definire il concetto di probabilità e quindi del tutto libera da problemi di interpretazione filosofica.

Ora, definiamo come *esperimento aleatorio*, o *prova*, una qualunque operazione (il lancio di un dado, l'estrazione di un numero del lotto, il pescare una carta da un mazzo, ecc.) il cui risultato non possa essere previsto con certezza. Chiamiamo *evento aleatorio*, o *casuale*, proprio tale risultato e lo indicheremo con E. In questo modo possiamo definire come *spazio degli eventi*, S, l'insieme di tutti i possibili risultati di un esperimento aleatorio. Quindi se l'esperimento aleatorio è il lancio di un dado, l'uscita di una faccia con un certo numero è l'evento, mentre lo spazio degli eventi sarà dato dall'insieme delle sei possibili facce del dato, ognuna contrassegnata da un numero diverso che può essere 1, 2, 3, 4, 5, 6. In questo caso lo spazio degli eventi ha cardinalità finita, ma vi sono spazi di eventi con cardinalità infinita numerabile (l'insieme dei pezzi difettosi uscenti da una macchina che costruisce cuscinetti a sfere), o con cardinalità infinita non numerabile (l'insieme dei risultati della misura della temperatura).

Dati due o più eventi, E, F, G, ecc., questi saranno *compatibili* se si possono verificare assieme (ad esempio, l'uscita di una carta di cuori e di un re), oppure *incompatibili* se non si possono verificare assieme (ad esempio, l'uscita di una carta di cuori e di una di picche). Gli eventi compatibili possono essere *dipendenti*, se la presenza di uno modifica la possibilità di verificarsi degli altri (ad esempio, la possibilità del verificarsi dell'uscita di un secondo re è modificata è modificata dalla precedente uscita di un primo re), oppure possono essere *indipendenti* se ciò non accade (ad esempio, la possibilità di verificarsi dell'uscita di un secondo re non è modificata dalla precedente uscita di un primo re se questo viene reinserito nel mazzo di carte prima di effettuare la seconda pescata).

Consideriamo ora l'insieme dei numeri reali. Definiamo una funzione, detta *funzione di probabilità* p(·), tale che a ogni evento E dello spazio degli eventi S associa un numero appartenente all'insieme dei reali R:

$$p(\cdot)\colon E \in S \to p(E) \in R$$

Questa funzione sia tale da soddisfare i seguenti assiomi:

Assioma 1. $0 \leq p(E) \leq 1$,

dove $p(E) \in R$ e $p(E) = 0$ se l'evento E è impossibile (o comunque tale per cui l'evidenza disponibile a suo favore è nulla), $p(E) = 1$ se l'evento E è certo.

Assioma 2. Dati due eventi E, F incompatibili, allora

$$p(E \vee F) = p(E) + p(F).$$

Esempio: la probabilità dell'uscita di un cuore oppure di una picca – eventi incompatibili –, è uguale alla probabilità dell'uscita di un cuore più la probabilità dell'uscita di una picca; cioè, supponendo di sapere già che la probabilità di un evento è data dal numero dei casi possibili fratto il numero dei casi possibili, 13/52 + 13/52 = 26/52 = 13/26.

Assioma 3. Dati due eventi E e F compatibili e dipendenti, la probabilità dell'evento F una volta che si sia verificato l'evento E è data da

$$p(F / E) = \frac{p(F \wedge E)}{p(E)},$$

con $p(E) \neq 0$.

Si noti che mentre negli assiomi 1 e 2 si parla solo di *probabilità assoluta* di un evento E, ossia p(E), nell'Assioma 3 si è introdotto la nozione di *probabilità condizionata* di un evento F dato un evento E, ossia p(F/E)[11].

Una volta visto ciò cui tutte le inteprrtazioni della probabilità devono soddisfare, veniamo proprio a queste, anzi alle principali. Scopriremo così che i riferimenti giurisprudenziali alla probabilità, menzionati nell'introduzione sono, almeno un po', confusi[12].

---

[11] In questo modo abbiamo inserito l'espressione della probabilità condizionata fra gli assiomi. Vi sono autori che si limitano ai due primi assiomi e che introducono la probabilità condizionata come una definizione. Altri partono proprio dalla nozione di probabilità condizionata.

[12] Per una introduzione si veda, Galavotti M.C., *Probabilità*, La Nuova Italia, Firenze, 2001.

4.1. L'interpretazione classica.

L'interpretazione classica, o matematica, o teorica, o *a priori*, del calcolo delle probabilità può essere fatta risalire a P.S. Laplace e al suo lavoro del 1814 intitolato *Essai philosophique sur les probabilités*. Essa si basa sull'assunto secondo cui la probabilità di un evento aleatorio E è dato dal rapporto fra il dei casi favorevoli al verificarsi di quell'evento numero (N_f) e il numero finito dei casi possibili (N_p), ossia

$$p(E) = \frac{N_f}{N_p}.$$

Che si chiami *a priori*, o teorica, è evidentemente dato dal fatto che la probabilità di un evento è calcolata indipendente da eventuali risultati empirici, ma calcolando "a tavolino" il numero dei casi favorevoli e di quelli possibili. Questa considerazione porta a comprendere che colui che calcola la probabilità in questo modo deve conoscere tali due numeri, ma non di tutti gli eventi aleatori è possibile conoscere i casi favorevoli e quelli possibili. Ad esempio, non è possibile calcolare a priori la probabilità dell'evento "Domani pioverà".

D'altro canto, quando si parla dei casi possibili, si intende che questi casi siano equiprobabili, ovvero che siano casi che abbiano la stessa probabilità a verificarsi. Ma quando due casi sono equiprobabili, o equipossibili? È palese che tentare di definire l'equiprobabilità comporta fare entrare in campo la probabilità. Così si cade però in un circolo vizioso *in definiendo* in quanto la probabilità è definita utilizzando la nozione di 'casi equipossibili'.

Un tentativo di soluzione a questo problema si basa sull'introduzione di ciò che, da M. Keynes (1921) in poi, si chiama *principio di indifferenza* (è noto anche come *principio di ragione non sufficiente*), secondo cui quando non vi sono ragioni che consentano di assegnare probabilità diverse a due o più eventi aleatori, questi debbono essere considerati equiprobabili. Tuttavia, l'introduzione di tale principio, pur spezzando in un certo senso il circolo vizioso visto, sposta l'interpretazione classica da un ambito oggettivo in cui si fa il rapporto fra casi favorevoli e casi possibili, a un ambito soggettivo. È infatti il singolo agente che, in base al suo sapere soggettivo, deciderà se ci sono ragioni per considerare gli eventi equiprobabili o meno. Consideriamo il caso del lancio di un dado. Supponiamo che l'agente A, in base a quanto sa del dado, lo consideri non truccato e quindi consideri – applicando il principio di indifferenza – equiprobabili le uscite di ognuna delle sei facce. Supponiamo ora che un agente B sia, invece, a conoscenza che il dado è truccato in modo da favorire l'uscita della faccia con il numero 6. Ebbene per B, l'uscita delle 6 facce non è equiprobabile, e non applicherà il principio di indifferenza.

Siamo quindi usciti dall'*empasse* della definizione di 'equiprobabilità' ricorrendo a una via soggettivista che però ci fa uscire anche dall'interpretazione classica in quanto tale.

Vi è, tuttavia, un altro problema serio per il principio di indifferenza, problema che, di conseguenza, investe ogni interpretazione che ne fa uso. Esso nasce dal fatto che il principio genera una serie di paradossi che ne inficiano l'applicabilità. Consideriamone solo uno a titolo di esempio.

Supponiamo di avere un'urna contenente delle palline. *A priori* sappiamo solo che vi sono palline bianche e palline non bianche, nella fattispecie rosse e verdi, in un rapporto sconosciuto. Se teniamo conto che vi sono palline bianche e palline non bianche, per il principio di indifferenza, dovremmo attribuire probabilità 1/2 all'uscita di una pallina bianca. Ma se teniamo conto che vi sono palline bianche, palline rosse e palline verdi, per il principio di indifferenza, dovremmo assegnare probabilità 1/3 all'uscita di una pallina bianca: un risultato in disaccordo con quello precedente.

4.2. L'interpretazione frequentista.

L'interpretazione frequentista, o statistica, o *a posteriori*, ebbe una veste compiuta fra la fine degli anni '20 e l'inizio degli anni '30 grazie a due lavori di R. von Mises, ossia *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit* (1928) e *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung in der Statistik und theoretischen Physik* (1931). Da questo punto di vista, la probabilità di un evento è interpretata come il limite a cui tende la *frequenza relativa* data dal numero delle volte in cui quell'evento si è verificato al crescere del numero totale delle prove effettivamente svolte. Ovvero, se n è il numero di volte in cui l'evento E si è effettivamente verificato e N è il numero di volte delle prove effettuate, la frequenza relativa di un evento E è data da

$$f(E) = \frac{\mathrm{n}}{\mathrm{N}},$$

per cui la probabilità di E è

$$p(E) = \lim_{\mathrm{N}\to\infty} f(E).$$

Il motivo per cui questa interpretazione è chiamata anche *a posteriori* è dovuto al fatto che si basa sull'osservazione dei risultati di prove effettivamente fatte. Supponiamo di voler calcolare la probabilità che lanciando un piccolo cilindro questo ricada con la faccia A verso l'alto. Se usassimo l'approccio classico dovremmo, *a priori*, trovare il numero dei casi favorevoli e il numero dei casi possibili. Visto che il cilindro può cadere sulla faccia A, sulla faccia B o sulla superficie laterale L, sembrerebbe che la probabilità della faccia A sia 1/3. In realtà così non è in quanto i tre casi possibili non sono equiprobabili, dato che la probabilità di cadere su L è maggiore della probabilità di cadere su A o della probabilità di cadere su B. Però per trovare la probabilità della faccia A possiamo usare l'approccio frequentista. Ossia cominciamo a lanciare effettivamente il cilindro e osservare il risultato dei vari lanci. Ad esempio, la serie dei primi 10 lanci può aver dato

L, L, L, A, L, L, B, L, L, L. In questo caso, la serie delle frequenze relative sarà 0/1, 0/2, 0/3, ¼, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 1/10.

Anche l'interpretazione frequentista incontra dei problemi. Il primo è dovuto al fatto che essa, esattamente come l'interpretazione classica, non è in grado di rendere conto della probabilità di eventi singoli, come "Michael Jordan segnerà il prossimo tiro libero", non potendo ovviamente fare affidamento diretto sull'osservazione dei risultati delle prove (dei tiri liberi) già effettuate in quanto ognuna delle precedenti era caratterizzata in modo pressoché unico (nel nostro esempio, la unicità di ogni prova era dovuta all'abilità di Jordan, al suo grado di allenamento, al suo essere perfettamente in forma o meno ecc.). Il secondo problema è che, come nell'interpretazione classica non era banale dire che i casi dovevano essere equiprobabili, ora non è banale affermare che le prove devono essere ripetute nelle stesse condizioni. Il terzo problema è, invece, relato al fatto che bisognerebbe che il numero delle prove fosse infinito per poter essere sicuri che la frequenza relativa osservata del verificarsi di un evento sia effettivamente la probabilità di quell'evento.

Soffermiamoci su questo terzo problema. Sicuramente è trascurabile il fatto che non possiamo fare infinite prove per poter essere rigorosamente certi che il limite di una data frequenza relativa è proprio un certo valore. D'altronde l'infinita ripetizione di una prova appartiene al mondo della matematica, mentre la finitezza del numero delle prove appartiene alla scienza empirica. Tuttavia, proprio questo iato fra probabilità come limite al tendere all'infinito delle prove e frequenza relativa su un numero n di prove comporta difficoltà non trascurabili. Innanzi tutto, chi ci dice qual è il valore limite e quindi la probabilità, visto che possiamo osservare sempre un numero finito di prove? Si noti, a questo proposito che non possiamo calcolarlo matematicamente perché il limite di cui si sta qui parlando non è quello di una ben definita funzione matematica, ma di una frequenza e quindi qualcosa di più intuitivo che calcolabile rigorosamente. A ben osservare, si è di fronte al problema dell'estrapolare un valore determinato solo per n casi osservati a tutti i casi e quindi anche a quelli non osservati. Siamo cioè di fronte al *problema dell'induzione*.

Vi è comunque anche un'altra difficoltà: la frequenza osservata, essendo stata osservata per un numero finito di casi, è assolutamente irrilevante per determinare con certezza il valore limite che vale per infiniti casi. Supponiamo infatti di aver osservato il verificarsi di un evento con una frequenza n/N. È piuttosto rischioso affermare che questa è anche la sua probabilità. Infatti, può sempre essere che le seguenti M prove permettano l'osservazione del verificarsi m volte dell'evento, in modo che la frequenza diventa (n+m)/(N+M)≠n/N e che sia proprio (n+m)/(N+M) il valore che più si avvicina alla probabilità. Ovvero, se dopo 1000 lanci di un dado non truccato si trova che la frequenza dell'uscita della faccia con il numero 3 è 8/1000=1/125 sarebbe del tutto errato affermare che 1/125 è la sua probabilità.

Dunque, da un lato, l'interpretazione frequentista ha dei problemi con la determinazione della probabilità di un evento singolo, in quanto è una probabilità che si riferisce a serie infinite; dall'altro, ha dei problemi con la determinazione del valore limite in quanto questo vale proprio all'infinito mentre possiamo osservare solo un numero finito (e forse del tutto ininfluente) di casi.

4.3. L'interpretazione soggettivistica.

L'interpretazione soggettivistica (o personalistica), che fu sviluppata fra la fine degli anni '20 e l'inizio degli anni '30 nei lavori di F. Ramsey e, soprattutto, di B. De Finetti, riesce a superare molti dei problemi presentati dalle interpretazioni già viste al prezzo, però, di legare l'intero calcolo a ciò che sa o che non sa il soggetto della conoscenza. In effetti la probabilità diventa la misura del grado di credenza che un soggetto attribuisce, in base alle sue informazioni, al verificarsi di un certo evento aleatorio. Ovvero, la probabilità è il grado di credenza con cui un soggetto, sulla base di una certa evidenza E, sostiene la verità di un'ipotesi I.

Il grado di credenza, cioè la probabilità, è calcolata utilizzando il *Teorema di Bayes*, ossia quel teorema già visto che prende il nome dal reverendo T. Bayes che per primo lo formulò nel 1764.

Ricordiamo le due formulazioni del Teorema di Bayes

$$p(I/E) \stackrel{1}{=} \frac{p(I)\times p(E/I)}{p(E)}$$

$$\stackrel{2}{=} \frac{p(I)\times p(E/I)}{p(I)\times p(E/I)+p(\neg I)\times p(E/\neg I)}$$

Dove

1. p(I) è la probabilità a priori (o iniziale) dell'ipotesi I, ossia il grado di credenza che un soggetto ha sulla verità di I a partire unicamente dalla sua conoscenza della conoscenza di sfondo;
2. p(E) è la probabilità iniziale dell'evento E, ossia il grado di credenza che un soggetto ha sul verificarsi di E a partire unicamente dalla sua conoscenza di sfondo;
3. p(E/I) è verosimiglianza, cioè la probabilità che si verifichi E se I è vero, ossia è il grado di credenza che si presenti E nel caso in cui valga I;
4. p(I/E) è la probabilità a posteriori (o finale) dell'ipotesi I, ossia è il grado di credenza che un soggetto attribuisce a un'ipotesi I dopo aver applicato il teorema.

Si vede che l'effetto della conoscenza del verificarsi dell'evento E comporta un cambio del grado di credenza da p(I) a p(I/E).

Tenendo conto di quanto detto intorno a p(I), potrebbe apparire che il soggetto abbia la possibilità di attribuire a tale probabilità iniziale il valore che vuole. Ma così non è. In effetti vi è almeno un vincolo: i valori della probabilità iniziale devono essere compatibili con gli assiomi del calcolo della probabilità. D'altro canto, come già detto, un'interpretazione del calcolo delle probabilità non deve comportare una violazione di tali assiomi. Tuttavia, se un soggetto li violasse, cosa che potrebbe sempre fare, non potrebbe dirsi bayesiano, né tantomeno basare le sue argomentazioni sul calcolo delle probabilità.

Soffermiamoci un po' su questo punto introducendo la nozione di *scommessa*. Una scommessa può essere definita come un accordo fra due soggetti, uno scommettitore S e un allibratore A, intorno all'accadere di un evento E (o, equivalentemente, intorno alla verità dell'enunciato che descrive tale accadere). L'accordo prevede che S dia ad A una certa somma di denaro s in modo che i) se E si verifica, S riceve da A una certa altra somma di denaro p, detta *posta*; ii), se E non si verifica, S non riceve nulla. In tal modo, ogni scommessa è caratterizzata dal rapporto q=s/p, detto *quoziente di scommessa*. In questa situazione, S, che ha pagato s, riceverà p=s/q e quindi guadagnerà g = p – s = (1-q)p. Possiamo definire il rapporto r = s/g (si legge anche "s contro g") *la ragione della scommessa*, ovvero quanto S paga in rapporto a quanto guadagna. Per esempio, se S scommette 100 contro 300, significa che S paga 100 per eventualmente guadagnare 300 nel caso in cui vincesse. Ossia, se vince ottiene la posta di 400. In questo, caso il quoziente di scommessa è 1/4 (q = s/p = 100/400).

Naturalmente, S può accettare o meno la scommessa. Di solito l'accetterà quando riterrà che il quoziente sia sufficientemente buono per spingerlo a impegnare la somma s per ottenere p. Ebbene, si definisce come *equo quoziente* quel particolare quoziente q, detto q^*, tale che per uno superiore S non scommette mentre comincia a scommettere proprio da quello[13].

Definito tutto ciò, possiamo dire che uno scommettitore S ha un comportamento coerente se e solo se i suoi equi quozienti soddisfano il calcolo delle probabilità.

A questo punto, è sufficiente interpretare gli equi quozienti in termini di gradi di credenza nell'ipotesi I che descrive l'evento su cui si scommette per arrivare a dire che quest'ultimi devono essere coerenti.

Si noti che, in questi capoversi, abbiamo letto l'approccio soggettivista in termini di scommessa, ossia abbiamo letto la probabilità di un evento come equo quoziente, ossia come il rapporto fra quanto un soggetto è disposto a pagare per avere una certa posta nel caso in cui si verifichi quell'evento a cui attribuisce quella probabilità.

Un soggetto avente gradi di credenza che (ovvero i cui equi quozienti) violano il calcolo delle probabilità cade in ciò che è chiamato *scommessa olandese* (*Dutch book*), cioè egli, indipendentemente da quale possa essere l'esito della prova, perde sempre. Facciamo un semplice esempio. Supponiamo che un soggetto abbia un grado di credenza pari a 4/5 che dal prossimo lancio di dadi esca la faccia contraddistinta dal 6. Ovvero, tale soggetto è disposto a pagare 4 per ottenere una posta di 5 nel caso in cui esca 6, cioè attribuisce all'evento E = "uscita della faccia contraddistinta dal 6", la probabilità p(E) = 4/5. Supponiamo anche che abbia un grado di credenza pari a 4/5 che non esca il 6. In tal caso viola il calcolo delle probabilità[14], in quanto su questo evento dovrebbe avere un grado di credenza pari a 1 – 4/5 = 1/5. Comunque, supponiamo che il nostro scommettitore paghi 100 se esce il 6 e 100 se esce qualunque altro numero, cioè supponiamo che paghi 200. Nel caso esca 6, paga 100 e prende 125 (100 x 5/4), ma paga

[13] Va dà sé che più piccolo è q e più vantaggiosa è la scommessa.
[14] In particolare, viola il *Teorema della negazione*: Dato un evento E, la probabilità del suo non verificarsi è data da 1 meno la probabilità del suo verificarsi; ossia $p(\neg E) = 1 - p(E)$.

anche gli altri 100 e non prende nulla. Ovvero, in totale perde 75. Perderà 75 anche nel caso opposto, cioè se non esce il 6.

Dopo questa digressione, ritorniamo al nostro problema e chiediamoci: per un bayesiano è sufficiente che i gradi di credenza siano coerenti con il calcolo delle probabilità? Ovvero, se fossimo bayesiani, l'unica condizione che porremmo alla probabilità iniziale è che essa sia tale da non farci cadere vittima di una scommessa olandese? Ebbene, relativamente a quello che è chiamato *il problema della scelta delle probabilità iniziali*, vi sono bayesiani che sostengono che questa deve essere l'unica condizione (e che quindi è necessaria e sufficiente) e altri bayesiani che sostengono che a questa se ne devono aggiungere altre (e che quindi essa è solo necesaria). I primi hanno un'*interpretazione soggettivista* dell'approccio bayesiano, i secondi hanno un'*interpretazione oggettivistica* dell'approccio bayesiano.

Consideriamo i soggettivisti, ossia coloro che nella scelta delle probabilità iniziali si affidano al fatto che esse non violino gli assiomi del calcolo delle probabilità. Ovviamente, questo comporterà che soggetti attribuenti probabilità iniziali diverse alla stessa ipotesi, poi si ritrovino con probabilità finali diverse.

Essendo la probabilità finale legata alla probabilità iniziale, qualcuno potrebbe obiettare che l'interpretazione soggettivista dell'approccio bayesiano cade nel più completo relativismo. A questo, i soggettivisti possono replicare che se è vero che con un unico dato osservativo, probabilità iniziali diverse portano a probabilità finali diverse, questo non accade, e lo si può dimostrare, all'aumentare delle osservazioni.

E la probabilità logica? In effetti esiste in letteratura anche una nicchia di discussione su questa, ma è molto particolare e molto molto tecnica e dubitiamo che chi utilizza questo termine in ambito giuridico si possa trovare a suo agio con il formalismo non banale di tipo logico e probabilistico con cui è affrontata. Comunque sia, vi è da distinguere la probabilità logica dalla logica probabilistica[15], anche se sono connessi e la prima (alcuni autori la chiamano anche *probabilità epistemica* o *probabilità indu*ttiva)[16] è una nozione molto tecnica sviluppata soprattutto nei lavori di J. M. Keynes (*A Treatise on Pro*bability, 1921); H. Jeffreys (*Theory of Probability*, 1939) e poi da R. Carnap (*Logical Foundations of Probability*, 1950; *The Continuum of Inductive Methods*, 1952) ed ha a che fare con la misura del supporto induttivo (o di implicazione parziale che dovrebbe generalizzare l'implicazione usuale della logica deduttiva) che un'evidenza conferisce a una certa ipotesi.

---

[15] Si veda si veda https://plato.stanford.edu/entries/logic-probability/; anche LEVI, I., *Probability Logic and Logical Probability*, in *Probability and Inference: Essays in Honor of Henry E. Kyburg, Jr.* (William Harper & Gregory Wheeler, eds.), College Publications, 2007.

[16] Vi sono autori che distinguono in modo sottile probabilità logica, probabilità epistemica e probabilità induttiva.

5. Conclusioni.

Negli ultimi tempi la Suprema corte ha sostenuto il principio (peraltro non condivisbile) della "legittima ignoranza del giudice"[17] in ordine alle questioni tecnico-scientifche, perchè estranee al suo settore di formazione. Sorprende che la medesima prudenza non venga adottata quando si tratta di pescare dal campo della filosofia o della epistemologia; settori che – se pure appartenenti all'ambito "umanistico" – non sono certo più accessibili al neofita di un esame del DNA.

Quindi, che cosa si può trarre da queste pagine così poco "giuridiche" e, al contempo, così importanti per il giurista?

In primo luogo abbiamo visto che la distinzione tra leggi scientifiche universali e statistiche non esiste. Quindi il dibattito sulla utilizzabilità delle "leggi statistiche" in ambito giudiziario, con il correlato relativo alla "percentuale" di attendibilità che queste pretese leggi dovrebbero esprimere per essere impiegate è, quantomeno, posto male dal punto di vista terminologico e concettuale.

Possono esistere, invece, regolarità nomologiche in grado di esprimere una relazione causale tra antecedente e conseguente in termini deterministici o probabilistici. Si noti che questa non è una mera riproposizione della medesima distinzione di cui sopra sotto altra denominazione. La relazione causale deterministica è qualitativamente differente da quella probabilistica, non è semplicemente quella che spiega una "percentuale" più alta di casi (quanto alta poi?). La comprensione della relazione causale probabilitsica va decisamente la di là dalla ricerca del mero "numerino" che si ritiene in grado di indicare il quantitativo di casi spiegati da quella relazione. Essa impone la capacità di ragionare, appunto, in termini probabilistici avendo presente le implicazioni dell'uso delle probabilità

Il secondo punto, quello più importante, è che tutte le espressioni del tipo "probabilità logica", alta probabilità logica", "elevata credibilità razionale" ecc. sono meri espedienti retorici. La probabilità logica, come visto, è divenuta il criterio di giudizio pressochè esclusivo nel ricondurre il generale all'individuale, nell'identificare fattori causali sulla base di eventi causali. Non solo. La probabiltà logica, negli anni successivi alla sentenza "Franzese", è andata ben oltre il mero giudizio di causalità divenendo paradigma di sufficienza e congruità del giudizio nella ricostruzione del fatto. Ma la vera discussione sulla probabilità logica è molto tecnica e molto di nicchia e sembra aver poco a che fare con l'uso piuttosto "libero" che questo termine ha in ambito giuridico.

Questo pone due problemi seri. Il primo è, di nuovo, di ordine concettuale. Il termine "probabilità" non appartiene al linguaggio comune. Appartiene a un ambito tecnico e questo ambito ha le sue regole che non possono essere ignorate quando se ne utilizza il linguaggio. È come se il matematico utilizzasse il termine "diritto" in modo casuale e inappropriato. Il giurista, giustamente, se ne lamenterebbe perché sarebbe un uso solo portatore di confusione.

---

[17] Cass., n. 36080/2015, Riv. 264863.

Il problema immediatamente successivo è quello del mascheramento. Cioè l'utilizzo di una formula sintetica, apparentemente dotata di una sorta di "pseudo" oggettività, nasconde il vero criterio di giudizio che è solo il solito e vecchio intimo convincimento del giudice, troppe volte sospinto surrettiziamente verso l'arbitrio[18] . L'intenzione della sentenza "Franzese" era quella di suscitare l'attenzione sull'esigenza di un controllo rigoroso del materiale probatorio e di una motivazione altrettanto rigorosa[19] e, al contempo, non delegata al consulente scientifico. Ma la declinazione di questa sacrcosanta esigenza – la "elevata probabilità logica", così come quella "significativa" o "ragionevole" o che dir la si voglia – si è tradotta in un lessico equivoco, divenuto utile solo come giustificazione formale *a posteriori*. Ossia l'etichetta di qualità che si vuole appiccicare alle valutazioni condotte dal giudice del merito nel momento della decisione. Se così è, piuttosto che ripetere espressioni prive di possibilità di verifica solo per allinearsi alle massime della cassazione, sarebbe assai meglio entrare davvero nella logicità della motivazione[20], ad esempio approfondendo le tecniche della argomentazione e pretendendo che la decisione scritta rispetti le regole del corretto ragionare e utilizzi propriamente le inferenze probabilistiche[21].

Mentre, a proposito di probabilità, – quella vera, magari declinata nella sua versione soggettivistica – questa sì che potrebbe aiutare la decisione del giudice per esplicitare e rendere controllabile il grado di certezza assegnato a una determinata ricostruzione fattuale. Per esempio nell'interpretazione di un quadro indiziario o nel significato probatorio da attribuire a una certa evidenza scientifica. Il che non vuole dire affatto aprire le porte a decisioni "automatizzate"; piuttosto significa dare una veste razionale – e dunque verificabile – a giudizi che oggi sono essenzialmente intuizionistici.

Tutto questo merita e richiede riflessioni ben più ampie che non possono che essere rinviate ad un prossimo lavoro[22].

---

[18] Evidenziano una "degenerazione di tipo retorico" BLAIOTTA R., CARLIZZI G., *Libero convincimento, ragionevole dubbio e prova scientifica*, in AA. VV., *Prova scientifica e processo penale* (a cura di Canzio G. e Luparia L.), Cedam Kluwer, Milano, 2017, 464.

[19] Sostiene BARTOLI R., cit., 101, che l'espressione indica "un apprezzamento conclusivo, un giudizio dotato di particolare affidabilità, di speciale credibilità razionale". Si tratta, appunto, di un fermo invito a "fare le cose per bene". Se questo era il senso, sarebbe forse stato meglio cercare un altro modo per esprimerlo.

[20] Esigenza normativizzata dall'articolo 606 c.p.c. e per nulla banale, visto che la "logica" e anch'essa una disciplina che non si apprende per buon senso.

[21] In termini generali sulla corretta argomentazione BONIOLO G., VIDALI P., *Strumenti per ragionare. Le regole logiche, la pratica argomentativa, l'inferenza probabilistica*, Pearson, Milano, 2017. Per una verifica in ambito di argomentazione giuridica si veda CARLIZZI G., *Errore giudiziario e logica del giudice nel processo penale*, in AA. VV, *L'errore giudiziario* (a cura di L. Luparia), Giuffrè Francis Lefebvre, Milano, 2021, 93.

[22] Spunti assai pertinenti possono essere letti in TARONI F., BOZZA S., *Il significato delle evidenze: l'importanza dello scienziato forense nella prevenzione dell'errore*, in AA. VV, *L'errore giudiziario* (a cura di L. Luparia), cit., 662 e in CHERUBINI P., *Fallacie nel ragionamento probatori*, in AA. VV., *La prova scientifica nel processo penale*, cit. 249.